

# VÝVOJ LETECKÝCH PRÍSTROJOV BEZMOTOROVÝCH LIETADIEL

## DEVELOPMENT OF FLIGHT INSTRUMENTS USED IN GLIDERS

**Diana Varholíková**

Air Transport Department, University of Zilina, Slovakia  
varholikova@stud.uniza.sk

**Branislav Kandra**

Air Transport Department, University of Zilina, Slovakia  
branislav.kandra@fpedas.uniza.sk

**Abstract** – *The theme of this paper is the development of flight instruments used in gliders. First part of the thesis describes the history of gliding followed by closely related description of development of the instrumentation. This chapter also looks into the history of flight instruments and the comparisons in evolution of the instrument panels and their contents of the instrumentation of gliders, which differ depending of their use, i.e. recreational, training or competitive flying purpose. The next chapter enumerating the instruments that the glider must contain. The fourth part contains a description of modern instruments and systems that replace classical devices with gradual development and provide a number of new features and views to the pilot. The last part is the design of new instrumentation for the VSO-10 glider, which is owned by Aeroclub Poprad. The change in the cockpit includes three versions of the proposal, which differ mainly on the basis of pricing. The section continues with the procedures and measures necessary to approve the replacement or construction of new proposed equipment in this type of glider.*

**Key words** – glider, gliding, flight instruments, instrumentation, navigation system, collision avoidance system.

### I. ÚVOD

Využitie leteckých prístrojov, či už bezmotorovom lietaní alebo lietaní motorovom je z hľadiska bezpečnosti ale aj dosiahnutého výkonu veľmi dôležité. V počiatkoch lietania piloti nevyužívali žiadne letecké prístroje a tak všetky informácie, ktoré zobrazujú terajšie letecké prístroje museli odhadnúť podľa toho, čo v danom momente videli a cítili. Letecká prevádzka bola teda obmedzená na lietanie za dobrého lietania a dobrej viditeľnosti.

Vývoj leteckých prístrojov je úzko spätý s vývojom samotného lietania a stále napreduje. Zobrazenie informácií prístrojového vybavenie nadobudlo s postupnou evolúciou elektronickú podobu a poskytuje pilotom čoraz viac presnejších informácií a funkcií, ktoré zvyšujú bezpečnosť leteckej prevádzky a výkon letu, vďaka ktorým došlo k skvalitneniu bezmotorového lietania.

V práci sme sa zamerali na opis histórie bezmotorového lietania spolu s históriou leteckých prístrojov. Pre porovnanie z hľadiska obsahu prístrojového vybavenia bezmotorových lietadiel sme vybrali tri typy vetroňov, ktoré sa líšia na základe ich využitia. Nemenej sme sa venovali predpisu, ktorý uvádza požadované letecké prístroje na palube vetroňov a taktiež opisom jedných z najmodernejších leteckých prístrojov a systémov, ktoré piloti bezmotorového lietania používajú. Prínosom tento práce bolo vytvoriť návrhy pre výmenu analógových prístrojov za ich moderné verzie vo vetroni VSO-10, ktorého vlastníkom je Aeroclub Poprad. Tu sme vytvorili tri varianty, ktoré sa líšia nie len z hľadiska výkonu navrhnutých prístrojov a systémov ale aj ich ceny.

### II. HISTÓRIA BEZMOTOROVÉHO LIETANIA

Obsahom tejto časti je opis histórie bezmotorového lietania spolu s vývojom bezmotorových lietadiel, ktoré úzko súvisia s evolúciou prístrojového vybavenia vetroňov. Najdôležitejšie udalosti a vývoj bezmotorového lietania sú rozdelené do časových období.

#### ZAČIATKY BEZMOTOROVÉHO LIETANIA

Záznam o prvom lete na klzáku pochádza z roku 1804, ktorý skonštruoval britský priekopník George Cayley, avšak prvý let bol realizovaný v roku 1883 na jednoplošnom klzáku z Otay Mesa neďaleko San Diega Josephom Montgomerym. Na základe rád od nemeckého prikopníka Ota Lilienthala, ktorý na rozdiel od svojich predchodcov zkonštruoval klzáky, ktoré boli plne ovládateľné, zostavil Percy Pilcher klzák s názvom The Bat, na ktorom bol v tom čase vykonaný rekord v uletení najväčšej vzdialenosti a to 250 m v mestečku v strede Anglicka [3]. Výrobou klzákami sa preslávili aj bratia Wrightovci, ktorí vyrábali klzáky so zložitým systémom skrútenia krídel nazývaného wing wrapping, čo bolo priaznivé pre vytvorenie väčšieho vztlaku na zdvihnutie klzáku do vzduchu a dali si patentovať techniku riadenia okolo troch osí [4].

#### OBDOBIE PO PRVEJ SVETOVEJ VOJNE

Zatiaľ čo sa po prvej svetovej vojne sa štáty okrem ostatné usilovali o zlepšenie výkonu motorových lietadiel, Nemci

vyvíjali stále výkonnejšie klzáky a vzdelávali sa v oblasti využitia atmosférických, ktoré napomáhajú k dosiahnutiu vyšších hodnôt v preletených vzdialenostiach za kratší časový interval. Práve v Nemecku sa konala prvá súťaž v bezmotorovom lietaní a taktiež boli prví, ktorí zriadili prvú leteckú školu plachtenia v USA [5]. V tomto období sa bezmotorové lietanie rozvíjalo aj na území Československa. V roku 1923 bol v Aeroklube Nitra skonštruovaný prvý vetroň s názvom Nitra-1 a práve členovia tohto Aeroklubu sa zúčastnili československej plachtárskej súťaže v Baně pri Zbraslavi. O rok na to bol vytvorený druhý vetroň, išlo o dvojplášnik s názvom Zobor-1 [6].

#### **OBDOBIE OD ROKU 1930 DO ZAČIATKU DRUHEJ SVETOVEJ VOJNY**

V roku 1931 Nemecký Gunther Groenhoff urobil nový rekord tým, že preletel vzdialenosť 272 km. Plachtenie sa na letných olympijských hrách v Berlíne v roku 1936 stalo olympijským športom. Po veľkom úspechu sa v súťažnom plachtení na olympijských hrách malo pokračovať aj v Tokiu, avšak v dôsledku vypuknutia druhej svetovej vojny boli olympijské hry zrušené [7]. V polovici tridsiatych rokov sa v Československu uskutočnili prvé národné plachtárske preteky generála M. R. Štefánika v Bánskej Bystrici. Pretekov sa zúčastnilo 35 pilotov a 18 vetroňov [8]. Prvé snahy o stavbu klzákov na území Českej republiky boli zahájené v roku 1933 v Zlíne, kde na sa zostrojili výkonných klzákov podieľala skupina študentov Brnenskej techniky. Historicky prvým vetroňom, vyrobeným v Zlíne bol klzák nemeckého typu s názvom Albatros. Ďalšie vyrobené klzáky niesli názov Zlín s číselným označením. Letecká výroba bola presunutá zo Zlína do Otrokovíc a niesla názov Zlínska letecká spoločnosť, a.s. [9].

#### **OBDOBIE POČAS DRUHEJ SVETOVEJ VOJNY**

Po vypuknutí druhej svetovej vojny sa klzáky začali používať na vojenské účely. Prvým klzákom, ktorý bol nasadený do druhej svetovej vojny bol nákladný klzák DFS230, ktorý bol navrhnutý Nemcami na skrytú prepravu výsadkových vojsk a ich výstroje. Práve použitím tohto klzáku s úspešným útokom na belgickú pevnosť bola prekážaná hlavná úloha vojnových klzákov počas tejto vojny. Veľká Británia sa stala druhou krajinou, ktorá začala s konštrukciou takýchto klzákov. Konkrétne išlo o výrobu približne 3800 kusov klzákov Horsa, ktoré použili pri výsadkovej akcii v Nórsku v roku 1942. Využitie klzákov počas vojny sa dostalo aj za oceán do Spojených štátov amerických, kde sa stal najpoužívanejším klzákom Waco CG-4 prezvaný Hadrian po rímskom cisárovi [10].

#### **OBDOBIE PO DRUHEJ SVETOVEJ VOJNE**

Dôvodom prečo sa plachtenie ako olympijský šport po skončení druhej svetovej vojny nevrátilo na olympijské hry bolo nedostatok klzákov, ktoré boli v dôsledku vojny zničené. Krajiny začali vyvíjať nové klzáky a nezaostávalo ani Československo, ktoré zostavilo klzáky na účely zdokonaľovania pilotov vo výcviku v oblasti bezmotorového lietania. Na Slovensku bol rok po skončení druhej svetovej vojny založený Slovenský národný aeroklub. Nadobudnutie väčšieho množstva vedomostí pilotov a zlepšenie technológií pomohlo vytvoriť nové rekordy v preletenej vzdialenosti. Prvé podujatie v športovom plachtení sa konalo v

roku 1948 na ostrove Samedan a uskutočňuje sa každé dva roky [7].

#### **VÝVOJ PO ROKU 1990**

Pri stavbe klzákov sa začalo s používaním nových kvalitnejších materiálov, s vytváraním nových tvarov krídel, začalo sa s elektronizáciou prístrojov. K uskutočneniu dlhších letov prispela aj presnejšia predpoveď počasia. Hoci neexistuje olympijská súťaž v plachtení, existujú majstrovstvá sveta aelbo si majstrovstvá v tomto športe organizuje každá Krajina individuálne.

### **III. VÝVOJ LETECKÝCH PRÍSTROJOV BEZMOTOROVÝCH LIETADIEL**

V letectve bolo veľmi dôležité využívanie stále novších leteckých prístrojov spolu s ich ďalším vývojom. Prevádzka bez použitia prístrojov bola obmedzená na lietanie za dobrého počasia a dobrej viditeľnosti, kedy pilot udržiaval vizuálny kontakt so zemou [2].

#### **KOMPAS**

Kompas patril medzi prvé prístroje, ktoré sa v letectve začali používať. Princíp ich fungovania ako prví objavili Číňania, pri hre podobnej šachu. Potenciál tohto objavu si hneď uvedomili a využili magnetické vlastnosti prírodnej magnetickej rudy na vývoj kompasu, naplneného kvapalinou. Kvapalinou naplnené kompasu však neboli dokonalými prístrojmi, pretože pri prudkom zatáčaní kompas zobrazoval nepresné informácie o smere. Presnosť kompasu pokročila v septembri roku 1929, kedy James Doolittle vykonal úspešný skúšobný let so smerovým gyrokompasom vyrábaným spoločnosťou Sperry Company [11].

#### **RÝCHLOMER**

Prvé prístroje na zobrazovanie rýchlosti boli rýchlomer mechanický a diferenciálny. Mechanické verzie týchto rýchlomerov boli považované za veľmi jednoduché a zobrazovali len obmedzené množstvo informácií. Prvým spoľahlivým ukazovateľom rýchlosti bol diferenciálny manometer, nazývaný velometer, ktorý navrhol Frank Short v Royal Aircraft Factory vo Farnboroughu v roku 1912. Prístroj bol naďalej vyrábaný firmou Casella a firmou Elliott Brothers so sídlom v Londýne [13].

#### **VÝŠKOMER**

V roku 1928 vynášiel Paul Kollsman v Spojených štátoch prvý prístroj na meranie výšky. Výškomer bol známy pod názvom Kollsman Window a jeho hodnoty boli uvádzané vo feetoch. Tento prvý barometrický výškomer pracoval na princípe merania vonkajšieho tlaku, ktorý sa s rastúcou výškou znižuje a práve tento tlak výškomer premieňal na výšku. Nameraná hodnota výšky bola vzhľadom k strednej hladine mora [12].

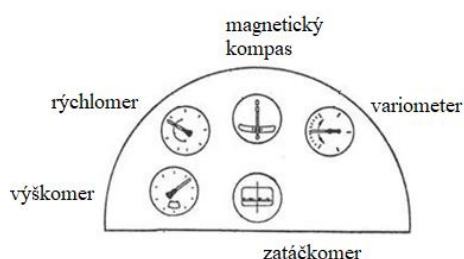
#### **VARIOMETER**

Veľkým pokrokom v bezmotorovom lietaní v oblasti vyhľadávania a zobrazovania sily stúpavých prúdov, bol vynález variometra v roku 1929. Bol vynájdený dvojicou nadšencov plachtenia Alexandrom Lippischom a Robertom Kronfeldom. Variometer na základe časovej zmeny statického tlaku meral

vertikálnu rýchlosť lietadla, teda rýchlosť stúpania a klesania. V postupnom napredovaní doby a techniky vznikol tento prístroj v roku 1978 aj v elektrizovanej podobe, ktorý pracoval na princípe chladiaceho účinku prúdenia vzduchu na prvok, ktorý sa nazýva termistor. V dnešnej dobe sú variometre doplnené o zvukovú signalizáciu, ktorých intenzita sa zvyšuje na základe vyššej vertikálnej rýchlosti. Tento zvukový signál umožňuje pilotovi sústrediť sa na vonkajšiu prevádzku vo svojom okolí, čím prispieva k zvýšeniu bezpečnosti [13].

#### ODPORÚČANÉ UMIESTNENIE PRÍSTROJOV DO PALUBNEJ DOSKY

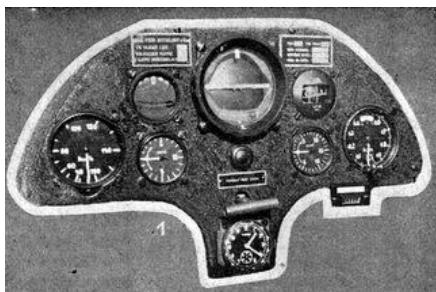
Postupnými vynálezmi leteckých prístrojov sa začalo uvažovať o ich správnom rozmiestnení na palubnej doske. Bolo jasné, že najlepší spôsob ich uloženia bolo pred pilotom, priamo v jeho výhľade na okolitú prevádzku. Rozmiestnenie prístrojov sa riadilo podľa dôležitosti prístrojov a teda najdôležitejšie prístroje boli implementované v hornej časti v strede palubnej dosky [1].



Obrázok 1: Základné umiestnenie leteckých prístrojov vo vetroni [Zdroj: Inž. TŮMA, J. *Letecké palubní přístroje. Praha: Naše vojsko, 1960.216s.*]

#### VÝVOJ PALUBNÝCH DOSIEK BEZMOTOROVÝCH LIETADIEL

Pre porovnanie obsahu prístrojového vybavenia na palubných doskách bezmotorových lietadiel sú vybrané tri typy vetronov. Zlín Z-25 je vetron, ktorý patril medzi prvú vyrobenú vetronu na území Československa po druhej svetovej vojne. Vetron Blaník-L13 patrí medzi najznámejšie na našom území, a to z hľadiska jeho primárneho využitia na výcvik žiakov. Tretím, a teda posledným vetronom je vetron ASW-27, ktoré piloti využívajú hlavne na športové či súťažné lietanie. Na základe priložených obrázkov je možné vyčítať, ktoré letecké prístroje sa používali na začiatkoch výroby klzákov s sledovať ich postupnú modernizáciu a elektronizáciu.



Obrázok 2: Prístrojová doska vetrona Z-25 [Zdroj: <https://www.gonzoaviation.com/clanok/pristrojove-vybavenie-sohaj-25>]



Obrázok 3 - Prístroje vetrona Blaník L-13 [Zdroj: <http://www.aeroklubpoprad.sk/node/445> ]



Obrázok 4: Prístrojová doska vetrona ASW - 27 [Zdroj: <https://www.youtube.com/watch?v=bBjyEmdb0MA&t=128s> ]

#### IV. PRÍSTROJOVÉ VYBAVENIE BEZMOTOROVÉHO LIETADLA PODĽA PREDPISOV

Podľa stanoviska č.1/2012 Európskej agentúry pre bezpečnosť letectva z 1. februára 2012 prílohy VII k návrhu nariadenia Komisie „Letecká prevádzka – OPS“ v časti NCO – IR a v podčasti D – Prístroje, údaje a vybavenie oddielu 3 – Vetronu, sú uvedené požadované letecké prístroje na palube bezmotorových lietadiel. Na základe tohto stanoviska je povinné vybavenie letových a navigačných prístrojov používaných vo vetronoch rozdelené do dvoch kategórií a to na letové a navigačné prístroje používané za letu VFR alebo za letu v oblačnosti.

Vetronu, ktoré sú prevádzkované podľa pravidiel letu VFR počas dňa musia byť vybavené prostriedkami, ktoré merajú a zobrazujú magnetický kurz, používaný pri motorových vetronoch, ďalej je to čas, ktorý je meraný v hodinách, minútach a sekundách, prístrojom na meranie tlakovej výšky a indikovanej rýchlosti.

Pri letoch v oblačnosti musia byť vetronu vybavené prostriedkami na meranie a zobrazovanie, magnetického kurzu, času v hodinách, minútach a sekundách, tlakovej výšky, indikovanej rýchlosti, vertikálnej rýchlosti a letovej polohy alebo zatáčania a sklzu. V prípade navigačného vybavenia prístrojov, musia byť vetronu vybavené takými prístrojmi, ktoré im umožnia postupovať v súlade s príslušnými požiadavkami pre vzdušný priestor a s letovým plánom ATS [14].

## V. MODERNIZÁCIA LETECKÝCH PRÍSTROJOV A SYSTÉMOV BEZMOTOROVÝCH LIETADIEL

Modernizácia leteckých prístrojov a systémov v bezmotorovom letaní je v súčasnej dobe veľmi žiaduca. Služi na uľahčenie práce pilota na palube lietadla, ale tiež na zobrazenie viacerých užitočných informácií, ktoré zvyšujú bezpečnosť leteckej prevádzky. Zoskupenie letových informácií na obrazovke jedného prístroja či systému je výhodou na zvýšenie sústredenia pilota. V tejto kapitole sú spomenuté navigačné, protizrážkové systémy a letecké prístroje používané na palube bezmotorových lietadiel, ktoré patria medzi jedny z najmodernejších.

### NAVIGAČNÝ SYSTÉM LX90XX A LX80XX

V tomto systéme sú nainštalované celosvetové terénne mapy a taktiež obsahuje databázy vzdušných priestorov a letísk. Zobrazenie vzdušných priestorov spolu s ich hranicami slúži na varovanie pilota pri vstupe do jedného z nich. Pilot tak nemusí venovať veľkú pozornosť sledovaniu klasickej mapy. Pri pripojení na internet je k dispozícii aj ponuka predpovede počasia, ktorú si pilot dokáže vyhľadať počas alebo pred letom, čo mu umožňuje sledovať aktuálnu situáciu. V rámci predpovede počasia je dostupný aj radar so zobrazením pohybu blížiacej sa preháňky s jej intenzitou. Pre pilotov vetroňov či už na športové alebo rekreačné lietanie je veľmi častý výber a zobrazenie traťových bodov. Pre rekreačné lietanie sú tieto body informatívne a nemajú žiadne ďalšie použitie. Avšak pri letaní športovom je nastavenie traťových bodov potrebné a vyžadujúce na splnenie zadanej úlohy. Po pristávaní má každý pilot možnosť zobrazenia štatistiky letu, ktorá vykresľuje preletenú trať, priemerné stúpanie alebo klesanie za určitú dobu, výškový profil, dobu letu a najvyššiu a najnižšiu dosiahnutú výšku. Tento typ navigačného systému má mnoho ďalších funkcií. Medzi ne môžeme zaradiť nastavenie bezpečnostnej výšky, nazývané aj výšková rezerva, ktorú prístroj pridáva k požadovanej konečnej výške zostupu pre zvýšenie bezpečnosti. Spolu s rôznymi funkciami, ktoré tento systém ponúka má systém k dispozícii viacero typov upozornení. Tieto upozornenia sa týkajú vstupu do vzdušného priestoru alebo upozornenie pilota pred možnou zrážkou s iným lietadlom. Ďalšou výstrahou je výšková výstraha, ktorá spočíva v upozorňovaní pilota, ak používa nesprávny údaj nastavenej nadmorskej výšky. Vtedy ho systém upozorní na vypočítaný rozdiel a vyžaduje od neho opravu. Poslednou výstrahou je výstraha časová, ktorej využívanie je nápomocné hlavne na súťažiacich, kedy pilotovi pripomína zostávajúci čas na ukončenie zadanej úlohy [16].

### PROTIZRÁŽKOVÝ SYSTÉM FLARM TYP LXNAX TRAFFICVIEW

Tento protizrážkový systém patrí medzi najmodernejšie typy v jeho oblasti. Obrazovka sa môže nachádzať v rozličných režimoch. Najpoužívanejším je režim na zobrazenie vlastnej polohy a poloh lietadiel na mape vzhľadom k svetovým stranám. K tomu sú k dispozícii informácie o identifikačnej značke lietadla, o jeho výške vzhľadom k vlastnému lietadlu, rýchlosť

stúpania alebo klesania a vzdialenosť akou sa od seba dve lietadlá nachádzajú. Tieto informácie sa nachádzajú aj pri textovom režime, avšak tu nie je zobrazená mapa. Pri prepnutí na režim traťových bodov sa zobrazí zadaná úloha s bodmi, ktoré je nutné splniť. Informácie poskytované pre pilota sú jeho výška, vzdialenosť od bodu a kurz, ktorý slúži na jeho dosiahnutie. Systém TCAS, ktorý je zabudovaný do tohto systému je pri väčšine lietadiel inštalovaný samostatne a v bezmotorových lietadlách sa často tento typ protizrážkového systému ani nenachádza. Implementácia systému TCAS do zariadení LNAX TrafficView je jednou z mála, ktoré sú do systémov podobného typu použité. Systém TCAS, ktorý sa nachádza v tomto zariadení poskytuje len informáciu o prevádzke (TA – traffic advisory), čiže o polohe narušiteľov. Nemá schopnosť a neposkytuje žiadne manévry na návrh riešenia konfliktu [15].

### VARIOMETER TYPOV S8X A S10X

V oblasti leteckých prístrojov slúžiacich na meranie vertikálnej rýchlosti patria medzi najmodernejšie a taktiež prístroje s poskytovaním viacerých informácií práve digitálne variometre typu S8x a S10x. Zobrazenia podľa druhu poskytovaných informácií môžeme rozdeliť do niekoľkých režimov. Informačný mód poskytuje údaje GPS, OAT, informácie o stave batérie, zobrazenie dátumu, presného aktuálneho času a času východu a západu slnka, zobrazuje súradnice zemepisnej šírky a dĺžky a navyše aj hodnoty preťaženia. Číselné hodnoty nadmorskej výšky a letovej hladiny sú prepočítané aj na metre a feety. Ak systém obsahuje takzvaný Port FLARM, hovoríme že sa variometer nachádza v móde FLARM. V tomto prístroji sú stvárnené základné informácie o lietadlách, ktoré sú taktiež vybavené týmto protizrážkovým systémom. Ďalší mód slúži na označenie sily stúpavých prúdov v okolí. Sila intenzity je zobrazená na základe veľkosti guľčiek a farebnej odlišnosti. Posledné dva módy slúžia na navigáciu k traťovým bodom a letiskám podľa zadaných úloh s možnosťou prepnutia obrazovky na umelý horizont [17].

### VÝŠKOMER ACD-57

Modernizácia prístrojov na meranie výšky spočíva v jeho digitálnom zobrazení hodnôt s možnosťou nastavenia komunikačného zariadenia. Medzi takého prístroje môžeme zaradiť výškomer typu ACD – 57, ktorý je certifikovaný povolením ETSO, je ľahko čitateľný a veľmi spoľahlivý nie len v oblasti bezmotorového lietania, ale aj pri letaní na vrtníkoch či motorových letúňov, kde je možný výskyt silných vibrácií. Pri využití tohto typu len na meranie výšky, je toto zariadenie napojené je snímanie statického tlaku a na zdroj energie [18].

## VI. NÁVRH PRÍSTROJOVEJ DOSKY ŠPORTOVÉHO KLZÁKU AEROKLUBU POPRAD

V tejto časti bakalárskej práce je vytvorený návrh zmeny klasických leteckých prístrojov používaných vo vetroni typu VSO-10 za modernejšie a cenovo prístupné verzie týchto

prístrojov. Výber spomínaného vetroňa je z dôvodu jeho častého využitia členmi a žiakmi aeroklubu na športových súťažiach v bezmotorovom lietaní a taktiež z hľadiska rekreačného lietania zväčša v okolí Vysokých Tatier. Ak by bol v budúcnosti záujem aeroklubu o nahradenie aktuálnych prístrojov v tomto vetroni, bude táto časť slúžiť ako návrh pre ich možné zrealizovanie.

### VSO-10

Konkrétny typ vetroňa VSO-10 určený na návrh prístrojového vybavenia je v Aeroklube Poprad vedený pod imatrikulačnou značkou OM-1503 s výrobným číslom 150097 a konkrétne ide o variant VSO-10B Gradient vyrobený v roku 1984. Varianty VSO-10B a VSO-10C sa líšia len na základe typu podvozku, a teda či sa jedná o zaťahovací alebo pevný podvozok. Pri tomto konkrétnom type ide o vetroň so zaťahovacím podvozkom [19].



Obrázok 5: Vetroň VSO-10B Aeroklubu Poprad s imatrikulačnou značkou OM-1503 [Zdroj: <http://www.aeroklubpoprad.sk/node/475>]

### AKTUÁLNE PRÍSTROJOVÉ VYBAVENIE

Typy aktuálneho prístrojového vybavenia je zobrazené v tabuľke č.1.

Tabuľka 1: Aktuálne prístrojové vybavenie vetroňa VSO-10 [Zdroj: 19]

Letecký prístroj aktuálneho vybavenia vetroňa	TYP
Rýchlomer	LUN 1106-8
Kompas	LUN 1211-8
Výškomer	LUN 1124.03-8
Variometer	LUN 1147.10-8
Variometer	LUN 1141
Elektrický zatáčkomer	LUN 1221.1

### PRINCÍP FUNGOVANIA LETECKÝCH PRÍSTROJOV VSO-10

Rýchlomer je založený na meraní rozdielov tlakov a to celkového tlaku, ktorý je privádzaný zo snímača do tlakomernej krabice a statického tlaku, ktorý sa privádza do puzdra prístroja. Výškomer pracuje na barometrickom princípe

tlakomerných krabíc, ktoré reagujú na zmenu statického tlaku s meniacou sa výškou, a v súlade s danými prevodnými vzťahmi indikujú tieto zmeny tlaku v pomere k zodpovedajúcim výškovým hodnotám.

Tento vetroň využíva na meranie vertikálnej výšky dva variometre s tlakomernými krabicami. Statický tlak vstupuje do tlakomernej krabice, na ktorú z vonkajšej strany pôsobí aj tlak, ktorý sa nachádza v puzdre prístroja. Pri stúpaní alebo klesaní sa táto tlakomerná krabica deformuje a pomocou prevodovo-prenosového mechanizmu sa táto deformácia prenáša na stupnicu prístroja.

Magnetický kompas sa v tomto prípade nachádza na vrchnej strane prístrojovej dosky. Využíva magnetickú metódu založenú na využití vlastností permanentného magnetu, ktorý sa voľne otáča okolo svojej osi a udržiava polohu v smere magnetického poludníka [1].



Obrázok 6: Palubná doska vetroňa VSO-10 v Aeroklube Poprad [Zdroj: autor]

V ďalších častiach sú vytvorené varianty návrhov na zmenu prístrojového vybavenia palubnej dosky vetroňa VSO-10. Súčasťou každého variantu bude navrhnutý rovnaký magnetický kompas s priamym odčítaním, ktorý využíva poludníkové zložky na odčítanie magnetického pólu Zeme.

### VARIANTA

Do tejto ponuky som zahrnula prístroje, ktoré sú síce cenovo náročnejšie ale dosahujú vysoké výkony. Výmena by bola vykonaná pri všetkých doposiaľ používaných prístrojov a pôjde aj o doplnenie protizrážkového a navigačného systému a tiež o doplnenie letového zapisovača.

### VARIANT B

Pri návrhu tohto variantu som navrhla funkciami podobné prístrojové vybavenie ako v prvom prípade, avšak nie sú tu použité tie najnovšie systémy. Dôvodom návrhu pre kúpu starších variantov prístrojov a systémov ako sú v prvom návrhu je z hľadiska úspory financií, ktorá môže hrať pri výbere daného variantu veľkú úlohu.

### VARIANT C

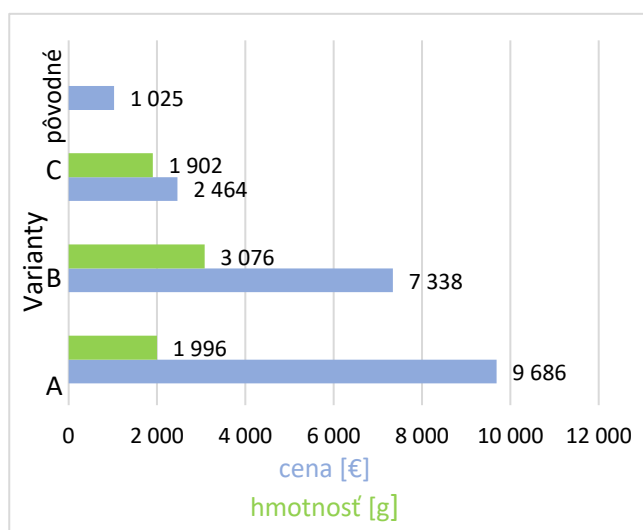
V poslednom variante sa v niektorých prípadoch nachádzajú rovnaké prístroje ako v predošlom variante a pre zníženie financií došlo k odstráneniu počtu variometrov a taktiež navigačného systému spolu s jeho ovládačom, ktorý pri predošlých variantoch patril medzi najväčšie finančné náklady.



Obrázok 7: Varianty návrhu prerábky prístrojového vybavenia vetroňa VSO-10 [Zdroj:autor]

#### POROVNANIE JEDNOTLIVÝCH VARIANTOV

Nasledujúci graf zobrazuje porovnanie jednotlivých variantov z hľadiska financií a celkovej hmotnosti.



Graf 1: Graf celkovej hmotnosti a ceny pôvodného prístrojového vybavenia a navrhnutých variantov [Zdroj: Autorské spracovanie]

## VII. ZÁVER

Cieľom práce bolo opísanie histórie a vývoja histórie bezmotorového lietania, ktoré je úzko späté s vývojom leteckých prístrojov, ktoré na sa palube bezmotorového lietania používajú. Taktiež sme v práci opísali jedny z najmodernejších leteckých prístrojov a navigačných a protizrážkových systémov, ktoré nahrádzajú analógové prístroje vo vetroňoch a ponúkajú pilotom zobrazenie väčšieho množstva informácií.

Prínosom v tejto práci je vytvorenie troch variantov návrhu nového prístrojového vybavenia pre vetroň VSO-10, používaného pilotmi Aeroklubu Poprad. Práve tieto vytvorené varianty môžu v budúcnosti poslúžiť Aeroklubu Poprad pre ich možné zrealizovanie.

Podľa zistených skutočností uvedených v práci môžeme predpokladať, že vývoj leteckých prístrojov bude neustále napredovať, ich výkon sa bude zlepšovať a budú pilotom zobrazovať čoraz viac užitočných informácií. Taktiež je možné povedať, že výrobcovia prístrojov a systémov dbajú na ich znižujúcu sa hmotnosť.

## REFERENCIE

- [1] KANDERA, B. 2015. Letecké prístroje. 1.vyd. Bratislava: DOLIS s.r.o., 2015. 205 s. ISBN 80-8181-017-6.
- [2] Kolektív autorov. 2013. *Učebnice pilota*. 1.vyd. Cheb: Svět křidel, 2013. 710 s. ISBN 80-87567-26-5.
- [3] Miriam Bibby. Percy Pilcher glider [online]. Dostupné na internete: <https://www.historic-uk.com/HistoryUK/HistoryofBritain/Percy-Pilcher/> (citované 2020-02-16)
- [4] National Air and Space Museum. The 1902 Glider [online]. Dostupné na internete: <https://airandspace.si.edu/exhibitions/wright-brothers/online/fly/1902/glider.cfm> (citované 2020-02-16)
- [5] AeroClub Stendal e.V.. The first gliding competition 1920 [online]. Dostupné na internete: <https://www.wgc2020.org/the-first-gliding-competition-100-years-ago/> (citované 2020-02-16)
- [6] Sabo Ivan. Prvé československé vetrone z Nitry [online]. Dostupné na internete: <https://www.gonzoaviation.com/clanok/prve-ceskoslovenske-vetrone-z-nitry> (citované 2020-02-16)
- [7] Cambrige University Gliding Club. History of gliding [online]. Dostupné na internete: <https://www.cugc.org.uk/about-gliding/history-gliding/> (citované 2020-02-17)
- [8] Sabo Ivan. Prvé národné plachtárske preteky M.L.L. Banská Štiavnica / 1935 [online]. Dostupné na internete: <https://www.gonzoaviation.com/clanok/i-plachtarske-preteky-sitno> (citované 2020-02-17)
- [9] Zlin Z-V. Počátek výroby letadel ve Zlíně [online]. Dostupné na internete: [http://zlinv.wz.cz/pocatky\\_vyroby\\_letadel\\_ve\\_zline.php](http://zlinv.wz.cz/pocatky_vyroby_letadel_ve_zline.php) (citované 2020-02-17)
- [10] Peter Wood. The Development of Glider Warfare During World War Two [online]. Dostupné na internete: <https://www.historic-uk.com/HistoryUK/HistoryofBritain/GlidersDuring-World-War-Two/> (citované 2020-02-17)
- [11] The Editors of Encyclopaedia Britannica. Compass [online]. Dostupné na internete: <https://www.britannica.com/technology/compass-navigational-instrument> (citované 2020-03-19)
- [12] Scott Williams. Kollsman window altimeter 1935 [online]. Dostupné na internete: <https://aviationglossary.com/kollsman-window-altimeter/> (citované 2020-03-19)
- [13] Essays, UK. The Evolution Of Basic Flight Instruments History Essay [online]. Dostupné na internete: <https://www.ukessays.com/essays/history/the-evolution-of-basic-flight-instruments-history-essay.php?vref=1> (citované 2020-03-19)
- [14] Európska agentúra pre bezpečnosť letectva. 2012. Príloha I k zastrešujúcemu nariadeniu o zmene a doplnení, ktoré sa týka leteckej prevádzky, Zmeny a doplnenia prílohy IV - Časť CAT (S, B). R.F010-02
- [15] LXNAV d.o.o.. LXTrafficView [online]. Dostupné na internete: <https://gliding.lxnav.com/wp->

content/uploads/manuals/LXTrafficViewManualEnglishVer0101rev3.pdf (citované 2020-02-28)

- [16] LXNAV d.o.o.. LX90xx and LX80xx [online]. Dostupné na internete: <https://gliding.lxnav.com/wp-content/uploads/manuals/lx90xx-80xxUserManualEnglishVer710rev25.pdf> (citované 2020-02-28)
- [17] LXNAV d.o.o.. S8x and S10x [online]. Dostupné na internete: <https://gliding.lxnav.com/wp-content/uploads/manuals/LX8x10xManualEnglishVer710rev29.pdf> (citované 2020-02-28)
- [18] Air Avionics. AIR Control Display 57 [online]. Dostupné na internete: [https://www.afg.ethz.ch/wp-content/uploads/documents/manuals/Garrecht\\_VT01\\_.pdf](https://www.afg.ethz.ch/wp-content/uploads/documents/manuals/Garrecht_VT01_.pdf) (citované 2020-02-28)
- [19] *Letová príručka kluzáku VSO 10. 2. vyd. 31 s.*
- [20] NOVÁK, A., TOPOLEČÁNY, R., BRACINÍK, T. 2009. Výcvik leteckých posádok s využitím nových technológií. Žilinská univerzita, Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov, 2009. - 94 s. ISBN 978-80-554-0108-9.
- [21] BUGAJ, M. 2011. Systémy údržby lietadiel. vyd. - V Žiline : Žilinská univerzita, 2011. - 142 s., ilustr. - ISBN 978-80-554-0301-4.
- [22] NOVÁK, A. 2011. Komunikačné, navigačné a sledovacie zariadenia v letectve. Bratislava : DOLIS, 2015. - 212 s. ISBN 978-80-8181-014-5.
- [23] BREZOŇÁKOVÁ, A., ŠKVAREKOVÁ, I., PECHO, P., DAVIES, R., BUGAJ, M. & KANDERA, B. 2019. The effects of back lit aircraft instrument displays on pilots fatigue and performance. Transportation Research Procedia Volume 40, pages 1273-1280.
- [24] ROSTÁŠ, J. & ŠKULTÉTY, F. 2017. Are today's pilots ready for full use of GNSS technologies? Transportation Research Procedia 28, pages 217-225.

Diana Varholíková – narodená dňa 30.07.1998 v Poprade absolvovala v roku 2017 Gymnázium na Ulici Dominika Tatarku v Poprade, následne od roku 2017 študovala na Žilinskej univerzite v Žiline odbor letecká doprava. Aktuálne sa zúčastňuje výcviku pre získanie kvalifikácie SPL.