



VYUŽITIE MOŽNOSTÍ SATELITNEJ NAVIGÁCIE A LED TECHNOLÓGIÍ PRE VYTVORENIE DOPRAVNEJ SIETE MALÝCH LETÍSK V SR

Beáta OVČÁČKOVÁ*, Stanislav ĎURČO

Letecká fakulta Technickej Univerzity v Košiciach, Katedra letovej prípravy, Rampová 7, 041 21
Košice, Slovenská republika

*E-mail: sasa.ovcackova@gmail.com

Abstrakt. Tento článok pojednáva o využití malých letísk v SR na vytvorenie dopravnej siete. Pre vytvorenie tejto siete je potrebné zmeniť postupy na priblíženie na malých letiskách a taktiež niektoré technické parametre pomocou nových technických možností osvetlenia a približovacích sústav. Pri využití SBAS navigácie a LED technológií pre osvetlenie letísk je možné tieto letiská využívať nielen za VMC podmienok. Tým sa rozšíria možnosti využitia letísk aj pre nepravidelnú, alebo časom aj pravidelnú prepravu osôb a nákladov. Je to možné aj preto, lebo vývoj lietadlovej techniky ide tiež smerom k vybaveniu malých lietadiel potrebnou technikou.

Kľúčové slová : SBAS navigácia, približovacie sústavy, dopravná sieť, malé letiská

1. ÚVOD

Doprava je samozrejmom súčasťou nášho života. Pre fungovanie prepravy je potrebný dobre fungujúci systém, ktorý nám umožní cestovať, posilať a dostávať zásielky a informácie. V rámci pokroku vo sfére materiálov sa vyrábajú stále rýchlejšie a spoľahlivejšie dopravné prostriedky, vytvárajú sa spoľahlivejšie komunikačné siete. Informačná explózia v posledných rokoch umožnila vytvorenie navzájom prepojených prepravných sietí, ako aj prepojenia rôznych spôsobov prepravy. Spoločnosti, ktoré sa špecializujú na prepravu, majú po celom svete logistické centrá a systém evidencie zásielok. Tak môžeme cestu zásielky sledovať celý čas od poslania, až po doručenie. Stretávame sa s paradoxom, že dopravné siete a prepravné systémy priamo v krajine odoslania sú často pomalšie ako medzinárodná preprava. Týka sa to aj SR.

Slovensko je hornatá krajina, ktorá nemá plynulo spojené jednotlivé časti krajiny diaľnicami a aj železničná preprava nie je vždy dostačujúca. Medzinárodná letecká preprava je prevádzkovaná hlavne letiskami Bratislava, Košice a Poprad napriek tomu, že status medzinárodného letiska majú aj iné letiská. Prepojenie jednotlivých častí krajiny leteckou prepravou neexistuje. Máme dostatočnú databázu malých letísk, ktoré by za určitých podmienok mohli tomuto účelu slúžiť. Malé letiská v SR sú v tomto čase málo vybavené novými technologickými prostriedkami a taktiež málo využívajú nové možnosti navigácie. Väčšina malých letísk nemá osvetlenú dráhu a žiadne z nich zatiaľ nemá vypracované postupy pre priblíženie s využitím SBAS.

Avšak doprava na malých letiskách je problematická. Existujú možnosti vytvorenia nových letových tratí, ktoré by spájali malé letiská a súčasne by slúžili ako možnosť priblíženia k veľkým letiskám. S využitím nových technológií by bolo možné využívať malé letisko za každých podmienok. Je možné využiť SBAS navigáciu na prevádzku malého letiska za VMC podmienok. K tomu je potrebné vybaviť malé letiská osvetlením a približovacou sústavou. Na to je možné využiť LED technológiu. Fotovoltaické nabíjanie článkov umožní značne znížiť náklady na vytvorenie a udržiavanie tohto systému. Využitím nových technológií bude možné vytvorenie nových letových tratí na spojenie medzi malými aj veľkými letiskami. Je tu však ešte iný limitujúci faktor a to je legislatíva. Je potrebné legislatívne doriešiť, aby na VFR letiskách mohli lietadlá za určitých podmienok pristávať za pomoci APV priblížení aj v podmienkach horších ako VFR.

2. NOVÉ POSTUPY A TECHNOLOGIE PRE MALÉ LETISKÁ

Doprava na malých letiskách je problematická. Existujú možnosti vytvorenia nových letových tratí, ktoré by spájali malé letiská a súčasne by slúžili ako možnosť priblíženia k veľkým letiskám. S využitím nových technológií by bolo možné využívať malé letisko za každých podmienok. Je možné využiť SBAS navigáciu na prevádzku malého letiska za VMC podmienok. K tomu je potrebné vybaviť malé letiská osvetlením a približovacou sústavou [3]. Na to je možné využiť LED technológiu.

Fotovoltaické nabíjanie článkov umožní značne znížiť náklady na vytvorenie a udržiavanie tohto systému. Využitím nových technológií bude možné vytvorenie nových letových tratí na spojenie medzi malými aj veľkými letiskami. Je tu však ešte iný limitujúci faktor a to je legislatíva. Je potrebné legislatívne doriešiť, aby na VFR letiskách mohli lietadlá za určitých podmienok pristávať za pomoci APV priblíženi aj v podmienkach horších ako VFR [5].

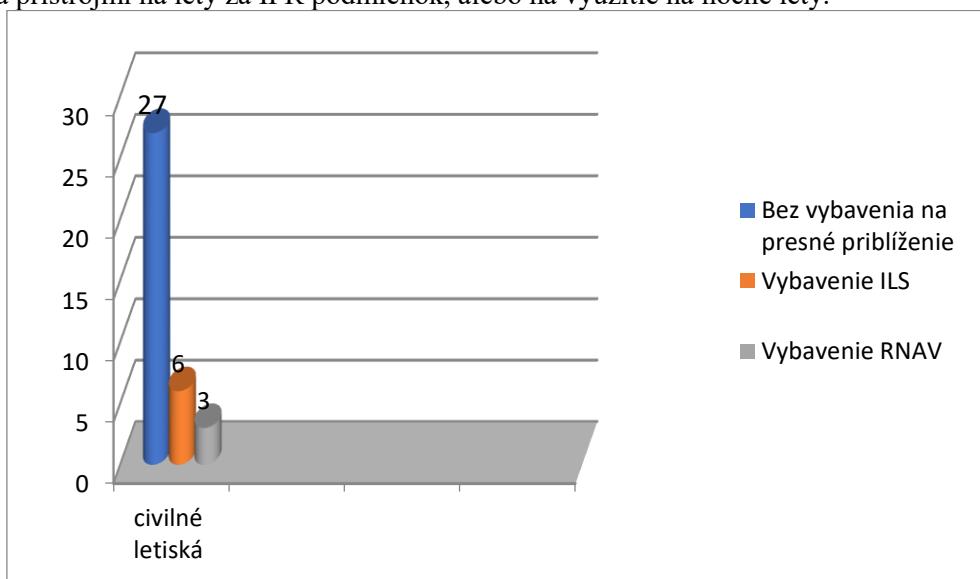
2.1. Navigačné prostriedky a postupy

V súčasnosti sa stretávame s trendom čím rozsiahlejšieho využitia nových technológií v oblasti riadenia leteckej dopravy. Dňa 5.2.2015 vstúpili do platnosti postupy priblíženia s využitím satelitnej navigácie – RNP APCH. Výhody využívania GNSS spočívajú v tom, že nie je tak náročný na prístrojové a personálne vybavenie, ako klasický systém. Jeho výhodou je možnosť využitia aj na malých letiskách s krátkymi RWY, menej ako 1200m. Dobrým príkladom môžu byť niektoré severoeurópske letiská, napríklad v Nórsku a Fínsku [8].

K najdôležitejším častiam leteckého prepravného procesu je práve technické zabezpečenie letu odvzletu až po pristátie. Práve tu je potrebná maximálna presnosť a zodpovednosť. Veľké letiská sú vybavené prístrojovými zariadeniami a vizuálnymi navigačnými prostriedkami [1]. Vo vybavení riadiacej veže musí byť technika, ktorá umožní komunikáciu, zber a vyhodnocovanie údajov na pohotovosť riešenie situácií aj v prípade nepriaznivého počasia (IMC). Je to finančne aj organizačne najnáročnejšia časť prepravného procesu. A práve toto si malé regionálne letiská nemôžu dovoliť. Práve tu sa naskytá možnosť využitia SBAS navigácie.

Systém EGNOS je európsky veľkoplošný navigačný systém. Udáva dáta GPS s presnosťou do pol metra, informácie o korekcii dát a o integrite systému. EGNOS udáva varovanie o strate integrity v danom čase. EGNOS poskytuje Open Service službu poskytovanú bez poplatku všetkým prijímačom s podporou SBAS, Commercial Service - platená služba, poskytujúca vysoko presné dáta a Safety of Life informácie o integrite, nedostatočnom príjme signálov z GPS do 6 sekúnd, certifikovaná pre civilné letectvo od roku 2011 [2].

Malé letiská majú možnosť prevádzky za VMC podmienok. Obmedzenie na lety VFR je ale limitujúcim faktorom využitia letiska. V súčasnosti je už značná časť malých motorových lietadiel vybavená prístrojmi na lety za IFR podmienok, alebo na využitie na nočné lety.



Obrázok 1 Graf - vybavenie letísk prostriedkami na presné priblíženie

Pri hľadaní možnosti, ako zmenšiť obmedzenia VFR letiska z pohľadu navigácie je jasné, že najlepšou možnosťou pre pristávanie na týchto letiskách za IMC podmienok je priblíženie s vertikálnym vedením.

Dôležité pre možnosť využitia RNAV je, aby mala vzletová a pristávacia dráha riadne značenie, hlavne pri trávnatých letiskách. Je potrebné aby letisko bolo vybavené aspoň jednoduchou približovacou sústavou. Na letisku by mala byť aspoň letisková informačná služba, aby zabezpečila obojstranné spojenie počas celej doby priblíženia [1].

Podľa definícií štandardov výkonnosti navigačných systémov sú určené výkonnostné požiadavky PBN (Performance - based navigation) vyjadrené navigačnými špecifikáciami. Tieto určujú základné normy pre lietadlo a letovú posádku nutné k prevádzke za podmienok stanovenej výkonnosti v stanovenom vzdušnom priestore. Špecifikácia priestorovej navigácie RNAV nepožaduje palubné monitorovanie výkonnosti a výstrahu a umožňuje letieť lietadlám stanovenú trať pomocou pozemných, družicových, alebo autonómnych navigačných systémov. RNP (Required Navigation Performance) umožňuje lietadlám letieť presne po preddefinovanej trati, za pomoci palubných zariadení a GNSS. V podstate je to RNAV rozšírená o monitorovanie a varovanie. RNP vyjadruje schopnosť lietadlového navigačného systému identifikovať, či je výkonnosť v súlade s prevádzkovými požiadavkami.

Požadovaná navigačná výkonnosť je v každej fáze letu iná. Najvyššia je samozrejme pri priblížení, najnižšia pri traťovom lete. Informácie o požiadavkách na požadovanú presnosť, dostupnosť, kontinuitu a integritu je v ICAO Doc 9613 Performance -based Navigation Manual. S využitím RNAV sa zvyšuje aj bezpečnosť. Je lepší prehľad o aktuálnej situácii vo vzduchu a tým sa zabraňuje nebezpečným situáciám[4].

RNP priblíženie môže byť priblížením s vertikálnym vedením- LNAV/VNAV, alebo LPV a bez vertikálneho vedenia- LNAV a LP. Pre problematiku rozvoja malých letísk je vhodnejšie priblíženie s vertikálnym vedením.

Tabuľka 1 Porovnanie navigačných špecifikácií Zdroj: [8] [2]

Navigačná špecifikácia	Fáza letu						
	Trať (oceán)	Trať (vnútro)	Prílet	Priblíženie			
				Počiatkové	Stredné	Konečné	Nezdarené
RNAV 10	10						
RNAV 5		5	5				
RNAV 2		2	2				
RNAV 1		1	1	1	1		1
RNP 4	4						
Basic-RNP 1			1	1	1		1
RNP APCH				1	1	0,3	1

2.2. Vybavenie letísk pre využitie RNP priblíženia

Dôležitými faktormi pre posúdenie zavedenia nových navigačných postupov sú fyzikálne charakteristiky dráhy a únosnosť vozovky. Dôležitá je vybavenosť letiska osvetlením dráhy a svetelnou približovacou sústavou a aj to, aké vizuálne navigačné prostriedky sa na letisku nachádzajú. Z prevádzkových faktorov sú najdôležitejšie možnosť uskladnenia a tankovania paliva na letisku a dostupnosť policajných, hasičských a záchranných zložiek.

Letisko, ktoré bude ponúkať službu presného priblíženia s vertikálnym vedením musí byť vybavené dodatočnými službami a vybavením. Predovšetkým dráha by mala byť adekvátne označená. Označenie VPD musí byť biele, jednoliate alebo ho budú tvoriť viaceré pruhy. Značenie má byť na prahu VPD. Z bezpečnostných dôvodov je dobré vybrať reflexný náter, ale nie taký, ktorý by v reakcii s povrchom plochy znižoval brzdné účinky[5].

Dôležité je značenie osi dráhy formou pruhov a medzier medzi označeniami dráhy. Mali by sa vyznačiť aj pojazďové dráhy a stojiská na letisku žltou farbou. Bez patričného osvetlenia by sme

nevedeli letisko využiť. Osvetlená by mala byť dráha a tiež aj príslušné oblasti, kde je pohyb pasažierov a nákladu. Dodatočné svetlá by nemali ovplyvniť viditeľnosť dráhy. Svetelné zdroje, ktoré by mohli akokoľvek ovplyvniť viditeľnosť dráhy musia byť upravené, aby neohrozovali prevádzku na letisku.

Podľa FD K621 50 ICAO Annex L14 pozostáva jednoduchá približovacia svetelná sústava z rady návestidiel na predĺženej osi VPD pokiaľ je to možné 420 metrov pred prah dráhy a tiež priečkou tvorenou radou návestidiel o šírke 18 metrov alebo 30 metrov. Táto priečka by sa mala nachádzať vo vzdialenosti približne 300 metrov od prahu dráhy. Každé návestidlo má vydávať stále svetlo danej farby. Svietivosť návestidiel by mala byť primeraná podmienkam.

Aj na malom letisku môže pristáť lietadlo, ktoré bude mať buď technický, alebo bezpečnostný problém. Pre tieto prípady musí mať letisko pripravené postupy a aj technické vybavenie. Verejne neprístupné priestory by mali byť oddelené od verejne prístupných. Dodatočne by plot mohol byť osvetlený pre ďalšie zvýšenie úrovne bezpečnosti daného letiska. Je nutné zabezpečiť bezpečnosť na pohybových plochách letiska. Palivo by malo byť na letisku skladované v dostatočnom množstve[7].

Pri výbere techniky pre svetelné sústavy je vhodné využitie LED osvetľovacích prvkov. Lídrom v poskytovaní LED svetelných sústav pre letiská je firma ADB Group. Ponúka v jednom balíku produkty, vypracovanie dokumentácie, realizáciu, údržbu aj školenie pracovníkov údržby. Vo svojej ponuke má svietidlá a konštrukcie pre letiská s certifikáciou FAA aj ICAO. Na Slovensku realizovala osvetlenie dráhy na letisku Bratislava.



Obrázok 2 Svetlotechnické vybavenie

Zdroj:http://www.cooperindustries.com/content/public/en/crouse-hinds/airport_lighting

3. VÝBER LETÍSK PRE STANOVENIE LETOVÝCH TRATÍ

V SR sa nachádza niekoľko letísk, ktoré by mohli zabezpečiť nepravidelnú, alebo aj pravidelnú prepravu medzi regiónmi.

Predpoklad pre využitie týchto letísk je len vtedy, keď spĺňajú určité parametre. Patrí sem dostatočne dlhá vzletová a pristávacia dráha, s určitou únosnosťou, poprípade aj vedľajšími pristávacími pásmi [10].

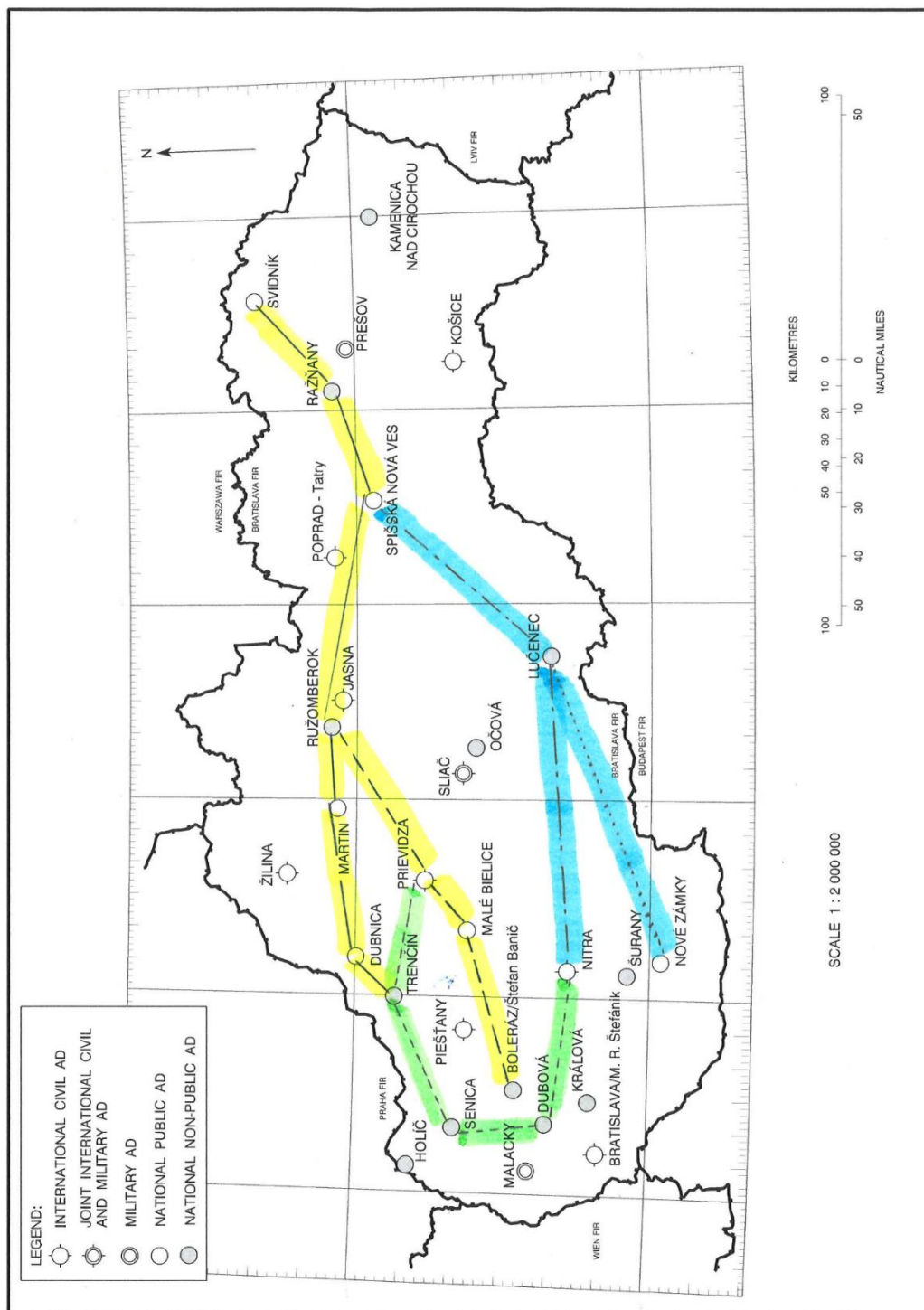
Takéto letisko by malo mať aj vhodnú polohu vo svojom regióne, bezproblémovú dostupnosť pre budúcich užívateľov, poprípade možnosť zavedenia určitých služieb pre užívateľov letiska.

Pre úplnosť informácií : údržba plôch sa zabezpečuje celoročne len na letisku Trenčín, niektoré služby len obmedzene na letiskách, alebo po dohode s prevádzkovateľom.

Stanovením letových tratí by sme vytvorili dopravný systém pre spojenie rôznych regiónov SR. Pre hľadanie optimálnych trás v tejto sieti je potrebné si zadefinovať hlavne minimálnu trasu pre spojenie jednotlivých letísk v rámci dopravnej siete. Pre posúdenie optimality siete je nutné posudzovať vzdialenosť, respektíve dĺžky trás, ale aj dĺžku času na premiestnenie osôb, alebo nákladu a taktiež dostupnosť jednotlivých uzlov tejto siete. Pod uzlami rozumieme jednotlivé letiská na trasách siete. Výber týchto trás bol urobený tak, aby v každom regióne bolo možné využiť niektoré z letísk na dosiahnutie miest, ktoré sú centrami daných regiónov. Hustota vhodných letísk nie je rovnomerná v celej SR. Vyplyva to z historického vývoja vzniku malých letísk, ale aj z nerovnomerného hospodárskeho vývoja v súčasnosti[10].

Pre zabezpečenie prevádzky medzi regiónmi by boli vhodné tieto letové trate:

- 1 Svidník – Ražňany – Spišská Nová Ves – Ružomberok – Martin – Dubnica – Trenčín
- 2 Spišská Nová Ves – Ružomberok – Prievidza – Malé Bielice – Boleráz
- 3 Prievidza – Trenčín – Senica – Dubová - Nitra
- 4 Spišská Nová Ves – Lučenec
- 5 Lučenec – Nové Zámky



Obrázok 3 Letové trate
Zdroj: vlastné spracovanie

Tabuľka 2 Vybrané letiská

Názov letiska Označenie	VZP Dĺžka/m	VZP typ	VZP Únosnosť	Pristávacie Pásky/m	VZPZ Smer	Preprava VFR/IFR	Frekvencia
Boleráz/Štefan Banič LZTR	1200 x 103	Tráva	-	-	14/32	Neverejné VFR	123,500 MHz
Dubnica LZDB	1100 x 36 1100 x 60	Tráva Tráva	13000 kg 0,7 MPa	-	05L/23R 05R/23L	Verejné VFR	123,500 MHz
Dubová LZDV	505 x 30	Tráva	-	710 x 60	13/31	Neverejné VFR	123,600 MHz
Lučenec LZLU	800 x 30	Asfalt	-	-	13/31	Neverejné VFR	122,600 MHz
Malé Bielice LZPT	920 x 50 740 x 90	Tráva Tráva	6000 kg 0,4 MPa	-	07L/25R 07R/25L	Verejné VFR	123,500 MHz
Martin LZMA	800 x 50 800 x 50	Tráva Tráva	6400 kg 0,4MPa	1000x150 1000x150	18R/34L	Verejné VFR	122,700 MHz
Nitra LZNI	1080x50 1080x50	Tráva Tráva	6300 kg 0,7MPa	-	15L/33R 15R/33L	Verejné VFR	123,400 MHz
Nové Zámky LZNZ	1001x69	Tráva	-	1121x80	16/34	Verejné VFR	122,600 MHz
Prievidza LZPE	940 x 30 940 x 85	Tráva Tráva	6000 kg 0,4MPa	-	04R/22L 04L/22R	Verejné VFR	122,600 MHz
Ražňany LZRY	1040x70 1040x70	Tráva Tráva	-	-	16L/34R 16R/34L	Neverejné VFR	122,600 MHz
Ružomberok LZRU	940 x 40 940 x 40	Tráva Tráva	-	-	06R/24L 06L/24R	Neverejné VFR	123,500 MHz
Senica LZSE	1080x30 1080x60	Asfalt Tráva	-	-	12L/30R 12R/30L	Neverejné VFR	123,600 MHz
Spišská Nová Ves/LZSV	1362x40 1362x30	Tráva Tráva	5700 kg 0,3MPa	-	12L/30R 12R/30L	Verejné VFR	123,500 MHz
Svidník LZSK	1200x30	Asfalt	PCN22/F/ C/Y/T	-	01/19	Verejné VFR	123,400 MHz
Trenčín LZTN	2000x30 1000x70 1000x70	Betón Tráva Tráva	PCN/36/ R/B/X/T 5700 kg 0,4 MPa	2120x80 1100x80 1100x80	04/22 03L/21R 03R/21L	Neverejné VFR	123,600 MHz

Zdroj: vlastné spracovanie

3.1. Lietadlá

Pri vytváraní letových tratí pre využitie malých letísk je nutné vybrať aj leteckú techniku, ktorá by umožnila využitie satelitnej navigácie počas prevádzky. V súčasnosti sa pre podobnú prepravu využívajú lietadlá typu Cirrus SR22, Cesna Citacion C525 Jet, Beechcraft King AIR 200, Piper Mirage PA 46, alebo **Diamond DA-42NG-VI Twin Star**.

Okrem týchto najčastejšie používaných lietadiel, je možné využiť aj iné, dnes už dostupné lietadlá. Dnes sa na trhu nachádza aj slovenský výrobca malých lietadiel Tomark aero, s.r.o. Na tohtoročnom veľtrhu vo Fridrichshafene predstavil najnovší model Viper SD4 pre nočné lety. Ide síce o dvojmiestne lietadlo, ale určite by bolo vzhľadom na svoje prístrojové vybavenie vhodné na využitie na túto dopravnú sieť.

Tabuľka 3 Lietadlá pre malé letiská

Typ lietadla	Počet cestujúcich max	Priemerná cestovná rýchlosť	Dolet km	Letová výška m
Cirrus SR22	3	290 km/h	1800	5300
Cessna Citation C 525 Jet	6	700 km/h	2750	12500
Beechcraft King AIR200	9	540 km/h	3300	10700
Piper Mirage PA46	5	400 km/h	2850	6000

Zdroj: vlastné spracovanie

Okrem týchto najčastejšie používaných lietadiel, je možné využiť aj iné, dnes už dostupné lietadlá. Dnes sa na trhu nachádza aj slovenský výrobca malých lietadiel Tomark aero, s.r.o. Na tohtoročnom veľtrhu vo Fridrichshafene predstavil najnovší model Viper SD4 pre nočné lety. Ide síce o dvojmiestne lietadlo, ale určite by bolo vzhľadom na svoje prístrojové vybavenie vhodné na využitie na túto dopravnú sieť.

4. ZÁVER

V súčasnosti je spojenie medzi malými a veľkými letiskami využívané takmer úplne súkromnými osobami, vlastníkmi lietadiel, alebo čiastočne aerotaxi. Pre využitie letísk zavedením nových technológií naráža najčastejšie na legislatívne problémy. Ostáva veriť, že snaha o rozvoj malých letísk nebude stále len okrajovou záležitosťou, ale trendom snaženia aj v hospodárskej oblasti.

Literatúra

- [1] Pastor O. - Tuzar A.: *Teorie dopravných systému*, ASPI a.s., ISBN 978-80-7357-285-3, Praha 2007
- [2] Visokai V. : *Analýza možností pristání za IMC na VFR letišti*, ČVUT Praha 2014
- [3] Ptáček P.: *Výkonnost služby GNSS pro aplikace prostorové navigace civilního letectví v ČR* dizertační práce, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Brno 2014
- [4] Džunda M. - Kotianová N.: The accuracy of relative navigation system / - 2016. In: *Production Management and Engineering Sciences*. - Leiden : CRC Press/Balkema, 2016 P. 369-375. - ISBN 978-1-138-02856-2
- [5] Predpis L14. Letiská – I. zväzok, Navrhovanie a prevádzka letísk, Letové prevádzkové služby, Bratislava 2006
- [6] Predpis L. Pravidlá lietania, Letové prevádzkové služby SR, Bratislava 2006
- [7] Predpis L4444, Postupy leteckých navigačných služieb, Letové prevádzkové služby SR, Bratislava 2012
- [8] Príloha k návrhu nariadenia Komisie“ Letecká prevádzka- OPS“, 29.2.2012, publikácia EASA
- [9] Nariadenie (EU) č. 216/2008, č. 216/2008, podľa vykonávacieho nariadenia (EU) č. 139/2014, publikácia EASA
- [10] Džunda M. - Kotianová N.: *Presnosť relatívnej navigácie v komunikačnej sieti letectva* vedecká monografia - 1. vyd - Košice : TU, LF - 2017. - 119 s. - ISBN 978-80-553-2922-2.