

Systém riadenia a vedenia letu (FMS) a jeho možnosti v oblasti všeobecného letectva

doc. Ing. Ján Bálint, CSc., Ing. Jozef Sabo

Technická univerzita v Košiciach, Letecká fakulta, Katedra letovej prípravy

Abstract: Aim of this paper is to highlight the importance of today's modern management systems and flight management systems (FMS) in civil aviation safety. The essence of the paper is a description of some of the advantages and disadvantages of the flight management system. As an example, are shown the two most common modern systems from companies Garmin and Avidyne. The individual parts listed the pros and cons of both systems by the table. In conclusion, the demonstration of the significant benefits of implementing these systems in civil aviation traffic and increase safety in aviation due to this system.

I. Úvod

Článok popisuje niektoré výhody a nevýhody palubných systémov Garmin G 1000 a Avidyne. V záverečnej stati sú popísané funkcie plnohodnotných FMS systémov a zlepšenia počas ich vývoja. Podstatou tohto článku je poukázanie na hlavné odlišnosti predovšetkým medzi systémom G1000 a Entegra, čo sú hlavné palubné systémy dnes už hojne využívané v lietadlách všeobecného letectva. Všetky informácie, zistené poznatky a návrhy na zlepšenie vychádzajú z doterajších skúseností posádok s týmito systémami.

II. Výhody a nevýhody systému Garmin G 1000 a Avidyne Entegra

Systém Garmin G1000 sa stáva dominantným systémom súčasných moderných lietadlách. Skoro všetky malé piestové športové, či súkromné „bizjety“, ba dokonca ja niektoré prúdové lietadlá používajú systém G1000. Od roku 2008 sa systém Garmin G1000 využíva aj v niektorých turbovrtuľových lietadlách.

V nasledujúcej časti sa budem snažiť popísať systém Garmin G1000, je ho výhody, nevýhody, obmedzenia, či vylepšenia.

Systém G1000 má jednotlivé hardvérové segmenty umiestnené v jednej centralizovanej schránke, čo je z hľadiska výmeny a údržby dosť nepraktické. Ale napríklad systémy AHRS, ADC a PFD sú modulárne uložené, takže nie je problematické ich vymeniť. Dizajn systému je však navrhnutý tak, že chyba jednej časti nespôsobí tzv. „kaskádový efekt“ spustenia chýb.

Garmin je kompatibilný s najnovšími EDS technológiami. Súčasťou systému môže byť niekoľko tepelných kamier s vysokým rozlíšením a tak je možné sa ľahko orientovať v podmienkach ako je zlé počasie, nočná doba, hmla, prach. S týmto vylepšením je možné „dovídiť“ 8 až 10 krát ďalej ako voľným okom. Táto pomôcka napomáha k lepšiemu videniu a tým pádom prispieva aj k väčšej bezpečnosti letu.

U mnohých systémov existuje obava zlyhania PFD zobrazovacej jednotky. Garmin G1000 systém ale ponúka „reversionary“ režim (zálohový), ktorý dokáže zobrazovať všetky primárne letové prístroje na zostávajúcom fungujúcom displeji. Výhodou je, že v systéme môžu byť inštalované rozmanité GPS jednotky a elektronické prepojenie všetkých komponentov znamená výbornú redundanciu.

II/I. Plusy systému Garmin G 1000

Garmin G1000 predstavuje úplne iný pohľad na pilotáž, ktorý spája všetky uvedené funkcie v predchádzajúcej časti. G1000 má vlastný vstavaný GPS prijímač a navigačné prijímače. G1000 má dve vstavané COM rádiostanice. G1000 funguje aj ako audio panel. Systém sa ovláda cez funkčné klávesy a podľa želania môže obsahovať integrovaný transpondér módu S, ktorý dostáva informácie o prevádzke z dátového vysielania radaru.

G1000 je viac-menej závislý na tom, v ktorom letúni je nainštalovaný. V niektorých lietadlách je G1000 napríklad jediným systémom, ktorý zobrazuje motorové prístroje a stav palivovej nádrže. V niektorých lietadlách je autopilot voľne začlenený do systému, kým vo výbave s autopilotom Garmin, je integrácia kompletná.

Takmer všetky G1000 zariadenia sú od roku 2008 vybavené a pripravené na zobrazenie syntetického terénu na obrazovke PFD v umelom horizonte. Toto zobrazenie znamená možnosť vidieť terén okolo lietadla na obrazovke PFD, aj v prípade letu v mrakoch. Toto dovybavenie je však finančne náročné a jeho cena sa pohybuje okolo 10 000 dolárov.

Jedna z najlepších vecí, ktoré ponúka G1000 je, že už nie je nutné používať GNS systémy Garmin 430 a 530 pre komplexnejšie lety IFR. Tieto už zastarané systémy z roku 1998 nemali dobrú integráciu a už vôbec nedisponovali žiadnymi funkčnými klávesmi. GNS sa ovládali stlačením tlačidla kurzora a otáčaním gombíku, kým sa kurzor nezastavil nad tým, čo bolo potrebné navoliť potom stlačiť klávesu Enter. Mnohé z funkcií G1000 sú prístupné iba cez podobné ťažkopádne rozhranie, avšak ale aspoň obyčajné tlačidlá boli vylepšené s mäkkými tlačidlami.

Systém GNS 430 a 530 za každým po vletení do nového riadeného priestoru oznamoval

prekročenie jeho hraníc otravným pípaním, keď bol systém aktívny v režime IFR. Pri prelete oblasťou s veľkou hustotou riadených priestorov je potrebné za každým potvrdiť stlačením enter vstup do priestoru a tak umlčať toto pípanie. Miestami v okolí veľkých letísk je potrebné stlačiť tlačidlo enter aj niekoľko stokrát. Vypnutie tohto oznamovania znamenalo značnú zručnosť v ovládaní systému GNS. Inak tomu nie je ani u systému G1000. V menu na stránke AUX je možné túto funkciu vypnúť alebo prepnúť na mód VFR. G1000 rieši tento problém vytvorením tzv. pilotných profilov. Pod svojim menom si môžete uložiť rôzne nastavenia a personalizovať si tým svoj systém, napríklad v lietadlách Cessna 182 s vybavením 2000 je táto funkcia podrobne opísaná, avšak v lietadle DA40 tento popis nastavenia v manuáli chýba. Pri užívaní systému G1000 má každé tlačidlo pridelenú svoju funkciu a názov tejto funkcie je zobrazený na displeji nad tlačidlom. V prípade systému AVIDYNE zatlačíte kontextové tlačidlo označené pre výber režimu a potom stlačíte jedno z početných tlačidiel s funkciou. Tento spôsob je dosť nepraktický. Systém G1000 má príslušnú funkciu vždy priradenú k jednému tlačidlu.

G1000 má na audio panely tlačidlo playback, ktoré prehráva zaznamenanú rádiovú komunikáciu za posledných pár sekúnd.

Systém G1000 takisto zobrazuje v menu TMR/REF rýchlosti Vx, Vy a rýchlosť pri vysadení motora. Na displeji MFD je zobrazený palivomer pravej a ľavej nádrže graficky, takže je hneď na prvý pohľad zrejmé aký je zostatok paliva v nádržiach. Pri vopred naplánovanom lete do systému FMS dokáže systém vyhodnotiť zostávajúcu dobu letu ak sme pri letovom plánovaní počítali vzletovú hmotnosť. Na FMD sa zobrazujú elektrické napätia jednotlivých elektrických obvodov. Perličkou je zobrazenie kruhu okolo ikony lietadla, ktorý zobrazuje dolet pri danom zostatku paliva. Funkciou navyše je zobrazenie malej mapy na displeji PFD hneď vedľa ukazovateľa HSI. Táto malá mapa dokáže zobrazovať rovnaké funkcie ako veľká GPS mapa na displeji MFD.

II/II. Mínusy systému Garmin G 1000

Jediná fakt zlá vec na systéme G1000 je zároveň aj dobrou vecou. Sú to funkčné klávesy. Veľa funkcií je dostupných len po stlačení funkčnej klávesy. Po stlačení tlačidla menu, otočnou funkčnou klávesou navolíte jednotlivé položky. No pri hľadaní správnej položky si ponamáhate myseľ aby ste našli to, čo potrebujete v tom veľkom množstve údajov. Spomínaná malá mapa, ktorá je zobrazená na PFD má presne rovnaké funkcie ako tá, na MFD. Preto je odporúčané nastaviť si jednu z nich na orientáciu severne. Toto nastavenie vám pomôže pri komunikácii s ATC, keď ste požiadaný o poskytnutie svojej polohy. Systém GNS 430 disponoval aj napriek svojím rozmerom, až štyrmi mapami, ktoré bolo možné ľubovoľne nastaviť a tak mať lepší

prehľad o aktuálnej pozícii. Spomínané meradla stavu paliva, ktoré som vyzdvihol ako praktické a ľahko čitateľné, však majú jednu nevýhodu - sú dosť malých rozmerov a je náročné ich na displeji MFD v priestore motorových prístrojov nájsť. Majú približný rozmer ako ampérmeter a iné nie príliš dôležité ukazovatele. Pri priblížení sa k rezerve paliva nemajú dostatočné varovanie o zostatkovom množstve. Až pri samotnom čerpaní z rezervy je tento stav zobrazený v tzv. „alertoch“ a zostatok paliva je zobrazený červenou farbou. Garmin mohol radšej na úkor iných prístrojov zobraziť palivomery väčšie. Po niekoľkých aktualizáciách systému však tento nedostatok nebol odstránený. Ak potrebujeme zistiť presný stav, ktorý nie je zaokrúhlený na desiatky galónov musíme otvoriť kontextové menu ENGINE/SYSTEM. Ďalej systém G1000 zobrazuje mnoho rôznych tlakov, teplôt a rýchlostí vrtule, ale nie percento výkonu motora ako je to u systému Avidyne E-MAX v lietadlách Cirrus. Pre zistenie percentuálneho výkonu motora je potrebné zalistovať si v manuály a nájsť príslušnú hodnotu. Robí sa to nasledovne: na MFD sa stlačí tlačidlo ENGINE/SYSTEM, kde nájdeme presnejšie hodnoty, ktoré už len porovnáme s tabuľkou v manuály. Záludné je na tom to, že keď sa obrazovka nachádza v tomto režime neprepne sa späť na úvodnú stranu a tak sa môže stať, že pilot letí bez údajov o palive niekoľko minút, či hodín.

Ďalšou nevýhodou je zobrazený vektor vetra, ktorý neudáva stupne odkiaľ vietor fúka. Môžete sa to ale dozvedieť po mnohých kliknutiach niekde hlboko v menu displeja PFD.

Systém IN-WEATHER je asi jednou z najdôležitejších inovácií na trhu malých lietadiel v 21. storočí. Systém Garmin však tieto poveternostné informácie zobrazuje najhoršie a najzložitejšie zo všetkých systémov. Pri kliknutí na informácie o letisku nemôžete očakávať zobrazenie informácie METAR, ako je to u systému AVIDYNE. Je potrebné ísť do submenu počasia v menu displeja MFD a pretočiť kurzor na požadované letisko a následne vybrať položku METAR.

II/III. Systém Garmin G 1000 – tabuľkové porovnanie plusov a mínusov

Klady systému	Zápory systému
Plná integrácia	Zložitosť
Zobrazenie motorových a stavových prístrojov	Mnoho zbytočných varovaní
Prehrávanie rádiovej komunikácie	Funkčné tlačidlá
Zobrazenie malej mapy na PFD	Nedostatočná spolupráca s databázou IN-Weather
Možnosť zobrazenia 3D plastického terénu na PFD	Malý ukazovateľ stavu paliva

II/IV. Klady systému Avidyne Integra

Avidyne je perfektný systém do lietadla, ktoré je určené na prenájom. Systém obsahuje len pár kontextových tlačidiel. Návod si môžete prečítať a plne pochopiť počas obeda. Všetka zložitosť systému sa nachádza v jeho externých zariadeniach ako napríklad Garmin GNS 530, NAV a COM rádiá, či iné napr. GPS systémy. Pilot s málo skúsenosťami môže byť na začiatku zmätený z rôznych informácií, ktoré bude súčasne dostávať od PFD, MFD a od externého GPS.

HSI Avidyne je oveľa lepší ako G1000 HSI, čo je však zvláštne, pretože systém Integra už bol v čase vývoja G 1000 dva roky na trhu. Vektora vetra na Avidyne a schematická mapa reprezentujú kvality zobrazení systému. Avidyne HSI má slabú prerušovanú bielu čiaru ukazujúcu GPS predikciu trate, čo je veľmi užitočné, keď sa pilot snaží nájsť správny uhol zostupovej roviny ILS pri pôsobení vetra. G1000 ponúka rovnaké informácie, ale iba na MFD displeji s pohybujúcou sa mapou, čo však nie je výhodné, keď sa pri priblížení pilot sústreďí na dodržanie kurzu ILS na HSI.

Vo verzii Integra 6 je veľmi pekne zobrazené počasie systému IN-WEATHER. Ak si navolíte letisko v menu plánovania, ihneď máte k dispozícii informáciu METAR. Ak sa prezeráte váš letový plán a prechádzate z jedného na ďalší bod na trase, vidíte METAR na každom navolenom bode. Systém Garmin používa samostatné submenu s informáciami o počasí. Ak navolíte v menu najbližšie letisko, alebo zobrazíte letový plán, nie je tam žiadny spôsob, ako vidieť jeho aktuálne počasie.

II/V. Zápory systému Avidyne Integra

Systém má nedostatok naraz zobrazených dát a takisto dotykové obrazovky sú veľmi frustrujúce pre používateľa. Na mape v displeji MFD môžete vidieť letiská cesty a pod., ale nie je tam žiadny spôsob, ako vybrať jeden bod záujmu a získať o ňom viac informácií tak, ako to dokáže robiť systém s Garmin 430 či 530 (zložitý spôsob) a G1000 (jednoduchý prístup cez funkčnú klávesu).

Existuje mnoho sťažností od pilotov, že systém nedokáže udržiavať a správne zobrazovať predvolenú výšku. Je to problematické najmä počas letov IFR, ak ATC požiada o dodržanie stanovenej rýchlosti. Tento problém je však normálny, pretože Avidyne neobsahuje ovládač ťahu.

II/VI. Systém Avidyne Entegra – tabulkové porovnanie plusov a mínusov

Klady systému	Zápory systému
Jednoduchosť	Dotykové rozhranie na novších verziách
Kompatibilita s externými zariadeniami iných výrobcov	Absencia 3D plastického terénu na PFD zobrazení
Prehľadné zobrazenia informácií o počasí	Funkčné tlačidlá
Prepracované HSI s GPS kurzom	Slabá integrácia systému
Kurz lokalizéru zobrazený na HSI	Poruchovosť a nedostatočná servisná podpora v Európe

III. Záver

Podstatou príspevku bolo porovnať a vyhodnotiť efektívnosť oboch systémov ako Garmin, tak i Avidyne a takisto poskytnúť informáciu na jednom mieste o väčšine nedostatkov, alebo výhod obidvoch systémov a ich podstatný prínos pre bezpečnosť v leteckej doprave.

Dnešné moderné FMS sú veľmi podobné a rozdiely od konkurencie nie sú veľmi odlišné. Postupné zavádzanie automatických systémov aj do oblasti všeobecného letectva má svoj význam a to nielen z hľadiska bezpečnosti, či spoľahlivosti. Správnym krokom je aj postupné zavedenie plnohodnotný FMS aj do menších lietadiel nižších tried, ktorých je na oblohe čím ďalej, tým viac.

Článok je publikovaný ako jeden z výstupov projektu:

„Brokerské centrum leteckej dopravy pre transfer technológií a znalostí do dopravy a dopravnej infraštruktúry ITMS 26220220156.“

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



Literatúra

1. Garmin Ltd. :Garmin G1000 Cocpit reference guide for the Cessna Nav III. Kansas, USA . Garmin Ltd., 2004.
2. Avidyne Corporation: Entegra 9 pilot manual for te Cirrus SR22. Melbourne FL, USA. Avidyne Corporation, 2003.