



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA DOPRAVNÍ

Zdeněk Ovečka

GPS NA PALUBĚ LETADLA

Bakalářská práce

ROK ODEVZDÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

2015



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

d ě k a n

Konviktská 20, 110 00 Praha 1

K621..... Ústav letecké dopravy

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Zdeněk Ovečka

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

B 3710 – PIL – Profesionální pilot

Název tématu (česky): **GPS na palubě letadla**

Název tématu (anglicky): GPS on Board of the Aircraft

Zásady pro vypracování

Při zpracování bakalářské práce se řiďte osnovou uvedenou v následujících bodech:

- Úvod
- Funkce a využití GPS
- Létání podle GPS
- Lety podle GPS v osnovách výcviku privátního pilota
- Zkouška využití GPS za letu na leteckém simulátoru
- Závěr

- Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího bakalářské práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: Commission implementing regulation (EU) No 923/2012
Oxford aviation academy - Navigation 2 - Radio Navigation, fourth edition, distributed by Transair (UK) Ltd, Shoreham, England. 2008
Radionavigace (062 00), Doc. Ing. Slavomír Vosecký, Csc., Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., Brno. 2006

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Bc. Jakub Hospodka, Ph.D.**

Datum zadání bakalářské práce: **24. října 2014**
(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: **24. srpna 2015**
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. Daniel Hanus, CSc.
vedoucí
Ústavu letecké dopravy



prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.



Zdeněk Ovečka
jméno a podpis studenta

V Praze dne..... 24. října 2014

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kteří mi poskytli podklady nezbytné pro vypracování této práce. Děkuji panu Ing. Bc. Jakubovi Hospodkovi, Ph.D. za odborné vedení a konzultování bakalářské práce a za rady, které mi poskytoval v průběhu celého studia. Dále bych chtěl poděkovat leteckým školám DSA a.s. a F-Air, spol. s.r.o. za poskytnutí důležitých materiálů ohledně výcviku pilotů. Poděkování si právem zaslouží i celá má rodina za podporu, které se mi dostávalo po celou dobu studia, zvláště pak při psaní této závěrečné práce.

Prohlášení

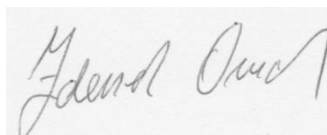
Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci zpracovanou na závěr studia na ČVUT v Praze Fakultě dopravní.

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně, a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto 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 24. srpna 2015

podpis:

Handwritten signature in black ink, appearing to read "Zdeněk Omeš".

Abstrakt

Předmětem bakalářské práce „GPS na palubě letadla“ je seznámit piloty se systémem GPS, jeho pozitivěch a negativěch, které by mohly ovlivnit bezpečnost či plynulost letu. Jelikož je v současné době většina letadel vybavena systémem GPS, je také vhodné s ním umět správně zacházet. K tomu poslouží základní popis a návod jednoho z nejrozšířenějších systému, kterým je Garmin GNS.

Dalším předmětem je seznámení se základními pravidly a předpisy létání za VFR.

Analýzou výcvikových materiálů je navržena jak teoretická, tak praktická výuka létání podle GPS, aby byl pilot schopen GPS ovládat a dodržovat stanovenou trať, což je nezbytné při průletu v některém ze vzdušných prostorů, nebo v případě nouzových situací.

Nakonec je v rámci práce zhodnocen výkon několika pilotů rozdílných zkušeností, pro které byly připraveny dva úkoly na leteckém simulátoru ČVUT.

Abstract

The subject of the bachelor thesis „GPS on board of the aircraft“ is to explain pilots with GPS system, its positives and negatives, which could affect safety and fluency of flight. Because most of today's aircraft is equipped with GPS system, it is advisable to know how to use it, what is achieved by reading the basic description and instructions of one of the most widely used system, Garmin GNS.

The next subject is an explanation of basic rules and regulations of VFR flights.

Training materials analysis propose theoretical and practical GPS flight training. It is necessary for a pilot to be able to control GPS and maintain the track, especially while flying through some specific airspaces or in emergency cases.

In the final stage of this bachelor thesis are compared results of several pilots of different experience, which were tested on CTU flight simulator.

Klíčová slova

Globální polohovací systém, Garmin GNS, VFR OTT (Over The Top), Výcvik letu podle GPS

Key words

Global positioning system, Garmin GNS, VFR OTT (Over The Top), GPS training flights

Obsah

Obsah	6
Seznam použitých zkratek	7
Úvod	10
1. Funkce a využití GPS	11
1.1 Systém GPS	11
1.2 Návod využití letecké GPS Garmin GNS 530	14
1.2.1 Zkratky a pojmy	15
1.2.2 Tlačítka a jejich funkce	16
1.2.3 Stránky	18
1.2.4 Let po trati	24
1.2.5 Flight plan	26
1.2.6 Direct-to	27
1.2.7 OBS	28
1.2.8 VNAV	30
1.2.9 Vytvoření WPT	31
2. Létání podle GPS	33
2.1 Pravidla pro let za viditelnosti	33
2.2 VFR OTT	35
3. Lety podle GPS v osnovách výcviku privátního pilota	36
3.1 Teoretická část	36
3.2 Praktická část	37
4. Zkouška využití GPS za letu na leteckém simulátoru	40
4.1 Zadání úkolů	40
4.1.1 Ovládání GPS za letu a dodržení trati	40
4.1.2 Sestup pomocí OBS s výpočtem klesání	42
4.2 Nastavení podmínek pro let nad oblačností	45
4.3 Vyhodnocení úkolů	46
4.3.1 Vyhodnocení úkolu „Ovládání GPS za letu a dodržení trati“	46
4.3.2 Vyhodnocení úkolu „Sestup pomocí OBS s výpočtem klesání“	48
Závěr	51
Použité zdroje	53
Seznam použitých obrázků	54

Seznam použitých zkratk

AD	Aerodrome	Letiště
AIP	Aeronautical Information Publication	Letecká informační příručka
ALT	Alititude	Výška
AMSL	Above Mean Sea Level	Nad střední hladinou moře
APCH	Approach	Přiblížení
ARTCC	Air Route Traffic Control Center	Oblastní středisko řízení letového provozu
ATC	Air Traffic Control	Řízení letového provozu
ATO	Approved Training Organization	Schválená výcviková organizace
AUX	Auxiliary	Pomocný
BRG	Bearing	Směrník, Zaměření
CDI	Course Deviation Indicator	Ukazatel směrové odchylky/odchylky od zadaného radiálu
CLR	Clear	Vymazat
COM	Communication	Komunikace
CRSR	Cursor	Kurzor
DIS	Distance	Vzdálenost
DME	Distance Measuring Equipment	Měřič vzdálenosti
DTK	Desired Track	Požadovaná trať
ENT	Enter	Vstup/Vložit
ETA	Estimated Time of Arrival	Předpokládaný čas přiletu
ETE	Estimated Time En Route	Předpokládaný čas na trati
FEW	Few	Skoro jasno
FPL	Flight Plan	Letový plán
FREQ	Frequency	Frekvence
Ft	Feets	Stopy
FSS	Flight Service Station	Stanice letové služby
GBAS	Ground-Based Augmentation System	
GNSS	Global Navigation Satellite System	Globální navigační satelitní systém
GPS	Global Positioning System	Globální polohovací systém
GS	Ground Speed	Rychlost vůči zemi
HDG	Heading	Kurz
hPa	Hektopascals	Hektopascal
HSI	Horizontal Situation Indicator	Ukazatel horizontální situace

IFR	Instrument Flight Rules	Pravidla pro let podle přístrojů
ILS	Instrument Landing System	Systém pro přesné přiblížení a přistání
kHz	Kilohertz	Kilohertz
kts	Knots	Uzly (NM/hod)
LNAV	Lateral Navigation	Směrová navigace
NAV	Navigation	Navigace
MHz	Megahertz	Megahertz
MSL	Mean Sea Level	Střední hladina moře
NM	Nautical Miles	Námořní míle
MSG	Message	Zpráva
MTOW	Maximum Take Off Weight	Maximální vzletová hmotnost
NDB	Non-directional Beacon	Všesměrový maják
NRST	Nearest	Nejbližší
OBS	Omni Bearing Selector	Volič směrníku/radiálu
PPL	Private Pilot Licence	Průkaz soukromého pilota
PROC	Procedure(s)	Postup(y)
RAIM	Receiver Autonomous Integrity Monitoring	Autonomní monitorování integrity přijímače
RNAV	Area Navigation	Prostorová navigace
RNG	Range	Dosah
RWY	Runway	Vzletová a přistávací dráha
RX	Receive	Příjem
SA	Selective Availability	Selektivní dostupnost
SBAS	Satellite-Based Augmentation System	
SCT	Scattered	Polojasno
SID	Standard Instrument Departure	Standardní přístrojový odlet
SKC	Sky Clear	Jasno
SM	Statute Mile	Statutární míle
STAR	Standard Instrument Arrival	Standardní přístrojový přílet
TAS	True Airspeed	Pravá vzdušná rychlost
TRK	Track	Trať
TX	Transmit	Vysílání
USR	User	Uživatel
UTC	Universal Time Coordinated	Univerzální koordinovaný čas
VFR	Visual Flight Rules	Pravidla pro let za viditelnosti
VFR OTT	VFR Over The Top	

VHF	Very High Frequency	Velmi vysoká frekvence
VKV		Velmi krátké vlny
VLOC	VOR/Localizer	VOR/Localizer
VMC	Visual Meteorological Conditions	Meteorologické podmínky pro let za viditelnosti
VNAV	Vertical Navigation	Vertikální navigace
VOR	VHF Omni-directional Radio Range	VKV všesměrový radiomaják.
VSR	Vertical Speed Required	Potřebná vertikální rychlost
WGS84	World Geodetic System 1984	Světový geodetický systém 1984
WPT	Waypoint	Bod na trati

Úvod

Tématem bakalářské práce je přiblížit problematiku navigace a létání podle satelitních systémů určujících polohu pilotům nejen začínajícím, ale i těm, kteří už zkušenosti s létáním mají. Nejznámější z těchto systémů je GPS (Global Positioning System), který je provozovaný Ministerstvem obrany Spojených států amerických. Mimo GPS existují i další systémy, například ruský GLONASS (Globalnaja navigacionnaja sputnikovaja sistěma) a evropský systém Galileo (stále ve vývoji). Tyto systémy tvoří celek – GNSS (Global Navigation Satellite System), který poskytuje službu umožňující za pomoci družic autonomní prostorové určování polohy s celosvětovým pokrytím.

Nejrozšířenější systém využívaným v malém letectví je od společnosti Garmin, který funguje na systému GPS. Jelikož je tento systém čím dál dostupnější a setkáme se s ním ve spoustě letadel, je důležité, aby každý pilot patřičně znal vybavení letadla a uměl s ním zacházet tak, aby ho mohl využít ve svůj prospěch. Proto je součástí práce rozebrán právě satelitní systém GPS spolu se základy ovládání avioniky Garmin GNS řady 500. Výběr této avioniky je rozmanitý a každý nabízí mimo základní funkce mnoho dalších, se kterými se dá létat nejen za dohlednosti země, ale i podle pravidel IFR. Avšak logika všech těchto zařízení je velice podobná, proto základy v této práci tak mohou pomoci při ovládání jiných sérií avioniky Garmin GNS.

I když může být GPS velkým pomocníkem při létání, nesmíme zapomenout, že je to stále jen přístroj, jehož správná funkčnost závisí na mnoha faktorech, které se mohou pokazit i v průběhu letu. Navíc každý pilot musí dodržovat schválené předpisy, které mohou být pro každý stát více či méně odlišné.

I při dodržování pravidel a minimálních rozestupů však může dojít k situacím, kdy pilot ztratí vizuální kontakt se zemí a je odkázán pouze na přístroje. Zde se může GPS velice hodit a v případech nouze může zachránit nejen životy pilotů. Na závěr práce budou zpracovány a vyhodnoceny výsledky několika pilotů, kteří na leteckém simulátoru ČVUT plnili dva úkoly. Prvním úkolem bude ověřit, zda je pilot schopen za nepříznivých podmínek dodržovat trať právě pomocí GPS, aby mohl doletět do podmínek, kdy zas bude mít vizuální kontakt se zemí. Druhý úkol má prověřit schopnost pilota proklesat oblačností v případě nouze a bezpečně přistát na vhodném letišti.

1. Funkce a využití GPS

1.1 Systém GPS

Jedná se o celosvětový systém určování polohy – Global Positioning System. Jde o vojenský družicový systém provozovaný Ministerstvem obrany Spojených států amerických. Pomocí tohoto systému můžeme kdekoliv na zemi určit polohu, výšku a přesný čas. Přesnost určování polohy se pohybuje v řádu desítek centimetrů, ovšem pro civilního uživatele je přesnost schválně snížena přibližně na deset metrů. Systém GPS můžeme rozdělit do tří segmentů, a to kosmický segment, řídicí a kontrolní segment, uživatelský segment.

Kosmický segment:

Systém byl navržen celkem na 24 družic (4 družice na 6 orbitách), ve skutečnosti však činí přes 30 družic. Družice obíhají ve výšce 20 350 km nad povrchem Země na 6 téměř kruhových drahách se sklonem 55° k rovině rovníku. Oběžná doba družice je 11 hodin a 58 minut. Takovéto rozestavní družic nám umožňuje ve střední Evropě v každém okamžiku vidět 6 až 12 družic. Každá z družic je vybavena atomovými hodinami, anténami pro vysílání rádiových kódů, komunikaci s pozemními stanicemi a pro vzájemnou komunikaci mezi ostatními družicemi, raketovými motory pro korekci polohy, solárními panely a akumulátory elektrické energie. Obsahují také další vojenské zařízení například pro detekci jaderných výbuchů či startů balistických raket. [1, 2]

Řídicí a kontrolní segment:

Řídicí segment sbírá data o družicích, analyzuje je a dál s nimi pracuje. Zpětně předává družicím opravené údaje a koriguje jejich činnost. Součástí tohoto operačního systému je hlavní řídicí stanice, 18 monitorovacích stanic a 3 pozemní řídicí stanice. Hlavní řídicí stanice se nalézá v Colorado Springs a shromažďuje měření z monitorovacích stanic, které sledují pohyb družic a jejich vysílání. Data jsou dále předávána do pozemních řídicích stanic a odtud zpravidla jednou denně vysílána zpět k družicím. V případě odříznutí od pozemních stanic je systém schopen pracovat dále po dobu až 6 měsíců. [1, 2]

Uživatelský segment:

Uživatelé pomocí GPS přijímačů přijímají signály z jednotlivých družic, které v danou chvíli vidí (jsou nad obzorem). Zpracováním přijatých dat a předem definovaných parametrů dokáže přijímač vypočítat polohu ve třech rozměrech (zeměpisné souřadnice a výšku) a

zobrazí přesné datum a čas. Přijímač GPS se skládá z antény, předzesilovače, procesoru, časové základny a komunikačního rozhraní. [1, 2]

Pro systém GPS je vyhrazeno 5 frekvencí, na kterých vysílá radiové signály. Každé z frekvencí náleží jeden vysílací kanál. Prvním z nich je L1, kde je vysílán C/A kód (Coarse / Acquisition code), který je dostupný pro civilní uživatele, dále je šířen vojenský P(Y) kód (Precision code), který je šifrovaný a přístupný pouze pro autorizované uživatele. Kanál L2 vysílá pouze P(Y) kód. Kanál L3 slouží k již zmíněným detekcím startů balistických raket či jaderných výbuchů. Kanál L4 se využívá pro měření ionosférické refrakce (kvůli korekcím při určování polohy). Posledním je kanál L5, takzvaný Safety-of-life (SoL) signál, využívaný pro leteckou dopravu. [2, 3 ,4]

Každá z družic vysílá v krátkých časových intervalech tzv. navigační zprávu, která obsahuje informace o času vyslání zprávy (t_v) a o poloze družic. Tato zpráva se šíří rychlostí c , což je rychlost šíření elektromagnetických vln. Porovnáním času (t_v) a času, kdy přijímač tuto zprávu přijal (t_p) dostaneme vzdálenost mezi satelitem a přijímačem.

$$D = (t_p - t_v) \cdot c$$

Jelikož je tato zpráva zatížena množstvím chyb, nazýváme ji pseudovzdálenost. Další významnou chybu vzniká tím, že časy v satelitech a v přijímači nejsou synchronní. [1, 3]

Jestliže známe polohu družic a vypočítáme si pseudovzdálenost, tak z informací tří satelitů získáme polohu v prostoru. Rozdíly časů v satelitech a přijímačích eliminujeme pomocí informace ze čtvrtého satelitu. Z toho vyplývá, že pro určení zeměpisných souřadnic a výšky potřebujeme vidět alespoň 4 satelity. Abychom se na GPS mohli opravdu spolehnout, je třeba dostávat informace alespoň z 5 satelitů. Je to z toho důvodu, že kdyby jeden ze čtyř potřebných pro získání polohy vysílal špatné informace, pomocí pátého satelitu to máme šanci zjistit. [1]

Pro určení polohy musíme mít také definovanou souřadnou soustavu. Pro potřeby GPS byl definován World Geodetic System 1984 (WGS84). Tento systém definuje Zemi jako elipsoid s poloosami 6 378 km (rovník) a 6356 km (póly) s počátkem ve středu Země. Tímto dostaneme zeměpisné souřadnice – zeměpisnou šířku (latitude) a zeměpisnou délku (longitude). Zeměpisná šířka nabývá hodnot 0° (rovník) až 90° (póly), dále ji rozdělujeme na severní (N – North) a jižní (S – South). Zeměpisná délka nabývá hodnot 0° (nultý poledník) až 180° , dále rozděleno na východní (E – east) a na západní (W – west). Pomocí těchto souřadnic a výšky dokážeme určit polohu jakéhokoliv bodu. [1, 2]

Přesnost určování polohy je ovlivněna několika vlivy. Jsou jimi nepřesnosti dodržování polohy satelitů (efemeridy), relativistické efekty způsobují časovou desynchronizaci, ionosférická a troposférická refrakce (lom) rádiového signálu. Záleží také na prostředí, kde vlivem odrazů signálu dochází ke zpoždění a tudíž k dalším nepřesnostem. Velký vliv má také aktuální rozmístění satelitů na obloze. Nejvýznamnější chybu určení polohy způsobovala uměle zaváděná chyba Selective Availability (SA). SA mělo zabránit zneužití GPS pro navádění balistických raket. [1]

Od 1. května 2000 bylo SA zrušeno, tím se pro civilního uživatele docílilo přesnosti kolem 10 m. V určitých odvětvích je však i tato hodnota vysoká, proto existují další metody či systémy pro zpřesnění polohy, například SBAS (Satellite-Based Augmentation System) a GBAS (Ground-Based Augmentation System), které přijímají signál z družic, analyzují chyby a poté uživatelům vysílají korekce pro zpřesnění polohy. [1]

Jelikož je GPS řízeno Ministerstvem obrany Spojených států amerických, může tak kdykoliv dojít k dalšímu zavádění nepřesností či úplnému vyřazení systému, nedá se tudíž na GPS stoprocentně spoléhat.

1.2 Návod využití letecké GPS Garmin GNS 530

Obrázek č. 1 - Úvod



Zdroj: GNS400W-500W Trainer

Garmin GNS 530 je jedním z mnoha produktů firmy Garmin, která vyrábí zařízení využívající systému GPS pro získávání polohy. Jedná se o zabudované zařízení v palubní desce letadla – avioniku s barevným LCD displejem a dvěma otvory pro paměťové karty (databáze Jeppesen a databáze terénu). Garmin GNS rovněž slouží jako hlavní komunikační a navigační zařízení (COM1, NAV1).

V této práci je uveden stručný návod základních funkcí a ovládání zařízení Garmin GNS série 500. Logika ovládání zařízení jiných sérií však zůstává stejná, nebo velice podobná, lišící se v maličkostech.

Po spuštění zařízení je důležité zkontrolovat, zda je databáze aktuální a potvrdit tlačítkem ENT. V našem případě máme databázi, jež nabývá platnosti dne 25. října 2007 a platnost vyprší dne 22. listopadu 2007. Každých 28 dní proběhne k řadě změn a je tedy třeba databázi stále hlídat a aktualizovat.

Obrázek č. 2 - Databáze



Zdroj: GNS400W-500W Trainer

1.2.1 Zkratky a pojmy

ALT – altitude – výška nad střední hladinou moře

BRG – bearing – kompasový směr z aktuální polohy k cílovému bodu

CAS – calibrated airspeed – indikovaná rychlost opravena o chybu přístroje

DIS – distance – geodetická vzdálenost z aktuální polohy k cílovému bodu

DTK – desired track – směr trati mezi dvěma aktivními body

ETA – estimated time of arrival – čas, ve který je předpokládán přílet do destinace, závisí na rychlosti a naplánované trati

ETE – estimated time en route – čas, za který letadlo dosáhne dalšího bodu, závisí na aktuální GS

FF – fuel flow – průtok paliva – udává aktuální spotřebu

FOB – fuel on board – objem použitelného paliva na palubě letadla

GS – ground speed – rychlost letu vůči zemskému povrchu

HDG – heading – směr podélné osy letadla vůči magnetickému (kompasovému) severu -

TRK – track – průmět dráhy letu letadla na zemský povrch

VSR – vertical speed required – rychlost klesání potřebná k vyklesání ze současné polohy a výšky do potřebné výšky v daném bodě, závisí na aktuální GS

1.2.2 Tlačítka a jejich funkce

Obrázek č. 3 – GNS 530



Zdroj: GNS400W-500W Trainer

Tlačítka na levé straně:



Slouží k zapnutí či vypnutí GNS a k ovládní hlasitosti komunikačního rádia. Stlačením tlačítka dojde k vypnutí funkce squelch. Doporučuje se při zapnutí GNS vypnout funkci squelch pro kontrolu, aby nedocházelo k nechtěnému zahlcování komunikační frekvence z důvodu snížené hlasitosti rádia na minimum. Vedle nápisku COM se také při přijímání objeví nápis RX, při vysílání TX.



Slouží k ovládní hlasitosti identifikačního tónu naladěného VORu/Localizeru. Stlačením tlačítka dojde ke spuštění identifikačního tónu. U GNS řady 500 je radionavigační zařízení identifikováno i v rámečku pod VLOC frekvencemi. (freq 108,60 MHz odpovídá VORu Neratovice – NER)



Slouží k přepnutí aktivní/standby COM frekvencí. Dlouhým stlačením se naladí do aktivní pozice mezinárodní nouzová frekvence (121,500 MHz).



Slouží k přepnutí aktivní/standby VLOC frekvencí.



Větší otočné tlačítko slouží k ladění COM či VLOC standby frekvence v jednotkách MHz. Malé otočné tlačítko v jednotkách kHz. Stlačením tlačítka dojde k prohození ladění mezi COM a NAV (na displeji ve světle modrém rámečku).

Funkci těchto tlačítek by měl znát každý pilot letadla, v němž je GNS nainstalována, jelikož zpravidla ovládají hlavní komunikační (COM1) a navigační (NAV1) přístroje.

Tlačítka na pravé straně:



Šipkou „nahoru“ se zmenší měřítko mapy (2000 NM), šipkou „dolu“ se měřítko mapy zvětší (500 ft). Rozsah mapy je zobrazen v pravém dolním rohu mapy.



Stisknutím dojde k otevření nabídky „Direct-to“



Tlačítko menu nabízí různá nastavení odlišná pro každou ze stránek. Pro navigační mapu je důležitá funkce „Change fields“, kde si každý uživatel může nastavit výstupní hodnoty na displeji podle toho, co mu nejvíce vyhovuje.

Nejpoužívanější jsou: BRG – Bearing, DIS – Distance, DTK – Desired Track, ETA – Estimated Time of Arrival, ETE – Estimated Time En Route, GS – Ground Speed, TRK – Track, VSR – Vertical Speed Required, WPT – Waypoint



Slouží k vymazání informací či zrušení současné činnosti. Dlouhým stisknutím dojde k navrácení do první stránky skupiny NAV, bez ohledu na to, jaká činnost právě probíhá.









Slouží ke schválení, potvrzení, aktivování. Tímto tlačítkem se také potvrzuje aktuální databáze při spuštění GNS.



Velké otočné tlačítko slouží k přepínání mezi jednotlivými skupinami stránek NAV, WPT, AUX a NRST. Dále slouží k projíždění mezi jednotlivými položkami v seznamu při zapnutém kurzoru. Malé otočné tlačítko slouží k přepínání mezi jednotlivými stránkami každého oddílu. Stisknutím malého tlačítka dojde k zapnutí kurzoru.

Spodní řada tlačítek:

-  Přepíná navigační zdroj (GPS nebo VLOC), jehož výstup vidíme na CDI nebo HSI.
-  OBS tlačítko umožňuje přepnutí mezi automatickou a manuální sekvencí bodů na trati. Při zapnutém OBS módu lze také nastavit požadovaný kurz k/od bodu pomocí HSI či CDI.
-  Zobrazí systémové zprávy a varování o důležitých událostech.
-  Otevírá skupinu stránek s plánováním trati. Na první stránce lze vytvořit nový letový plán, na druhé stránce lze zvolit uložený letový plán. Pomocí nabídky MENU lze letový plán obrátit, kopírovat či vymazat.
-  Umožňuje vytvořit sestupovou rovinu pro dosažení zvolené výšky v určeném bodě.
-  Umožňuje zvolit přílety, odlety či přiblížení na letiště.

1.2.3 Stránky

Skupina NAV:

Stránka základní NAV – aktuální pozice letadla s pohledem „dopředu“ před letadlo, informace o DTK, TRK, DIS, GS, ETE a aktivní WPT, grafický CDI. Při letu podle plánu je vykreslena i trať letu. Na tuto stránku se vždy dostaneme podržením tlačítka CLR, nezávisle na tom, kde právě jsme

Obrázek č. 4 – NAV mapa 1



Zdroj: GNS400W-500W Trainer

Stránka mapy – aktuální pozice (symbol letadla), letiště, navigační zařízení, uživatelské WPT, hranice vzdušných prostorů, vodní plochy, řeky, dálnice, železnice a města. Na pravé straně 5 hodnot, které si uživatel může nastavit pomocí „Change Fields“. Na této stránce lze pomocí kurzoru (vyvoláme stisknutím pravého otočného tlačítka), kterým pohybujeme pomocí pravých otočných tlačítek, najet na symboly a zjistit tak více informací (například letiště, WPT, silnice, atd.) nebo použít Direct-to.

Obrázek č. 5 – NAV mapa 2



Zdroj: GNS400W-500W Trainer

Stránka terénu – zobrazuje terén a překážky v závislosti na aktuální výšce letu, která je vypočítávána podle GPS (výpočet výšky ovlivněn chybami příjmu satelitního signálu) a přepočtena na výšku MSL, aktuální pozici letadla a trať. Zobrazení terénu a překážek je vyznačeno dvěma barvami a to podle vzdálenosti od letadla. Žlutou barvou terén a překážky mezi 1000 ft a 100 ft pod letadlem, červenou barvou 100 ft pod a méně nebo nad úrovní letadla.

Obrázek č. 6 – NAV terén



Zdroj: GNS400W-500W Trainer

Stránka NAVCOM – poskytuje letištní komunikační a navigační (letišťe odletu, přiletu a po trati) frekvence. Ve vrchním řádku vybereme letiště (departure, enroute, arrival) a v tabulce se nám zobrazí použitelné frekvence. Pomocí kurzoru si můžeme frekvence naladit do pozice standby.

Obrázek č. 7 – NAV frekvence



Zdroj: GNS400W-500W Trainer

Stránka postavení satelitů – ukazuje aktuální pokrytí satelity na obloze (vnější kružnice horizont, střed je přímo nad letadlem), status (vyhledávání, příjem dat, 3D navigace, 3D diferenciální navigace), přesnost měření polohy, aktuální polohu (v zeměpisných souřadnicích), čas a GPS výšku.

Obrázek č. 8 – NAV satelity



Zdroj: GNS400W-500W Trainer

Skupina WPT:

Stránka AD – jméno, město, stát, poloha letiště v zeměpisných souřadnicích, nadmořská výška, typ paliva, které je možné na letišti koupit, typ přiblížení a vybavení letiště radarem.

Stránka RWY – informace o drahách, jejich délka a šířka, typ povrchu dráhy, osvětlení.

Stránka FREQ – seznam frekvencí využívaných na daném letišti s možností rychlého naladění komunikační frekvence pomocí kurzoru do pozice standby pro COM nebo frekvence ILS do pozice standby pro VLOC.

Stránka APCH – seznam všech použitelných postupů pro přiblížení daného letiště.

Stránka Arrival – seznam všech příletových tratí pro dané letiště (STAR).

Stránka Departure – seznam všech odletových tratí pro dané letiště (SID).

Stránka Intersection – informace o virtuálních navigačních fixech, jejich poloha v zeměpisných souřadnicích. Dále identifikaci, radiál a vzdálenost k nejbližšímu zařízení VOR, VORTAC či VOR/DME.

Stránka NDB – identifikace, jméno zařízení, město, stát, poloha zařízení v zeměpisných souřadnicích, používaná frekvence, a informace o tom, zda zařízení vysílá kromě své identifikace i zprávu o počasí.

Stránka VOR – identifikace, jméno zařízení, město, stát, magnetická deklinace, poloha zařízení v zeměpisných souřadnicích, používaná frekvence, a informace o tom, zda zařízení vysílá kromě své identifikace i zprávu o počasí.

Stránka USR – na této stránce lze definovat a uložit do databáze, později také modifikovat, až 1000 různých bodů (WPT). U každého bodu je informace o poloze dána dvěma radiály od dvou jiných bodů (například letiště, VOR, NDB, atd.), vzdáleností od jednoho z těchto bodů a také zeměpisnými souřadnicemi. Na této stránce lze nové body vytvářet.

Skupina AUX:

Stránka Plánování letu – tato stránka nabízí:

Fuel Planning, což nabízí výpočty pro hospodaření s palivem (pokud je letoun vybaven senzory, nebo pomocí ručního zadání hodnot),

Trip Planning nabízí informace o směrech, časech (například, ETA, ETE, západ a východ slunce), vzdálenostech a bezpečných výškách.

Density Alt / TAS / Winds při zadání vstupních hodnot vypočítá hustotní výšku, pravou vzdušnou rychlost, směr a sílu větru s výpočtem čelní (popřípadě zadní) složky.

Scheduler nabízí nastavení pravidelných zpráv, které se zobrazí na stránce MSG. Například je vhodné nastavit si pravidelné upozornění na prohození nádrží s palivem, nebo jednorázové upozornění s datem garanční prohlídky atp.

Crossfill se používá pro kopírování dat (letové plány, WPT, atd.) mezi dvěma systémy Garmin, pokud jsou v letadle instalovány.

Stránka Užitečné – tato stránka nabízí:

Checklist – lze nastavit až 9 checklistů s 30 položkami v každém z nich.

Flight Timers – stopky či časovač, automatické zaznamenávání času letu.

Trip Statistics – počítač vzdálenosti s výpočtem průměrné (a maximální) GS.

RAIM Prediction – dokáže určit viditelnost satelitů v daném místě a čase.

Software Versions – informace o verzi softwaru.

Database Versions – informace o aktuální Jeppesen IFR databázi, datum začátku a konce platnosti IFR databáze a o zabudované databázi světa.

Terrain Database Versions – informace o aktuální databázi terénu a překážek, datum začátku a konce platnosti databáze.

Stránka Setup 1/Setup 2 – tyto stránky nabízí nastavení, jako například citlivosti grafického CDI, jednotky (vzdálenost, výška, tlak, objem, teplota, heading), datum a čas, kritéria pro zobrazování nejbližších letišť (pro letoun se nehodí heliport) a nastavení frekvenční separace komunikačních kanálů (25 kHz nebo 8,33 kHz).

Skupina NRST:

Stránka Nejbližší letiště – název, směrník a vzdálenost od současné polohy (do 200 NM) k 25 nejbližším letištím, nejlepší možné přiblížení k letišti, frekvenci a délku nejdelší dráhy. Pomocí kurzoru můžeme na vybrané letiště letět Direct-to (najedeme kurzorem na název letiště a stiskneme tlačítko Direct-to), a nebo můžeme vybranou frekvenci rychle naladit do pozice standby pro COM.

Stránka Nejbližší Intersection (virtuální navigační fix) – název, směrník a vzdálenost od současné polohy (do 200 NM) k 25 nejbližším navigačním fixům.

Stránka Nejbližší NDB – název, směrník, vzdálenost od současné polohy (do 200 NM) a frekvenci 25 nejbližších NDB.

Stránka Nejbližší VOR – název, směrník, vzdálenost od současné polohy (do 200 NM) a frekvenci 25 nejbližších zařízení VOR. Podle symbolu lze rozeznat, zda je o samostatný VOR či o VOR/DME. Pomocí kurzoru můžeme naladit vybranou frekvenci do pozice standby pro VLOC.

Stránka Nejbližší WPT uživatele – název, směrník a vzdálenost od současné polohy (do 200 NM) k 25 nejbližším WPT, které si uživatel definoval a uložil do databáze.

Stránka Nejbližší ARTCC – název, směrník a vzdálenost od současné polohy (do 200 NM) k 5 nejbližším oblastním střediskům řízení letového provozu, jejich frekvence v užívání, které lze naladit do pozice standby pro COM.

Stránka Nejbližší FSS – název, směrník a vzdálenost od současné polohy (do 200 NM) k 5 nejbližším stanicím letové služby, jejich frekvence v užívání, které lze naladit do pozice standby pro COM.

Stránka Nejbližší vzdušný prostor – upozorňuje až na 9 nejbližších řízených nebo nějakým způsobem význačných vzdušných prostorů, pomocí kurzoru a tlačítka ENT lze zobrazit podrobnější informace o těchto prostorech. GNS také upozorňuje před vlétnutím do těchto prostorů pomocí stránky MSG.

1.2.4 Let po trati

Garmin GNS je vynikající pomocník pro let po dané trati, kterou chceme letět. Pro takový let se nejčastěji využívá stránka mapy skupiny NAV. Na mapě vidíme svou aktuální polohu. Mapa dále obsahuje vykreslenou naplánovanou trať, letiště, traťové body a uživatelské WPT, VOR, NDB, hranice vzdušných prostorů. Měřítko mapy si můžeme změnit podle aktuální potřeby pomocí tlačítka RNG.

Levý sloupec displeje zůstává na všech stránkách stejný. Nalezneme zde aktivní a standby frekvence pro komunikaci (COM). Další je aktivní a standby frekvence pro navigaci (VLOC). Dále identifikaci aktivního VOR/Localizer, radiál od pozemního zařízení a vzdálenost k tomuto zařízení.

V pravém sloupci máme 5 různých položek. V našem případě máme WPT - Waypoint, což je další bod na trati (aktivní bod), ke kterému se vztahují další informace. DTK – Desired Track, což je požadovaná trať od předchozího bodu k aktivnímu bodu. TRK – Track, je aktuálně letěná trať. Výhodou sledování TRK je, že nemusíme vypočítávat snos větru a tudíž snáze dodržíme požadovanou trať. DIS – Distance, je vzdálenost k aktivnímu bodu. GS – Ground Speed, je aktuální rychlost vůči terénu.

Pomocí tlačítka MENU a nabídky Change Fields lze jednotlivé položky vyměnit a přizpůsobit si tak stránku aby co nejvíce vyhovovala uživateli a také současné potřebě. Dalšími důležitými parametry mohou být například BRG – Bearing, zobrazí aktuální směr k aktivnímu bodu, ETA – Estimated Time of Arrival, vypočtený předpokládaný čas k aktivnímu bodu (závisí na aktuální GS, časový údaj v UTC), ETE – Estimated Time En Route, vypočtený čas k aktivnímu bodu (závisí na aktuální GS, udává, za jak dlouho do bodu doletíme), VSR – Vertical Speed Required, což je potřebná vertikální rychlost pro klesání k zadanému bodu (nebo k určité vzdálenosti před bodem, viz kapitola 1.1.7)

Obrázek č. 9 – Let po trati 1



Zdroj: GNS400W-500W Trainer

Při zapnutém módu GPS dostáváme výnos z GNS na palubní přístroj CDI, nebo v našem případě HSI. Při letu po trati přístroj neukazuje žádnou odchylku, indikace vypadá, jako bychom letěli po zvoleném radiálu.

Obrázek č. 10 – Let po trati 2



Zdroj: GNS400W-500W Trainer

Při odchylce od trati se břevno vychýlí ze střední polohy. Míra vychýlení je závislá na vzdálenosti od trati (nikoli úhlové vychýlce, jako by tomu bylo u VORu), přičemž rozsah stupnice je závislý na aktuální fázi letu a přepíná se automaticky, není-li nastaveno jinak (Let po trati ± 2 NM, Koncová řízená oblast ± 1 NM, APCH $\pm 0,3$ NM).

Při vypnutém módu GPS se zobrazí zkratka VLOC a palubní přístroj se nyní chová klasicky a reaguje na signál z pozemního radionavigačního zařízení, které máme naladěná na aktivní frekvenci.

1.2.5 Flight plan

Pomocí tlačítka FPL se dostaneme do nabídky letového plánu. Na první stránce si můžeme navolit jednotlivé body pro letěnou trať. Stisknutím pravého otočného tlačítka se objeví kurzor. Velkým otočným tlačítkem projíždíme jednotlivé body v seznamu, otočením malého tlačítka začneme zadávat příslušný bod. Písmena (popř. číslice) měníme pomocí malého otočného tlačítka. Jakmile nalezneme potřebný znak, pomocí velkého otočného tlačítka přejdeme k druhému znaku a opět stejným způsobem malým tlačítkem zadáme znak další. GNS nám podle databáze nabízí známé body. Pokud potřebujeme vložit nějaký bod mezi dva body již zadané, najedeme kurzorem na ten, před který potřebujeme nový bod vložit. K vymazání bodu slouží tlačítko CLR, poté se nás GNS zeptá, zda opravdu chceme daný bod vymazat. Pokud ano, potvrdíme tlačítkem ENT, pokud ne, stiskneme opět tlačítko CLR (nebo velkým otočným tlačítkem přejdeme na „No“ a potvrdíme ENT). Když budeme potřebovat navigaci mezi dvěma body v plánu (například pokud jsme použili funkci Direct-to a potřebujeme se vrátit zpět na trať), tak kurzorem najedeme na druhý z bodů a pomocí tlačítka MENU vyvoláme tabulku s nabídkou, kde zvolíme hned první možnost „Activate leg“ a potvrdíme dvakrát tlačítkem ENT.

Obrázek č. 11 – Flight plan



Zdroj: GNS400W-500W Trainer

Když máme náš plán úspěšně navolený, a víme, že tuto trať budeme využívat častěji, můžeme si pomocí nabídky MENU tento plán uložit do databáze. Tuto databázi najdeme na druhé stránce skupiny FPL. Uložit si můžeme až 19 různých tratí. Výběr ze seznamu provádíme opět kurzorem a velkým otočným tlačítkem. Plánek aktivujeme pomocí tlačítka MENU a výběrem „Activate Flight Plan“, potvrdíme tlačítkem ENT. Pokaždě se vracíme stejnou trasou i nazpět, využijeme možnost „Invert & Activate Flight Plan“. Invertovat plán

můžeme kdykoliv i na první stránce (například při potřebě vrátit se zpět ještě v průběhu letu) opět pomocí nabídky MENU.

Po vytvoření či zvolení a následném aktivování letového plánu je velice vhodné přejít na některou ze stránek s mapou a zmenšit měřítko tak, abychom viděli celou trať a tím se ujistili, že poletíme opravu to, co chceme. Trať máme mít zakreslenu v mapě a můžeme jí porovnat, navíc obrovských odchylek jako třeba bod vzdálený stovky mil v zahraničí bude na první pohled dosti nápadný a chybu můžeme včas opravit. Může se totiž stát, že přehlédneme název některého z bodů, či ho někdo před námi mohl v databázi pozměnit.

1.2.6 Direct-to

Jedna z velice významných funkcí GNS je funkce „Direct-to“. Při zvolení bodu a zapnutí této funkce začne GPS ihned navádět ze současné polohy přímo ke zvolenému bodu. Zadání body můžeme provést dvěma způsoby – buďto přímo z jakékoli stránky tlačítkem se symbolem „D“ se šipkou, nebo výběrem bodu ze seznamu či letového plánu pomocí kurzoru.

Bez ohledu na to, na jaké stránce zrovna jsme, stisknutím tlačítka Direct-to vyvoláme tabulku, do které zadáme písmenný kód bodu, ke kterému chceme přímo letět. Název bodu zadáváme stejně jako do letového plánu. Jakmile máme bod zadáný a máme zkontrolováno, že je bod zadán správně, potvrdíme tlačítkem ENT. Rozbliká se nápis „Activate“ a druhým stisknutím tlačítka ENT tento bod aktivujeme. GNS přejde do stránky s mapou a zobrazenou novou trať.

Obrázek č. 12 – Direct-to 1



Zdroj: GNS400W-500W Trainer

Další možností je výběr bodu z letového plánu. Stisknutím tlačítka FPL zobrazíme stránku s aktivním plánkem, kde máme veškeré námi zadané body na trati. Stisknutím pravého otočného tlačítka zapneme kurzor a dostaneme se do seznamu bodů. Bod, na kterém máme kurzor, začne blikat, dále otáčením velkého tlačítka projíždíme seznamem. Jakmile najdeme bod, na který potřebujeme letět, stiskneme tlačítko Direct-to, objeví se tabulka s vybraným bodem a jedním stisknutím tlačítka ENT bod potvrdíme, druhým stisknutím aktivujeme. Pokud tento bod nebyl posledním v seznamu, GNS se vrátí zpět k navigaci podle plánu.

Obrázek č. 13 – Direct-to 2



Zdroj: GNS400W-500W Trainer

Bod pro navigaci Direct-to můžeme také vybrat z jiných seznamů, které GNS nabízí, například ze stránek skupin WPT či NRST, a to stejným způsobem, jako ze stránky FPL pomocí kurzoru a velkého otočného tlačítka, dále tlačítkem Direct-to.

1.2.7 OBS

Zapnutím funkce OBS přerušíme automatickou sekvenci bodů (při vypnutí se po přeletění bodu nastaví jako aktivní další v pořadí dle FPL) a současný aktivní bod se stane bodem referenčním. Dalo by se říci, že se tento bod začne chovat jako VOR a pomocí nastavení CDI či HSI si zvolíme pomyslný radiál, který se nám promítne na mapu GNS. Tímto způsobem si můžeme usnadnit přilet na letiště tím, že si při zapnuté funkci OBS nastavíme směr dráhy a poté ho podle navigačních přístrojů udržujeme. Na obrázku můžeme vidět přiblížení na letiště Vodochody, kde máme nastavený směr konečného přiblížení pro dráhu 28 (DTK 281°).

Pro klesání k letišti si můžeme vypočítat sestupovou rovinu například pomocí pravidla 1:60. Pro klesání pod 3° úhlem nám vyjde, že na 1 NM musíme sklesat přibližně o 300 ft. Při

počítání si musíme uvědomit, že počítaná vzdálenost není k prahu RWY, ale k vztažnému bodu letiště.

Při nastavení funkce VNAV si můžeme vytvořit i sestupovou rovinu díky výpočtům GNS a tím přiblížení k dráze více zefektivnit.

Obrázek č. 14 – OBS 1



Zdroj: GNS400W-500W Trainer

Obrázek č. 15 – OBS 2



Zdroj: GNS400W-500W Trainer

1.2.8 VNAV

Funkce VNAV – Vertical Navigation – umí vytvořit trojrozměrný profil letu. Z aktuální polohy a výšky dokáže vypočítat vertikální rychlost tak, abychom doletěli do určeného bodu v námi zadané výšce. Využití VNAV se velice hodí pro sklesání například do okružové výšky v blízkosti cílového letiště.

Obrázek č. 16 – VNAV



Zdroj: GNS400W-500W Trainer

Pomocí tlačítka VNAV se dostaneme do stránky s nastavením, zde pomocí kurzoru a velkého otočného tlačítka projíždíme tabulkou. Malým otočným tlačítkem pak měníme jednotlivé položky, které potvrdíme tlačítkem ENT. V prvním řádku zvolíme výšku, do které chceme klesat. Výšku zadáme ve stopách a buďto „Above Wpt“ – výška nad bodem, nebo MSL – výška nad střední hladinou moře. V druhém řádku zvolím vzdálenost v NM, poté jestli chceme výšky dosáhnout před – Before, nebo za – After (lze pouze při aktivním FPL, pokud není cílový bod posledním z bodů) zvoleným bodem, a konkrétní bod, ke kterému se výška se vzdáleností vztahují. Jako poslední nastavíme požadovanou vertikální rychlost ve stopách za minutu. GNS nám vypočítá VSR – Vertical Speed Required, což je vertikální rychlost, kterou kdybychom dodržovali, dostaneme se do určeného bodu v zadané výšce. Pro dodržení přednastaveného vertikálního profilu máme v položce STATUS vypočtený čas, kdy se vertikální profil bude rovnat VSR. Pokud jsme na jiné stránce, tak minutu před zahájením klesání se objeví upozornění ve stránce MSG.

Obrázek č. 17 – VSR



Zdroj: GNS400W-500W Trainer

Funkci VNAV lze využít pouze pokud letíme podle aktivního letového plánu, a nebo pokud máme zvolený bod Direct-to.

Vertikální profil lze také využít společně s funkcí OBS. Získáme tak směrové i vertikální vedení po trati a lze tak efektivně sklesat přímo na přistání na cílovém letišti, nebo v případě nouze proklesat oblačností.

1.2.9 Vytvoření WPT

Do databáze GNS si může uživatel vložit i své vlastní body. Na stránce USR ve skupině WPT pomocí pravého otočného tlačítka vložíme název nového bodu. Polohu tohoto bodu máme možnost určit dvěma způsoby.

Obrázek č. 18 – WPT



Zdroj: GNS400W-500W Trainer

Prvním způsobem je zvolení dvou referenčních bodů a dále dva ze tří údajů o poloze. Při zadání dvou radiálů od referenčních bodů dostaneme průsečík a pro kontrolu máme k dispozici vypočtený údaj o vzdálenosti. Nebo určíme vzdálenost na radiálu od prvního z bodů a pro kontrolu máme radiál od bodu druhého.

Druhý způsob spočívá ve vložení zeměpisných souřadnic (zeměpisná šířka „“ a zeměpisná délka „“). Souřadnice významných bodů najdeme na letecké mapě či v AIP, ostatní vlastní body si musíme nalézt například na internetu.

Po vytvoření bodu najedeme kurzorem na „Create“ a potvrdíme tlačítkem ENT.

Pozor při vytváření bodů na to, abychom si nezměnili některý z již existujících bodů důležitých pro leteckou navigaci (například traťové body). Může se to stát tak, že námi zvolený název už někde v databázi existuje a přepsáním tohoto bodu může dojít k pozdějším chybám při vytváření letového plánu.

Kapitola „1.2 Návod využití letecké GPS Garmin GNS 530“ byla vypracována na základě průvodce pilota systémem Garmin GNS série 530W [5] a na základně vlastních zkušeností získaných v průběhu výcviku a práce na simulátoru ČVUT.

2. Létání podle GPS

Velitel letadla je pilot určený provozovatelem nebo v případě všeobecného letectví vlastníkem k velení a pověřený bezpečným provedením letu.

Může jím být i instruktor při výcviku ve dvojím, nebo i žák při svých výcvikových sólo letech.

Velitel letadla, bez ohledu na to, ať už řídí-li letadlo či nikoli, odpovídá za daný let v souladu s pravidly létání, vyjma případů, kdy se velitel letadla smí odchýlit od těchto pravidel za absolutně nezbytných okolností v zájmu bezpečnosti. [6]

2.1 Pravidla pro let za viditelnosti

Definice:

VFR – let podle pravidel za viditelnosti

IFR – let podle pravidel letu podle přístrojů

VMC – meteorologické podmínky pro let za viditelnosti

Zvláštní let VFR – Let VFR, kterému vydala služba řízení letového provozu povolení k letu v řízeném okrsku v meteorologických podmínkách horších než VMC.

Všeobecná pravidla:

Minimální výšky letu – nad neobydlenou oblastí je minimální výška letu 150 m AGL (500 ft) nad obydlenou oblastí je minimální výška letu 300 m (1000 ft) nad nejvyšší překážkou v okruhu 600 m od této překážky. S výjimkou, kdy je to nezbytné pro vzlet nebo přistání, nebo s výjimkou, kdy tak povolil příslušný úřad, letadlo nesmí letět nad hustě zastavěnými místy (města, vesnice a jiná obydlená místa) nebo nad shromážděním osob na volném prostranství, pokud není ve výšce, která by v případě vzniklé nouze umožnila přistání bez ohrožení osob nebo majetku na povrchu země.

Velitel letadla je odpovědný za to, aby provedl veškerá opatření, včetně manévru pro vyhnutí se srážce s ostatním provozem. Letadlo nesmí letět v takové blízkosti jiného letadla, která by vytvářela nebezpečí srážky.

Minima VMC dohlednosti a vzdálenosti od oblačnosti pro let za viditelnosti:

Výška 3 050 m a výše (10 000 ft) AMSL – Letová dohlednost minimálně 8 km, vzdálenost od oblačnosti 1500 m horizontálně a 300 m (1 000 ft) vertikálně.

Výška pod 3 050 m (10 000 ft) AMSL a nad 900 m (3 000 ft) AMSL nebo 300 m (1 000 ft) AGL, podle toho, která z výšek je větší – Letová dohlednost minimálně 5 km, vzdálenost od oblačnosti 1500 m horizontálně a 300 m (1 000 ft) vertikálně.

Výška 900 m (3 000 ft) AMSL a méně nebo 300 m (1 000 ft) AGL, podle toho, která z výšek je větší – Letová dohlednost minimálně 5 km, vzdálenost od oblačnosti 1500 m horizontálně a 300 m (1 000 ft), v prostorech třídy F a G mimo oblačnost za viditelnosti země.

S výjimkou zvláštních letů VFR se lety VFR musí provádět tak, aby letadlo letělo při dohlednosti a ve vzdálenosti od oblačnosti stejné nebo větší, než je stanoveno výše.

S výjimkou, kdy je získáno povolení od stanoviště řízení letového provozu, lety VFR nesmí vzlétat nebo přistávat na letišti v řízeném okrsku nebo vstupovat do provozního okruhu nebo okrsku letiště, jestliže je základna nejnižší význačné oblačnosti nižší než 450 m (1 500 ft) nebo jestliže je přízemní dohlednost nižší než 5 km.

Lety VFR letadel, která nejsou vybavena pro lety IFR, nebo jsou vybavena pro lety IFR, ale pilot nemá kvalifikaci pro lety IFR, musí být prováděny za stálé viditelnosti země. Let nad oblačností může být proveden, není-li celkové pokrytí oblohy oblačností pod letadlem větší než 4/8 a je možné provádět let podle srovnávací navigace. [6, 7]

Pokud pilot letí letadlem vybaveným přijímačem satelitní navigace, stejně tak pro něj platí výše uvedená pravidla a předpisy. I kdyby byl pilot schopný letět podle GPS a dodržovat stanovenou trať, stále musí dodržovat minima dohlednosti a vzdálenosti od oblačnosti z důvodu, že se v okolí mohou pohybovat letadla letící IFR. Tato předpisem stanovená minima poskytují těmto letadlům čas pro vyhnutí se okolnímu provozu.

Jak je psáno výše, lety VFR nesmí být prováděny nad oblačností s celkovým pokrytím větším než 4/8 (SKC 0/8, FEW 1-2/8, SCT 3-4/8). Toto pravidlo ale nemusí platit všude. Například v sousedním Rakousku je povoleno letět nad oblačností za splnění určitých podmínek (dodržení vertikálního rozestupu nad oblačností 300 m). Je to z důvodu místních geografických podmínek – Alp. Při přeletu Alp je mnohem bezpečnější vyhnout se oblačnosti, kde je možné riziko námrazy, a také je let nad vrcholky pohoří bezpečnější než prolétávání údolími. Pro takovéto lety je GPS velice vhodným prostředkem, jak bezpečně dodržet trať a dostat se do cílové destinace. Avšak záleží na rozhodnutí pilota, jestli se vydá jednomotorovým letounem přes takovéto prostředí, aniž by viděl, co se nachází přímo pod ním.

2.2 VFR OTT

Jedná se o let nad oblačností bez dohlednosti země, nejedná se však o let podle přístrojů. Letu VFR OTT se využívá zejména pro vyhnutí se špatnému počasí a turbulencím.

Každý stát má svá pravidla určující podmínky, kdy má pilot povoleno letět VFR OTT. Je třeba se s těmito pravidly patřičně seznámit, zvláště když je let prováděn mezi různými státy, jelikož se mohou výrazně lišit, nebo nemusí být vůbec schváleny.

Většina zemí má požadavky na meteorologická minima, vybavení letadel a kvalifikace pilotů. Někde je potřeba vyžádat si povolení od řízení letového provozu (ATC clearance) nebo oznámit úmysl stanici letové služby (FSS). Piloti jsou povinni dodržovat minima VFR při klesání a stoupání nad mraky. Let skrz oblačnost nejsou povoleny. [8]

V Německu je možnost letět VFR OTT. Požadavky jsou:

- Minimální výška letu 1000 ft nad zemí, minimální meteorologické požadavky pro prostor třídy E

- Pilot je schopen udržet stanovenou trať / kurz

- Meteorologické podmínky na destinaci umožní klesat a přistát za VMC

- Pilot má platnou radiotelefonní licenci

- Letadlo musí být vybaveno VOR přijímačem nebo vybavením pro Basic RNAV [9]

V takovémto případě je GPS vhodným prostředkem pro dodržování stanovené trati, avšak za předpokladu, že s ním umí pilot správně a efektivně zacházet.

3. Lety podle GPS v osnovách výcviku privátního pilota

Průkaz soukromého pilota opravňuje vykonávat, nikoliv však za úplatu, funkci velitele nebo druhého pilota letadla příslušné kategorie letadel, který provádí neobchodní lety.

Pro získání této licence je zapotřebí splnit několik požadavků:

Žadatel o průkaz nesmí být mladší 17 let

Žadatel musí prokázat úroveň znalostí, odpovídající oprávněním uděleným držiteli průkazu způsobilosti soukromého pilota a odpovídající kategorii letadla, která má být uvedena v průkazu způsobilosti

Žadatel musí mít nalétáno nejméně 45 hodin doby letu (pokud nebyly přiznány úlevy, maximálně však 5 hodin)

Žadatel musí mít nalétáno na letounech nejméně 25 hodin ve dvojím a 10 hodin samostatné doby letu odpovídající požadované třídní kvalifikaci pod dozorem pověřeného letového instruktora, včetně 5 hodin doby letu samostatných mimoletištních letů, z nichž alespoň jeden musí mít celkovou letovou délku nejméně 270 km a musí zahrnovat dvě úplná přistání na dvou různých letištích

Žadatel musí absolvovat výcvik v letounech s dvojím řízením odpovídající požadované třídní kvalifikaci pod vedením pověřeného letového instruktora [10]

3.1 Teoretická část

Jedním z požadavků pro získání licence privátního (soukromého) pilota je minimálně 100 hodin teoretické výuky. Tyto teoretické znalosti zajišťuje ATO (Approved Training Organization) a zodpovídá za to, že výuka proběhne před tím, než bude žák připuštěn k teoretické zkoušce. Výuka by měla probíhat na učebně, může však být také použito jiných výukových metod, jako například interaktivní videa, filmy či počítačové prezentace.

Témata teoretické výuky:

Letecký zákon

Lidská výkonnost a omezení

Meteorologie

Spojení

Základy letu

Provozní postupy
Plánování a provedení letu
Všeobecné znalosti letounu
Navigace

Teoretické znalosti tématu GPS:

V rámci předmětu navigace (radionavigace) výuka zahrnuje informace o systému GPS. Základními body jsou:

Použití
Principy
Indikace a interpretace
Pokrytí
Chyby a přesnost
Faktory ovlivňující dosah a přesnost

Každý pilot by se tedy měl v rámci teoretické výuky dozvědět základní informace o tom, co je to systém GPS, jeho základní 3 segmenty, složení a princip činnosti každého z nich. Dále princip výpočtu a podmínky pro získání polohy přijímače. Měl by mít povědomí o tom, jaké chyby a odchylky může přijímač vykazovat a při jaké situaci je může čekat. Měl by být seznámen s tím, že GPS může pilot použít pouze jako doplňující informaci o poloze a výšce, v každém případě však musí svou polohu kontrolovat předepsanými postupy dle schválených dokumentů a publikací (např. ICAO mapa, AIP). [10, 11]

3.2 Praktická část

Po absolvování letecké teorie se žák dostává k praktickému výcviku. Výcvik začíná seznamovacím letem, kdy se žák seznámí s pocity, jež nastávají za letu. Při tomto letu je seznámen s provozem na pohybových plochách letiště a letištním prostorem s jeho význačnými orientačními body. Dále žák postupuje přes jednoduchou pilotáž (vodorovný přímočarý let, stoupání, klesání, zatáčky), lety na mezních hodnotách, lety po letištním okruhu, kde se žák naučí plánovat rozpočet na přistání a také opravovat vadná přistání. Před prvním sólo letem je potřeba žáka seznámit s pády a vývrtkami (zábrany vývrtek) a s nestandardními či nouzovými postupy, které mohou neplánovaně za letu nastat (vysazení motoru, nefunkční klapky či brzdy, poruchy přístrojů).

Jakmile pilot zvládá všechny tyto situace, nastává přezkoušení před prvním sólo letem. Samotný sólo let se skládá z dvou letů po letištním okruhu s úplným přistáním. Po prvním sólo letu následuje zdokonalování techniky pilotáže (ostré zatáčky, pády, vývrtky, spirály), další lety po okruhu (dual i sólo), nouzová a bezpečnostní přistání do terénu. Závěrem této fáze je pilot seznámen se základy letu podle přístrojů. Tento výcvik probíhá v blízkosti letiště a celkový nálet činí zhruba 20 – 23 hodin celkového náletu.

Další fází výcviku jsou mimoletištní navigační lety. V této fázi výcviku se žák učí přípravě a plánování letů po trati. Zpočátku se žák učí létat metodou srovnávací navigace (součástí je i navigační let v minimálních výškách – 500 ft), poté následují navigační lety s využitím radionavigačních zařízení (VOR, NDB, DME). Než žák přejde k sólo navigačním letům, je třeba ho seznámit s potupy při ztrátě orientace či zhoršení meteorologických podmínek.

Následuje přezkoušení před prvním sólo navigačním letem. Pokud žák splní podmínky přezkoušení, pokračuje ve výcviku v sólo navigačních letech. Veškeré tyto lety musí být schváleny instruktorem a jsou plánovány mimo řízené oblasti. V rámci těchto sólo navigačních letů musí žák zvládnout přelet o celkové délce více jak 270 km na dvě různá letiště než je letiště vzletu (jedna z podmínek pro získání pilotní licence).

Poslední částí výcviku jsou navigační lety v řízených prostorech. Veškeré tyto lety probíhají s instruktorem na palubě letadla.

Celkový nálet navigačních letů činí zhruba 19 – 21 hodin.

Zařazení výcviku létání podle GPS:

I kdyby měl žák odlétat celý výcvik na letadle, které nemá GPS, pořád má do celkového náletu 45 hodin nějakou rezervu. Tato rezerva je určena pro opakování některých částí výcviku (např. z důvodu dlouhé pauzy mezi jednotlivými lety) a také na přeškolení na jiný typ letadla. Určitě je vhodné vybrat si letadlo vybavené s GPS a využít těchto volných hodin. Systém GPS už se bere v letadle skoro jako samozřejmost. Ulehčuje práci pilotům, pomůže při ztrátě orientace, nabízí spoustu důležitých informací. Je ale nutné s ní umět patřičně zacházet.

Létání podle GPS by se do výcviku mělo vhodně vložit tak, aby nenarušilo ostatní úlohy, kterými musí žák projít a naučit se. Určitě nebude vhodné létat podle GPS v úvodu navigačních letů, jelikož povinností každého pilota je umět srovnávací navigaci. Je tedy vhodné vložit takovýto výcvik za sólo navigační a před lety do řízených prostorů. Zamezí se

tak využití GPS žákem při jeho sólo letech, kdy není hlídán instruktorem. Naopak je vhodné umět s GPS zacházet ještě před lety v řízených prostorech, jelikož tam jde o přesnost a dodržování trati, předejde se tak nebezpečnému pohybu malého letadla mezi komerční leteckou dopravou.

Před samostatným letem je vhodné se seznámit se systémem GPS, který bude za letu využíván. Při pozemní přípravě se dají využít počítačové simulátory, kde si žák osvojí ovládání GPS, může se pokusit splnit nějaké úkoly zadané instruktorem (například vytvořit letový plán, získat informace apod.). Další možností je vyzkoušet si systém GPS rovnou v letadle při zapojení k pozemnímu zdroji energie. Nejvíce informací lze získat z manuálu k danému systému GPS.

Za letu je důležité žáka naučit:

- dodržovat zadanou trať
- měnit trať během letu
- vrátit se zpět na trať
- rozdělit pozornost řízení letadla/ovládání GPS
- správně využít funkcí OBS a VNAV

Návrh výcviku létání podle GPS byl založen na rozboru materiálu leteckých škol – příruček pro výcvik soukromého pilota[12, 13]

4. Zkouška využití GPS za letu na leteckém simulátoru

Simulátor ústavu letecké dopravy ČVUT může posloužit pro nácvik letu nad oblačností či letu za snížené dohlednosti s využitím základních funkcí systému GPS (Garmin 500W série). Na tomto simulátoru byly provedeny dvě zkoušky s piloty různých dovedností pro vyhodnocení schopnosti navigace podle GPS, schopnost ovládní základních funkcí, dodržení stanovené trati a průlet oblačností za účelem přiblížení se k letišti.

Této zkoušky se zúčastnilo několik pilotů různých dovedností, s různým celkovým náletem v různé fázi výcviku – od pilotů, jež mají před zkouškou PPL až po piloty v integrovaném výcviku se základy létání podle přístrojů s náletem až 400 hodin.

4.1 Zadání úkolů

Před provedením úkolů je pilot seznámen s ovládním simulátoru. Provede vzlet a vyzkouší účinky kormidel, aby si zvykl na chování a reakce letounu. Nakonec letadlo uvede do horizontálního letu pomocí vyvážení s nastavením výkonu na cestovní režim.

4.1.1 Ovládní GPS za letu a dodržení trati

Před tímto úkolem je pilot seznámen se základními funkcemi systému GPS, aby byl schopen vytvořit letový plán, aktivovat první leg, vyhledat informace o jednotlivých bodech po trati, navolit frekvence COM a VLOC, využít funkci Direct-to. Dále je seznámen s jednotlivými skupinami stránek a jejich využitím za letu.

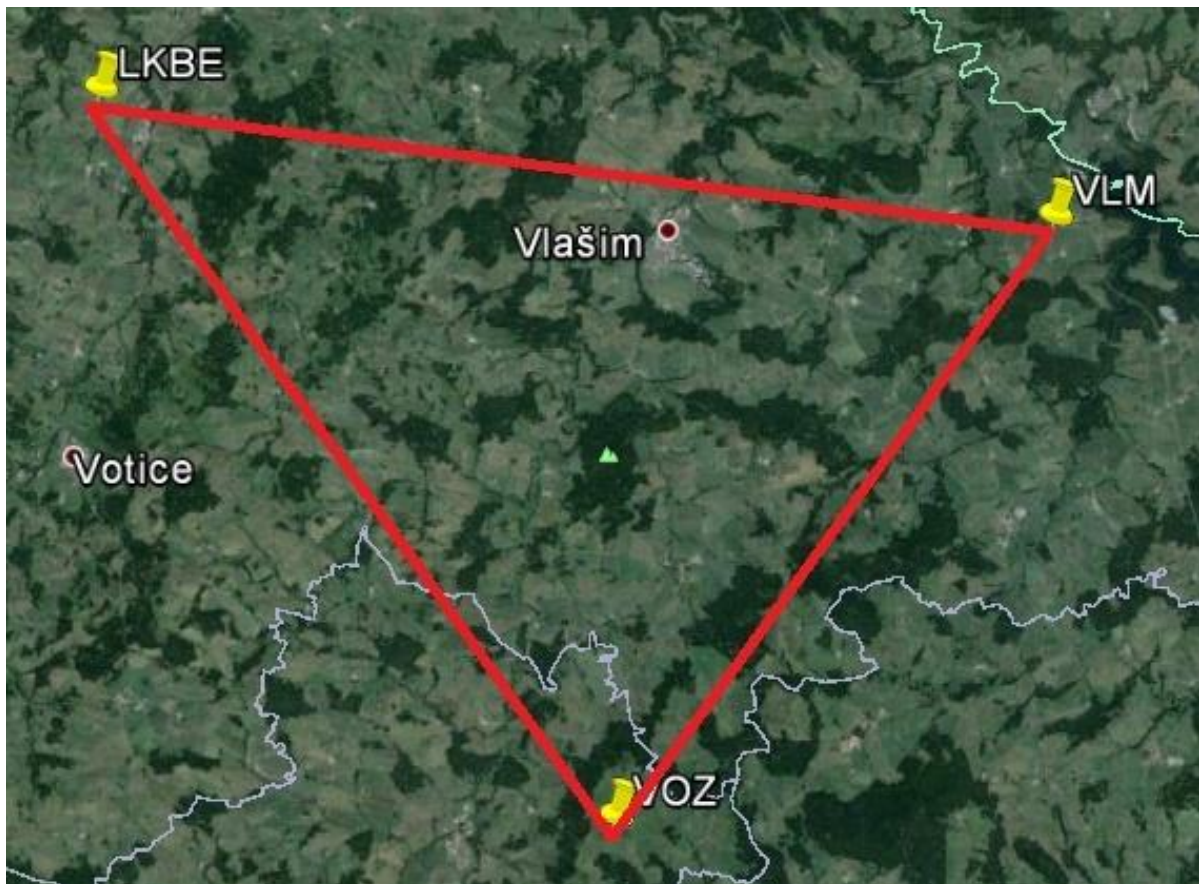
Trat': VLM (freq. 114,3 MHz) – VOZ (freq 116,3 MHz) – LKBE - VLM

Obrázek č. 19 Úkol 1 - GPS



Zdroj: GNS400W-500W Trainer

Obrázek č. 20 – Úkol 1 - mapa



Zdroj: Google Earth

Pilot začíná v poloze několik NM východně od VLM VOR (zeměpisné souřadnice N 49° 37', E 015° 09'), HDG 258° a výška 5500 ft AMSL. Pilot má za úkol nejprve nalétnout trať mezi body VLM a VOZ, dále se držet co nejlépe na trati. Mezi body LKBE a VLM dostane pilot instrukci, aby letěl na bod VOZ pomocí Direct-to. Pilot se po celou dobu letu snaží udržet výšku 5500 ft AMSL a letí tak nad oblačností s pokrytím 8/8. Pilot je po celou dobu snášen větrem, který vane ze směru 320° o rychlosti 25 kts.

Smyslem tohoto úkolu je prověřit, jak je pilot schopen nalétnout a udržovat stanovenou trať a zatačet pomocí GPS, jak je schopen orientovat se v GPS a ovládat ji za letu.

4.1.2 Sestup pomocí OBS s výpočtem klesání

Před tímto úkolem je pilot seznámen s funkcí OBS a indikací na CDI nebo HSI, aby byl schopen nastavit, nalétnout a udržet trať konečného přiblížení.

Pro výpočet sestupu využijeme pravidlo 1:60. Platí tedy:

Při 3° klesání letadlo sklesá 3 NM na vzdálenosti 60NM, což odpovídá klesání o 1NM na vzdálenost 20 NM. 1NM odpovídá 6080 ft. Vyjde nám, že na vzdálenost 1 NM musí letadlo sklesat o přibližně 300m.

$$\frac{3 \text{ NM}}{60 \text{ NM}} = \frac{1 \text{ NM}}{20 \text{ NM}} = \frac{6080 \text{ ft}}{20 \text{ NM}} = \frac{304 \text{ ft}}{1 \text{ NM}}$$

Letadlo letí ve výšce 5500 ft. Od té odečteme nadmořskou výšku letiště a vyjde nám, kolik ft musíme sklesat 4585 ft. Při klesání 304 ft/NM budeme potřebovat 15 NM. Musíme brát v úvahu, že GPS neukazuje vzdálenost k prahu dráhy, ale ke vztažnému bodu letiště, tudíž musíme započítat i délku poloviny RWY letiště.

$$\frac{5500 \text{ ft} - 915 \text{ ft}}{304 \text{ ft/NM}} = 15,08 \text{ NM}$$

$$\frac{8202 \text{ ft}}{2} = \frac{1,349 \text{ NM}}{2} = 0,6745 \text{ NM}$$

$$15,08 + 0,6745 = 15,7545$$

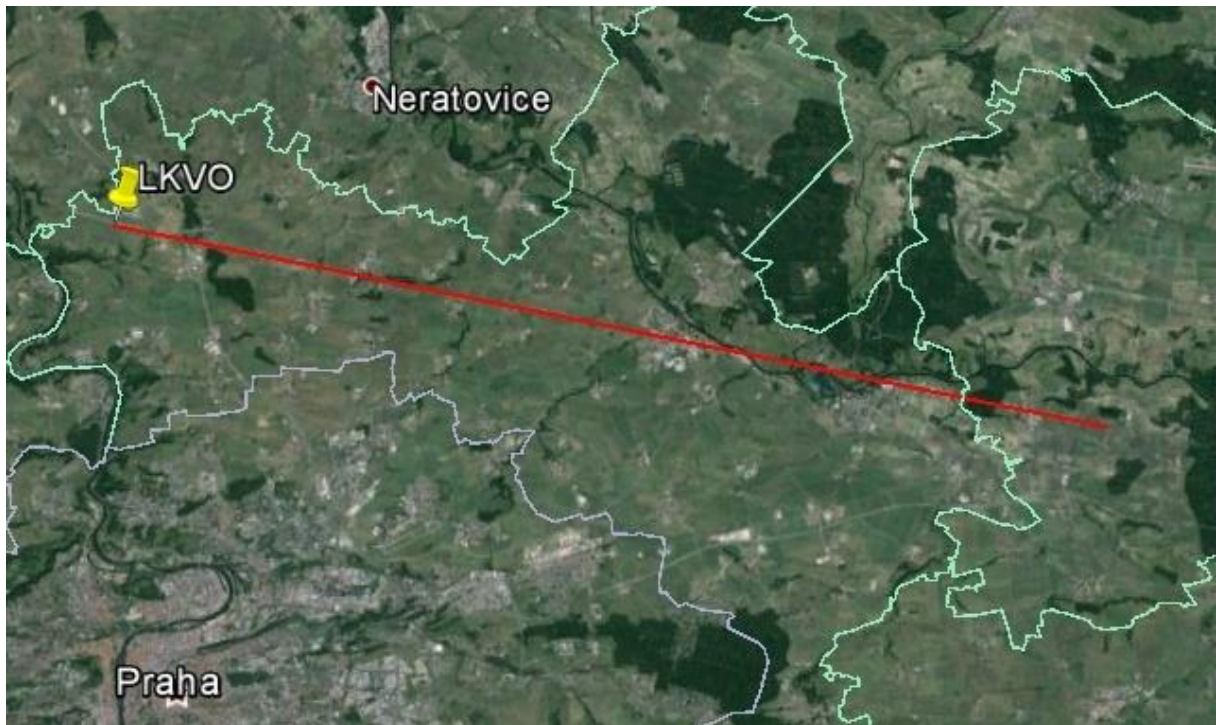
Z těchto výpočtů dostaneme výsledek – vzdálenost, ve které musíme začít klesat.

Obrázek č. 21 – Úkol 2 - GPS



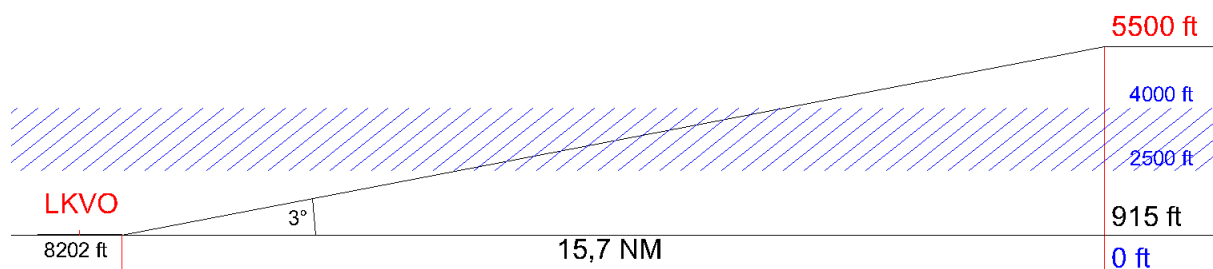
Zdroj: GNS400W-500W Trainer

Obrázek č. 22 – Úkol 2 - mapa



Zdroj: Google Earth

Obrázek č. 23 – Úkol 2 – sestupová rovina



Zdroj: Vlastní

Pilot začíná v poloze několik NM jižně od osy dráhy na letišti LKVO (letišťe Vodochody), ve vzdálenosti 21 NM od letiště (zeměpisné souřadnice N 50° 05', E 014°55'), HDG 326° a výška 5500 ft AMSL. Pilot má za úkol nalétnout a udržet trať konečného přiblížení 281°. Podle výpočtu ve správné vzdálenosti začít klesat 3° sestupem tak, aby měl na prahu dráhy nadmořskou výšku letiště. Při klesání bude pilot klesat skrz oblačnost s pokrytím 8/8. Základna oblačnosti je ve výšce 2500 ft AMSL, výška oblačnosti 4000 ft AMSL. Pilot je po celou dobu letu snášen větrem, který vane ze směru 320° o rychlosti 25 kts.

4.2 Nastavení podmínek pro let nad oblačností

Na instruktorském stanovišti v programu Instructor Station, položka „Environment – Advanced“:

Temperature	Teplota	25°C	
QNH		1013 hPa	
Wind direction	Směr větru	320°	
Wind speed	Rychlost větru	25 kts	
Wind gust	Nárazy větru	0 kts	
Wind turbulence	Turbulence	None	
Wind shear	Střih větru	Gradual	
Wind variance	Změny větru	0°	
Wind upper altitude	Horní hranice	10000 ft	
Cloud upper altitude	Výška oblačnosti	Layer 1	2500 ft
		Layer 2	2750 ft
		Layer 3	3000ft
Cloud lower altitude	Základna oblačnosti	Layer 1	3500 ft
		Layer 2	3000 ft
		Layer 3	4000 ft
Cloud coverage	Pokrytí oblačnosti	Layer 1-3	Overcast (8/8)
Cloud type	Typ oblačnosti	Layer 1-3	Stratus
Visibility upper alt	Horní výška dohlednosti	4000 ft	
Visibility lower alt	Spodní výška dohlednosti	2500 ft	
Visibility range	Dohlednost	1 - 1/2 SM	

Pozn. Ačkoli položky Cloud upper altitude a Cloud lower altitude nedávají zcela smysl, přesto se docílí lepšího výsledku simulace oblačnosti.

Nastavení zde popsané bylo použito při zkouškách na simulátoru. Podmínky jako jsou například směr a síla větru, základna a výška oblačnosti se dají libovolně měnit podle potřeb či přání pilota.

4.3 Vyhodnocení úkolů

4.3.1 Vyhodnocení úkolu „Ovládání GPS za letu a dodržení trati“

Většina pilotů, zvláště těch v pokročilém stádiu výcviku, již základní funkce GNS zvládala. Piloti, co ještě neměli PPL po seznámení s funkcemi GPS neměli problémy se zadanými úkoly. Všichni tedy byli schopni zadat si letěnou trať do stránky FPL a aktivovali si první aktivní leg – VLM – VOZ. Piloti, co již létají IFR výcvik si dokonce díky GNS vyhledali frekvence VORů a tím si pomáhali s naletěním a udržováním trati.

S naletěním prvního legu měli všichni piloti stejný problém, a to že začali točit o něco dříve a museli se pak na trať vracet.

První zatáčku u bodu VOZ letěli všichni piloti fly-by, tedy začali točit, ještě než doletěli na bod, aby naletěli další úsek trati směrem na letiště Benešov (LKBE). Tuto část trati už byli všichni piloti schopni dodržovat s odchylkou do 1NM.

Další zatáčku nad bodem LKBE většina pilotů začala točit předčasně, takže nemohli dotočit do kursu a na trať museli doletět. Jeden z pilotů (pilot ve výcviku IFR) zvolil odlišnou metodu, a to, že nad bodem LKBE začal točit vlevo s úmyslem naletět radiál majáku VLM. Nepočítal ale se snosem větru a pro naletění správné trati se musel vracet.

Na úseku LKBE – VLM byli piloti vyzváni, aby na GNS využili funkce Direct-to a letěli opět na bod VOZ. Téměř většina pilotů využila toho, že mají bod v letovém plánu. Při manipulaci s GNS měli piloti s menším náletem udržet trať i výšku letu. S naletěním trati Direct-to VOZ neměl žádný z pilotů problém.

Při dodržování výšky měli piloti odchylku ± 200 ft, při manipulaci s GNS dosáhla výchylna ± 300 ft.

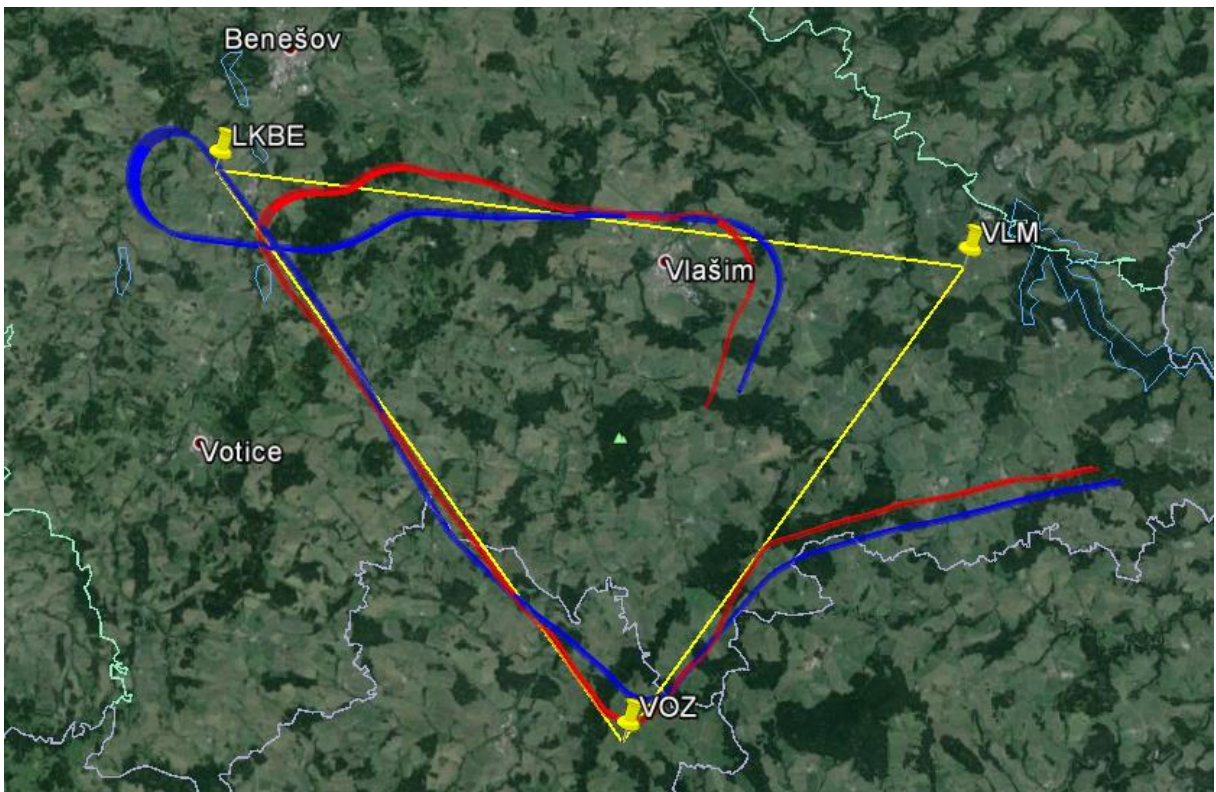
Při letu nad oblačností bez dohlednosti země není pro piloty problém dodržovat trať s pomocí GPS. Paradoxně nejlepšího výsledku dosáhl pilot s nejmenšími zkušenostmi, který se řídil výhradně GPS, porovnával svou trať s DTK a dokázal se tak udržet na požadované trati.

Obrázek č. 24 – Vyhodnocení úkolu 1 - GPS



Zdroj: GNS400W-500W Trainer

Obrázek č. 25 – Vyhodnocení úkolu 1 - mapa



Zdroj: Google Earth

Na obrázku je záznam dvou letů. Modře je vyobrazen let pilota se základy IFR, který si dopomáhal dalšími radionavigačními prostředky. Červeně je vyobrazen let pilota žáka před zkouškou PPL. Žlutá linka je trať, kterou měli piloti dodržovat.

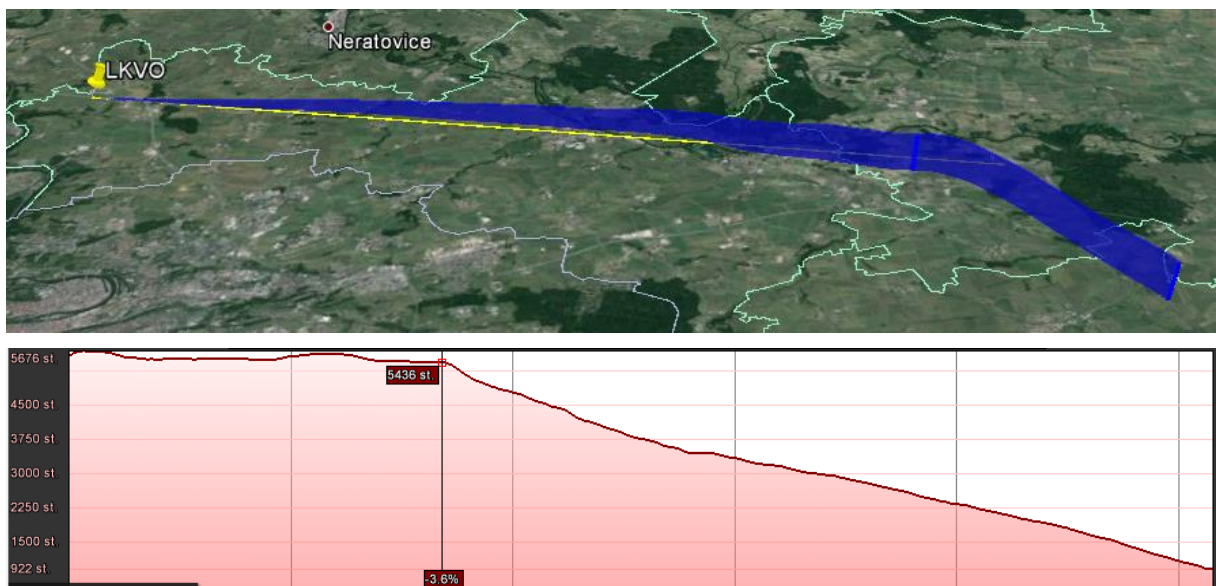
4.3.2 Vyhodnocení úkolu „Sestup pomocí OBS s výpočtem klesání“

Prvním úkolem pilotů bylo nastavit na GNS cílový bod – letiště Vodochody (LKVO) a na CDI trať konečného přiblížení 281°. Druhým úkolem bylo vypočítat si sestupovou rovinu a vzdálenost, kdy má pilot začít klesat.

Nalétnutí trati konečného přiblížení pro piloty nebyl až takový problém. V průběhu klesání však byl vidět rozdíl ve zkušenostech pilotů.

Záznam letu pilota se základy IFR:

Obrázek č. 26 – Vyhodnocení úkolu 2 – pilot 1

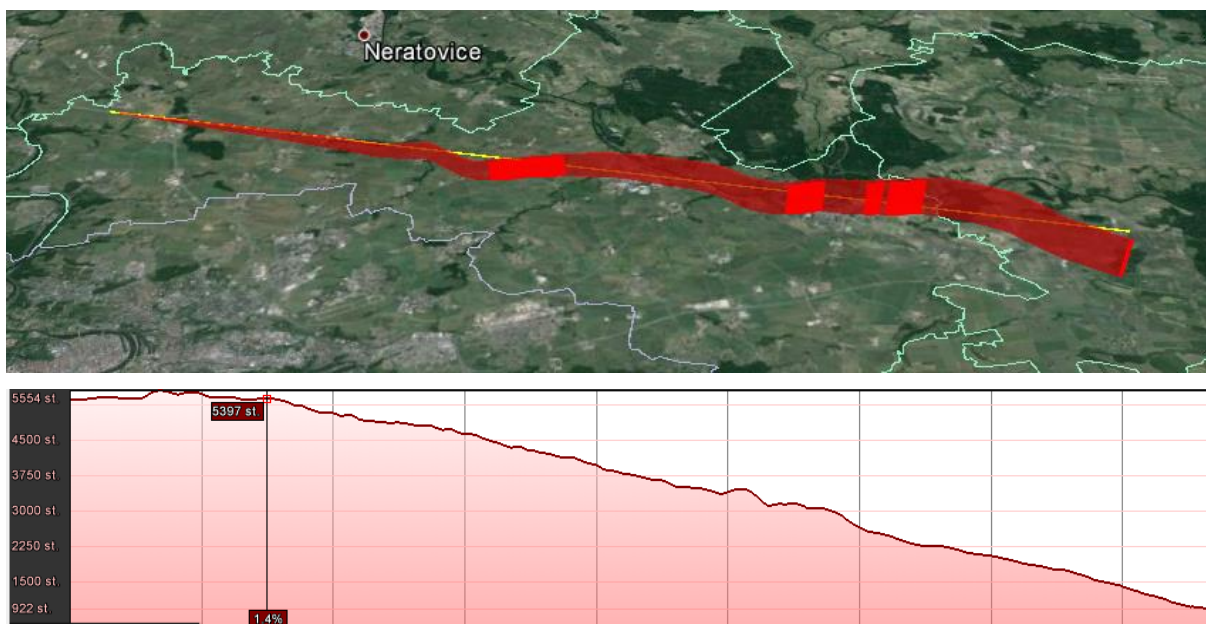


Zdroj: Google Earth

Ze záznamu je patrné, že pilot téměř dodržoval trať konečného přiblížení, před klesáním provedl úkony před přistáním a ve vzdálenosti 15,7 NM od bodu LKVO začal klesat. Zpočátku vypočtenou výšku podklesával, v průběhu letu však prováděl pravidelné mezivýpočty a výšku letu podle toho upravoval. Maximální klesání bylo 13,1%, což odpovídá úhlu přibližně 7,5°. Pilot sledoval převážně analogové přístroje – umělý horizont, výškoměr, variometr a dodržování trati sledoval pomocí CDI. Při proklesání oblačnosti (cca 1600 ft nad terénem) stále pokračoval podle výpočtů do vzdálenosti 3 NM od prahu dráhy. Odtud pokračoval vizuálně a na dráze přistál.

Záznam letu pilota před zkouškou PPL:

Obrázek č. 27 – Vyhodnocení úkolu 2 – pilot 2



Zdroj: Google Earth

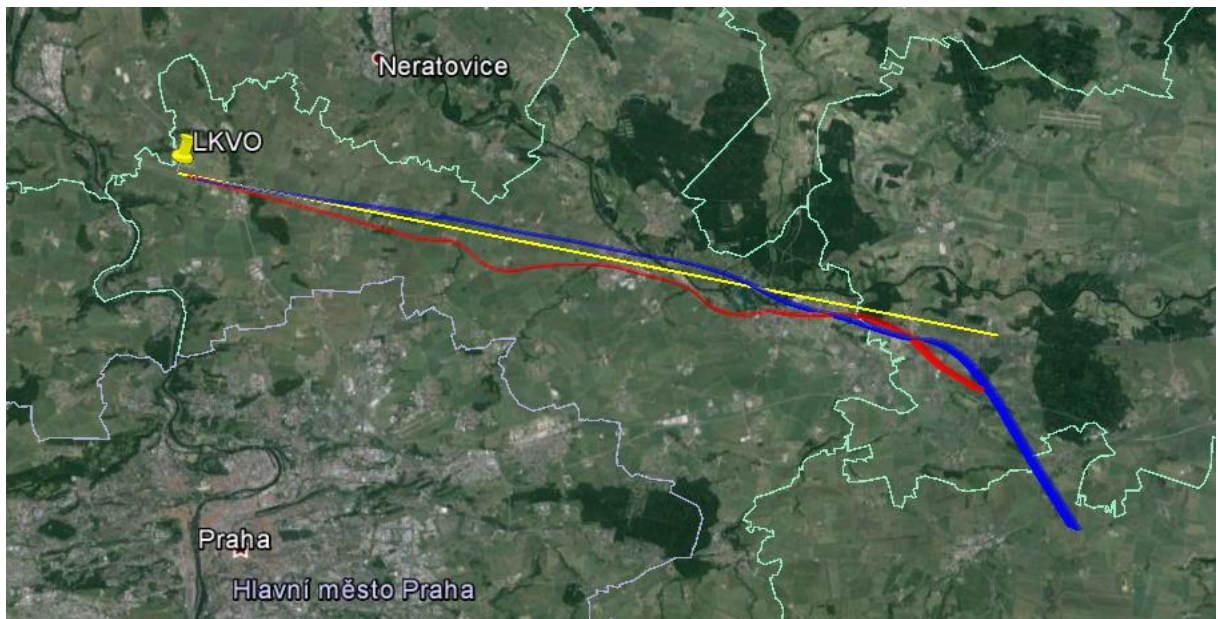
Pilot nejdříve naletěl trať konečného přiblížení, před klesáním, kde prováděl úkony před přestáním, začal mít problémy s dodržováním trati. Při klesání nad oblačností se na trať vrátil a dále klesal podle výpočtů. Při proklesávání oblačnosti pilot ze začátku dodržoval trať i úhel sestupu. Pilot sledoval především trať na displeji GPS a z tohoto důvodu si nevšiml levého náklonu, které vedlo k vychýlení se od trati. Při zpozorování chyby se začal soustředit na to, aby se vrátil zpět na trať, z toho důvodu přestal sledovat výškoměr a variometr a začal mít problémy i s dodržováním úhlu sestupu. Z výškového profilu je patrné, že dokonce v jednu chvíli začal stoupat, pak zbrklou opravou klesal úhlem skoro 11°. Jakmile se pilot dostal pod oblačnost, pokračoval vizuálním přiblížením až na práh dráhy.

Obrázek č. 28 – Vyhodnocení úkolu 2 – GPS



Zdroj: GNS400W-500W Trainer

Obrázek č. 29 – Vyhodnocení úkolu 2 – mapa



Zdroj: Google Earth

Na obrázku vidíme porovnání dvou přiblížení. Modře je vyobrazen let pilota se základy IFR. Červeně je vyobrazen let pilota žáka před zkouškou PPL. Žlutá linka je trať konečného přiblížení, kterou měli piloti dodržovat.

Závěr

Cílem bakalářské práce bylo seznámit piloty s využitím satelitních navigačních systémů, které se v letectví využívají. Pro tento účel je v práci seznámení s nejnámějším a nejvyužívanějším systémem – americkým GPS. Tento systém je využíván avionikou od firmy Garmin, kterou je vybavena většina letadel, zvláště v Americe a Evropě. Aby člověk mohl GPS využít, je potřeba se s ní seznámit. Tak jako ke každému přístroji, existuje i pro tuto avioniku manuál, ve kterém je dopodrobna vysvětleno vše, k čemu může sloužit. V rámci této práce byl vytvořen zkrácený manuál základních funkcí a ovládání jednoho z těchto systémů, konkrétně Garmin GNS série 500. Inspirací pro vytvoření tohoto manuálu byla originální příručka v anglické verzi spolu s počítačovou aplikací GNS400W–500W Trainer a hlavně praktické zkušenosti nabyté při leteckém výcviku, létání na leteckém simulátoru ČVUT, kde je přímo tento přístroj instalován.

V teoretické části základního výcviku soukromého pilota je žák se satelitními navigačními systémy dostatečně seznámen. Aby ale bylo dosaženo toho, že si pilot osvojí praktické používání konkrétního systému, bylo by vhodné zařadit lety podle GPS mezi výcvik navigačních letů a přeletů. Tyto lety ale musí být zařazeny tak, aby neovlivnily další povinné úlohy praktického výcviku. Rozborem příruček pro výcvik soukromého pilota je patrné, že výcvik létání podle GPS by měl být zařazen ke konci výcviku tak, aby žák na svých sólo letech byl nucen využívat srovnávací navigace a ne si dopomáhat satelitní navigací.

Závěrem práce byla analýza zkušebních letů několika pilotů, kteří plnili zadané úkoly na leteckém simulátoru. Prvním úkolem pilotů bylo zaletět co nejpřesněji určenou trať za pomoci Garmin GNS 500. Žádný z pilotů neměl výrazný problém danou trať dodržovat. Možností bylo dopomoci si při navigaci dalšími možnými prostředky. Jelikož byla trať navržena přes dva radionavigační majáky VOR, někteří z pilotů si využitím databáze GPS našli patřičné frekvence. Avšak schopnost navigace i podle jiných prostředků nebyla zrovna výhodou. Paradoxně nejlepšího výsledku dosáhl pilot, který je ještě ve výcviku a s GPS byl seznámen poprvé. Jelikož byl nad oblačností a viděl horizont, neměl problémy s přímočarým vodorovným letem a sledováním výstupu z GPS dokázal trať skvěle dodržovat. Druhým úkolem pilotů bylo proklesat oblačností za pomoci funkce OBS spolu s výpočtem sestupové roviny. Zde se již projevil rozdíl podle zkušeností jednotlivých pilotů. Nejlepšího výsledku dosáhl pilot, který je v pokročilém výcviku létání podle přístrojů. Avšak i začínající pilot si se situací poradil a podařilo se mu zadaný úkol bezpečně zaletět.

Ačkoli se jednalo pouze o statický letecký simulátor, který nedokáže v pilotovi navodit pocity z letu či strach o vlastní bezpečí, kdyby se v těchto situacích ocitl, přesto to piloti brali vážně a snažili se let provést tak, jak nejlépe uměli. Tímto by se dalo říci, že v nestandardních případech či nouzových situacích je možné si pomocí GPS pomoci bezpečně let dokončit.

Použité zdroje

- [1] KELLER, Ladislav a spol., Učebnice pilota 2013, nakladatelství letecké literatury Svět křídél, Cheb. První vydání duben 2013, ISBN – 978-80-87567-26-5
- [2] Oxford aviation academy – Navigation 2 – Radio Navigation, fourth edition, distributed by Transair (UK) Ltd, Shoreham, England. 2008
- [3] Radionavigace (062 00), Doc. Ing. Slavomír Vosecký, Csc., Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. Brno. 2006
- [4] http://www.aldebaran.cz/bulletin/2005_02_gps.php
- [5] Pilot's Guide & Reference, 500W Series, Garmin Ltd., 2007
- [6] <http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm> – Předpis L2
- [7] Commission implementing regulation (EU) No 923/2012
- [8] <http://www.tc.gc.ca/eng/civilaviation/publications/tp12775-menu-1641.htm>
- [9] http://www.gesetze-im-internet.de/luftvo/___32.html
- [10] <http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm> – Předpis L1
- [11] Acceptable Means of Compliance and Guidance Material to Part-FCL, European Aviation Safety AgencyPart-FCL
- [12] Příručka pro výcvik společnosti DSA, a.s.
- [13] Příručka pro výcvik společnosti F-air, spol. s.r.o.

Seznam obrázků

- Obrázek č. 1 Úvod
- Obrázek č. 2 Databáze
- Obrázek č. 3 GNS 530
- Obrázek č. 4 NAV mapa 1
- Obrázek č. 5 NAV mapa 2
- Obrázek č. 6 NAV terén
- Obrázek č. 7 NAV frekvence
- Obrázek č. 8 NAV satelity
- Obrázek č. 9 Let po trati 1
- Obrázek č. 10 Let po trati 2
- Obrázek č. 11 Flight plan
- Obrázek č. 12 Direct-to 1
- Obrázek č. 13 Direct-to 2
- Obrázek č. 14 OBS 1
- Obrázek č. 15 OBS 2
- Obrázek č. 16 VNAV
- Obrázek č. 17 VSR
- Obrázek č. 18 WPT
- Obrázek č. 19 Úkol 1 – GPS
- Obrázek č. 20 Úkol 1 – mapa
- Obrázek č. 21 Úkol 2 – GPS
- Obrázek č. 22 Úkol 2 – mapa
- Obrázek č. 23 Úkol 2 – sestupová rovina
- Obrázek č. 24 Vyhodnocení úkolu 1 – GPS
- Obrázek č. 25 Vyhodnocení úkolu 1 – mapa
- Obrázek č. 26 Vyhodnocení úkolu 2 – pilot 1
- Obrázek č. 27 Vyhodnocení úkolu 2 – pilot 2
- Obrázek č. 28 Vyhodnocení úkolu 2 – GPS
- Obrázek č. 29 Vyhodnocení úkolu 2 – mapa