



MODIFICATION OF THE OF THE VIPER SD-4 BRAKING SYSTEM

Kateryna Antoniuk
Air Transport Department
University of Žilina
Univerzitná 8215/1
010 26 Žilina

Filip Škultéty
Air Transport Department
University of Žilina
Univerzitná 8215/1
010 26 Žilina

Abstract

The Viper SD-4 is an excellent example of a Light Sport Aircraft (LSA) category of training aeroplanes. It is produced in Slovakia and used in several European countries and also in the United States of America. It is a very high-quality made aircraft, but some of the pilots say that it has one not very convenient component, which is the operation of the brake system. In this article researched how the brake system can be modified based on data from other brake systems used for the LSA category. The result of this research is the possible variants of the anticipated modifications and the analysis of the relevance of such changes.

Keywords

braking system, brakes, Viper SD-4, LSA, aircraft, modification, master cylinder

1. Úvod

Viper SD-4 je nádherné lietadlo a vynikajúci príklad letúna v kategórii LSA. Je vyrábané na Slovensku spoločnosťou Tomark ale obľúbené pilotmi po celom svete. Používajú ho na rôzne vyhlídkové lety ale aj na výcvik pilotov (obyčajných aj vojenských). Výcvikové centrum pri Katedre leteckej dopravy v Žilinskej univerzite v Žiline má vo svoje flotile Viper SD-4. Je to jeden z dôvodov zvolenia tejto témy. V tomto článku je spravený výskum o brzdových systémoch lietadiel kategórie LSA a navrhnutá najvhodnejšia modifikácia na osnove porovnávania a analýzy existujúcich variantov brzdových systémov.

2. VŠEOBECNÁ CHARAKTERISTIKA

2.1. Kategória CS-LSA

Light Sport Aircraft (LSA) alebo Ľahké Športové Lietadlo je definované ako lietadlo, ktoré spĺňa nasledovné požiadavky:

- Nepretlakovaná kabína;
- Maximálny počet miest vrátane s pilotom dva;
- Maximálna vzletová hmotnosť 600 kg pre obyčajne letúne a 650 kg pre lietadla určené na prevádzku vo vode;
- Maximálna pádová rýchlosť nie vyššia ako 83 km/h (45 uzlov);
- Maximálna vzdušná rýchlosť nie väčšia ako 120 uzlov;
- Pevná alebo na zemi nastaviteľná vrťuľa;
- Pevný podvozok;
- Samostatný piestový motor alebo elektrická pohonná jednotka vybavená vrťuľou[1].

Pod kategóriu CS-LSA sú zoradené: lietadla, klzáky, motorové padáky, lietadla s riadením hmotnosti a lietadla ľahšie ako vzduch (balóny a vzducholode)[2].

Okrem toho každé lietadlo musí prejsť certifikáciou a na to musí byť zaregistrované na Dopravnom úrade, správne označene, prejsť kontrolou, letová príručka a všetky ostatné súvisle dokumenty musia byť aktualizované a pri potrebe môže byť podrobené letovej skúške.

2.2. Výrobca

Ako už bolo povedané v úvode lietadlo Viper SD-4 je vyrábané spoločnosťou Tomark. Vznikla v roku 1995 v Prešove kde doteraz má sídlisko. Pôvodne spoločnosť sa zaoberala výrobou súčiastok pre strojárstvo primárne v odvetí automobilovej výroby a potom neskôr vznikla divízia TomarkAero, ktorá má na starosti už nie auta ale lietadla[3].

V roku 2006 vzlietol prvý Viper SD-4, ktorý bol zároveň aj prvým návrhom spoločnosti. Od roku 2010 lietadlo bolo schválené americkou Federálnou Leteckou Správou (Federal Aviation Regulations) ako také, čo spĺňa požiadavky na kategóriu LSA.

Postupne spoločnosť sa rozvíja a v tomto momente je držiteľom až 67 technických listov a certifikátov[4].

3. VIPER SD-4

Je to dvojmiestne, dolnoplošnikové lietadlo určené na športové, rekreačné, výcvikové lety a napríklad občas je používané aj na vlákание vetroňov.

3.1. Existuje niekoľko variant Vipro:

1. RTC – verzia certifikovaná agentúrou EASA. Bolo jedno z prvých v Európe, ktoré splnilo požiadavky predpisu CS-LSA AMDT.1. Dostalo certifikát, kvôli tomu že splna podmienku schopnosti dostať sa z vývrtky do 3 sekúnd. Certifikát oprávňuje vlastníkov RTC verzie využívať letún na výcvik pilotov[5].
2. AFT (Air Force Trainer) – verzia určená na výcvik vojenských pilotov. Má dobré letové vlastnosti, nízke prevádzkové náklady a moderné avionické vybavenie. Toto lietadlo je

dobré na nácvik letov podľa prístrojov, autopilota, núdzové postupy a presné priblíženie a pristátie podľa ILS a VOR[6].

3. NIGHT VFR – už z názvu je jasné že tato verzia existuje hlavne na nočné lety, podobné ako verzia RTC je držiteľom certifikátu SC-OLSA-div-01 od EASA , ktorý oprávňuje vykonávať lety VFR NOC [7].
4. Attack – tato verzia je špeciálna svojou zvýšenou bezpečnosťou a je používaná hlavne na rekreačné lety[8].

3.2. Konštrukcia

Ako skoro každé lietadlo aj Viper sa skladá zo základných častí ako trup, nosné plochy, chvostové plochy (zvislé a vodorovné), kabínu a podvozok .

Trup je tvorený škrupinovou konštrukciou a oceľovou protipožiarnou stenou, ktorá oddeľuje motorový priestor od priestoru pre posádku[9].

Krídlo má obdĺžnikový tvar, tvorené hlavným a pomocným nosníkom. Vybavené palivovou nádržou, krídelkami, výklopnými vztlakovými klapkami. Na koncoch krídiel sú kompozitové tvarové ukončenia určené na ochranu[9].

Vodorovná chvostová plocha tvorená výškovým kormidlom a zvislá vodorovná plocha je tvorená smerovým kormidlom a kýlovou plochou. Ovládané sú elektrický[9].

V kabíne sú dva sedadla vedľa seba. Kryt sa odklápa smerom hore a dozadu a má dvojbodové ovládanie uzatvárania prostredníctvom dvoch kľúčoch na vnútornej strane umiestnené oproti seba. V kabíne sú dva vetracie okienka a dva vetracie otvory, prietok pudiaceho vzduchu sa nedá regulovať[9].

Najdôležitejšia časť pre zvolenú tému je podvozok. Je trojkolesový: jedno predné koleso a dva hlavné. Hlavný podvozok je tvorený kompozitovými pružinami, kolesa sú brzdené hydraulickými kotúčovými brzdami, ktorí sú ovládané pákou, ktorá je umiestnená na stredovom paneli medzi pilotnými sedadlami. Predný podvozok je odpružený gumovým povrazcom, koleso je s možnosťou riadenia. Na všetkých kolesách sú aerodynamické kryty. Brzdené sú kolesa hlavného podvozku súčasne bez možnosti samostatného brzdenia každého kolesa. Páka ovládania hydraulických brzd je umiestnená na stredovom ovládacom paneli medzi pilotnými sedadlami pod pákou príjmu motora. Ak potlačíme na páku smerom dole vyvoláme samostatné brzdenie. Existuje možnosť zaistenia v zabrzdenej polohe tlačidlom na ľavej strane konzoly brzdového valca[9].

3.3. Charakteristika podvozkú podľa technických údajov

Odpruženie hlavného podvozku uskutočňuje sa prostredníctvom pneumatického systému a pomocou pružnosti nôh podvozku. Predné koleso je odpružené pomocou gumového lana[9].

Predné koleso nie je brzdené ale kolesa hlavného podvozku sú brzdené hydraulickými kotúčovými brzdami .

Čo sa týka rozmerov[9]:

- Rozchod podvozku– 2190 mm;

- Rázvor podvozku– 1270 mm;
- Rozmer kolesa predného podvozku– 5.00-5;
- Rozmer kolies hlavného podvozku– 4.00-6;

3.4. Brzdová sústava Viper SD-4

Viper SD4 má hydraulický brzdový systém, ktorý pozostáva z dvoch nezávislých okruhov. Každý okruh obsahuje brzdový valec, hadicu, kotúč a strmene[9].

Ako už bolo povedané, brzdy sú ovládané pákou. Keď potlačíme na páku vyvoláme hydraulický tlak, ktorý z brzdového valca prenáša sa do kotúča cez brzdovú hadicu a následne brzdové strmenia sa uzatvárajú a brzdia kotúč[9].

Okrem toho brzdový systém Viper SD4 je vybavený antiblokovacím systémom (ABS), ktorý by mal zabráňovať uzamknutie kolies počas brzdenia na klzavej ploche. Pracuje na princípe snímania a monitorovania rýchlosti kolies pomocou snímačov a reguluje hydraulický tlak tak aby nedošlo k uzamknutiu[9].

Ďalšou výbavou brzdového systému je parkovacia brzda, ktorá sa ovláda tlačidlom. Je mechanická, umiestnená na kolesách. Zabráňuje pohybu lietadla, keď je na zemi a hlavný brzdový systém sa nevyužíva[9].

Diely pre brzdový systém sú vyrábané českou spoločnosťou Kašpar s.r.o.

Systém riadenia brzd je spravený takým spôsobom že obidva piloti môžu kontrolovať proces brzdenia. Každý z pilotov má dva pedáli, ktorými je schopný riadiť pohyb lietadla na zemi a tak isto aj silu brzdenia. Špeciálnym vedením ľavé pedále (tak isto aj pravé) sú mechanicky spojené medzi sebou a vedú k parkovacej brzde kde sa spájajú. A následne z nej ide ďalšia vetva a ta je priamo spojená s kolesami a príslušnou časťou kotúča.

Hlavný valec, používaný pre Viper SD-4, je K-226A-000L-47 vyrobený spoločnosťou Kašpar s.r.o. Disk s brzdou, duša a pneumatika hlavného podvozka je od toho istého výrobcu.

4. BRZDOVÉ SYSTÉMY PRE KATEGÓRIU LSA

Brzdový systém slúži na to aby spomalil alebo zastavil lietadlo. V klasickom brzdovom systéme ovládanie brzd sa uskutočňuje pomocou mechanického a/alebo hydraulického spojenia s pedálmi kormidla. Základná činnosť brzd spočíva v premene kinetickej energie pohybu na tepelnú energiu vytváraním trenia. Vytvorí sa veľké množstvo tepla a sily pôsobiace na komponenty brzdového systému sú náročné. Správne nastavenie, kontrola a údržba brzd je nevyhnutná pre efektívnu prevádzku.

Najpoužívanejšie typy brzd:

- Rôzne varianty kotúčových brzd;
- Viakotúčové brzdy;
- Segmentové rotorové brzdy (pre veľké lietadla);
- Bubnové brzdy s (staršie veľké lietadla);
- Karbónové brzdy (ešte v štádiu rozvoja);

4.1. Kotúčové brzdy

Kotúčové brzdy sú najpoužívanejší typ brzd v súčasnom letectve. Skladajú sa z kotúča, ktorý sa otáča s kolesom, a zo stacionárneho strmenia, ktoré pôsobí priamo na kotúč a vytvára brzdnu silu.

Strmeň sa skladá z brzdovej doštičky a piestikov. Tieto dve časti sústavy sú spojené medzi sebou a piestik je ovládaný pomocou hydraulického tlaku, privádzaného buď prostredníctvom nožnej brzdy alebo brzdovej páky v kabíne[10],[11].

4.1.1. Jednoduché kotúčové brzdy:

Najčastejšie sa používajú pre mále ľahké lietadla. Umožňujú dosiahnuť vysokoúčinne brzdzenie najjednoduchším spôsobom. Jeden kotúč je buď pripevnený alebo priskrutkovaný ku každému kolesu. Disk sa sa otáča spolu s kolesom. Pri stlačení pedálu hlavný valec pripojený priamo k pedálu tlačí hydraulickú kvapalinu hadicami a pevnými vedeniami do krytu brzdovej jednotky pripevnenej k vzperu podvozku. Piest v puzdre reaguje na tlak zatlačením na obloženie, ktoré potom tlačí na brzdový kotúč, ktorý zase tlačí na nehybné obloženie[10],[12].

4.1.2. Plávajúce kotúčové brzdy

Strmeň je obkročný na kotúči. Má tri valce vyvrátené cez kryt, počet valcov môže sa líšiť pre rôzne lietadla. Každý valec prijíma zostavu ovládacieho piestu. Takáto zostava sa skladá z piestu, vratnej pružiny a automatického nastavovacieho čapu. Každá brzdová zostava má šesť brzdových obložení. Tri sú umiestnené na koncoch piestov na vonkajšej strane strmeňa. Sú navrhnuté tak, aby sa pohybovali dovnútra a von pomocou piestov a vyvíjali tlak na vonkajšiu stranu disku. Oproti týmto pukom na vnútornej strane strmeňa sú umiestnené ďalšie tri obloženia. Tieto obklady sú stacionárne[10].

Brzdový kotúč je prichytený ku kolesu. V štrbinách pre kľúče sa dá voľne pohybovať do strán. Toto je známe ako plávajúci disk. Pri použití brzd sa piesty vysunú z vonkajších valcov a ich puky sa dotknú kotúča. Disk sa mierne posúva v štrbinách pre kľúče, až kým sa s diskom nedotknú aj vnútorné nepohyblivé obloženia. Výsledkom je pomerne rovnomerné trenie aplikované na každú stranu kotúča, čím sa spomalí rotačný pohyb[11].

Samonastavovacia funkcia brzdy udržuje rovnakú vôľu bez ohľadu na mieru opotrebovania brzdových obložení. Nastavovací kolík na zadnej strane každého piestu sa pohybuje spolu s piestom prostredníctvom trecieho čapu.

4.1.3. Pevné kotúčové brzdy

Tento typ bežne sa používa pre ľahké lietadla.

Na obe strany brzdového kotúča sa musí vyvinúť rovnomerný tlak, aby sa vytvorilo požadované trenie a aby sa dosiahli konzistentné vlastnosti opotrebovania brzdových obložení. Konštrukcia s pevným kotúčom a plávajúcim strmeňom umožňuje nastavenie polohy brzdového strmeňa a obloženia vzhľadom na kotúč. Výstelky sú prinitované k prítlačnej doske a zadnej doske. Dve kotviace skrutky, ktoré prechádzajú cez prítlačnú dosku, sú pripevnené k zostave valca. Zostava valca je priskrutkovaná k zadnej doske na upevnenie zostavy okolo disku. Pri pôsobení tlaku sa strmeň a obloženia vycentrujú na

kotúč prostredníctvom kĺzavého pôsobenia kotevných skrutiek v puzdrách dosky. To vyvolá rovnaký tlak na obe strany disku, a následne rotácia disku sa začne spomaľovať[10],[11].

4.2. Iné typy brzd

Jednoduché kotúčové brzdy sú veľmi dobré vymyslené ale s väčšími rozmermi lietadiel začínajú strácať svoju účinnosť. Kvôli tomu vymysleli ďalšie typy brzd [10]:

- dvojkotúčové– používajú sa vo väčších lietadlách, kde jeden kotúč na každom kolese neposkytuje dostatočné brzdne trenie. Fungujú na podobnom princípe ako jednoduché brzdy ale skladajú sa z viacerých častí;
- viackotúčové– používajú sa pre veľké ťažké lietadla;
- segmentové kotúčové brzdy– typ navrhnutý pre veľké lietadla u ktorých proces brzdzenia vyvoláva veľké množstvo tepla s ktorým vyššie opísané typy brzd nevedeli by správne a hlavne užitočne fungovať;
- karbónové brzdy– jeden z najnovších typov, dostal svoj názov kvôli materiálu z ktorého je vyrábaný. Fungujú na veľmi podobnom princípe ako predchádzajúce ale hlavnou ich výhodou je váha, sú o 40% ľahšie ako bežné brzdy a zároveň sú schopne odolávať teploty o 50% vyššie ako obyčajne oceľové brzdy. Okrem toho výhodou je aj dvakrát dlhšia životnosť ale na druhej strane sú vysoké výrobné náklady;
- bubnové brzdy– v súčasnosti sa nepoužíva kvôli viacerým nevýhodám ako napríklad ustúpenie pri prechladnutí a vťahnutie sa do bubna pri zohrievaní. Navrhnuté ako nízkotlakové ľahké brzdy používané pre rôzne typy lietadiel.

4.3. Systémy aktivácie brzd

Rôzne brzdové zostavy využívajú na prevádzku hydraulickú silu. V tejto časti sú popísané rôzne spôsoby dodávania požadovaného tlaku hydraulickej kvapaliny do brzdových zostáv.

Existujú tri základné ovládacie systémy: nezávislý, pomocný a silový brzdový systém.

1. Nezávislé hlavné valce– najčastejšie dá sa nájsť tento typ ovládania brzd v ľahkých lietadlách alebo v takých, ktoré nemajú hydraulický systém. Nezávislý brzdový systém nemá nič spoločné s hydraulickým systémom lietadla. Viac sa podobá brzdovému systému automobilu a funguje na princípe vytvorenia hydraulického tlaku prostredníctvom hlavných valcov. Hlavný valec pre každú brzdu je mechanicky spojený s príslušným pedálom kormidla. Keď je pedál stlačený, piest v utesnenej komore naplnenej kvapalinou v hlavnom valci tlačí hydraulickú kvapalinu cez vedenie k piestom v zostave brzdy. Brzdový piest tlačí brzdové obloženia proti brzdovému rotoru, aby sa vytvorilo trenie, ktoré spomaľuje rotáciu kolesa. Valec je vždy naplnený hydraulickou kvapalinou bez obsahu vzduchu a nečistôt, rovnako ako nádrž a vedenie, ktoré ich spája. Hydraulická kvapalina môže sa expandovať s rastúcou teplotou. Zohriata kvapalina môže spôsobiť ťah brzdy proti rotoru a tiež môžu vzniknúť netesnosti. Keď brzdy nie sú používané, kvapalina musí mať možnosť

bezpečne expandovať bez spôsobenia hocikákových problémov. Na uľahčenie eliminácie problémov spôsobených expandovaním kvapaliny vo väčšine hlavných valcov sú kompenzačné otvory[10],[13],[14].

2. Posilnené brzdy- zvyšujú silu vyvinutú pilotom o tlak v hydraulickom systéme. Zosilnenie je len pri prudkom brzdení. Posilnené brzdy sa používajú na stredných a väčších lietadlách, ktoré nevyžadujú systém ovládania brzd s plným výkonom[10].
3. Silové brzdy- používajú sa vo veľkých výkonných lietadlách. Systémy pohonu brzd využívajú hydraulický systém lietadla ako zdroj energie na aktiváciu brzd[10].

Systémy v rôznych lietadlách sa líšia, ale všeobecná prevádzka je podobná.

5. VARIANTY BRZDOVÝCH SYSTÉMOV LSA

V tretej časti svojej bakalárskej práce chcela by som povedať o niektorých výrobcov súčiastok pre brzdové systémy LSA a popísať detailnejšie systémy ktoré sú používané v iných lietadlách, ako Viper SD-4.

Pri hľadaní výrobcov dielov pre brzdové systémy objavila sa taká zaujímavosť že veľká časť z nich sídli v Spojených Štátoch Amerických. Napríklad americké výrobcovia sú: Beringer Aero, Cleveland, McCauley, GOLDfren, Bendix, RAPCO, McFarane, Grove, Parker Aerospace a MATCO. Okrem amerických spoločností bola aj jedna Španielska- Cojai a už vyššie spomenutý český Kašpar.

5.1. Riešenie pre STOL CH od Zenith

V danom prípade ľavé padali sú spojené s brzdovými valcami (brake actuators), od ktorých vedenia idú k hlavným valcom pod pravými pádlami. Pedále sú paralelné spojene takým spôsobom že pri stlačení hocikákeho z dvoch pedálov spojených jedným hlavným valcom brzda bude aktivovaná a odpovedajúci kotúč začne brzdiaci proces kolesa s ktorým je spojený[15].

Vedenia od hlavných valcov prechádzajú parkovacou brzdou a od nej idú priamo ku kolesám a časti brzdového systému spojenému s nimi[15].

V tomto riešení model hlavného valca je MATCO MCMC-4.

5.2. Riešenie pre PS-28 Sportcruiser

Ešte jeden podobný príklad riešenia brzd ako v predchádzajúcom lietadle: brzdové valce sú na ľavých pedáloch a hlavné valce sú pod pravými, ktoré sú spojene vedeniami a od hlavných valcov vedú vedenia k parkovacej brzde. Okrem toho od každého valca zvlášť ide ešte jedno vedenie a to spája valce zodpovedajúce pedálom pilota s jednou pákou určenou na parkovanie a tak isto hlavé valce spája s pákou druhého pilota[16].

Hlavné valce pre brzdové systémy podobného typu často používajú od výrobcu MATCO a sú dvoch typov: MC-4 a MC-5. Častejšie sú používané valce MC-4. Aj keď majú viacej časti ako MC-5 a sú zložitejšie ale zároveň aj lepšie plnia svoju funkciu[16].

5.3. Riešenie pre WT9 Dynamic

V prípade s letúnom WT9 Dynamic môžeme vidieť variantu ručného brzdového systému.

Obe kolesá na hlavnom podvozku sú vybavené hydraulickými kotúčovými brzdami. Hydraulické brzdové valce sú ovládané tlakom hydraulickej kvapaliny. Zdrojom tlaku je hlavný brzdový hydraulický čelný piest, ktorý je umiestnený pod sedadlom pilota- štandardné alebo v stredovom tuneli (brzdy Beringer). Hlavný hydraulický valec brzdy je ovládaný pomocou rukoväte sedadiel pilota. Pohyb páky sa prenáša na hlavný brzdový valec. Tlaková kvapalina je distribuovaná cez hadice. Táto rukoväť aktivuje aj parkovaciu brzdu[17].

5.4. SHARK UL

Je použitý štandardný brzdový systém BERINGER, ktorý pozostáva z dvoch hlavných brzdových valcov, namontovaných na predných vodiacich pedáloch, spojených nerezovými opletenými hadicami s brzdovými valcami strmeňa ľavého a pravého kolesa[18].

Brzdový systém pozostáva z nádržky brzdovej kvapaliny, hlavného valca a dvoch zostáv kotúčových brzd. Záchytný ventil aktivuje parkovaciu brzdu. Brzdenie sa vykonáva pomocou páky umiestnenej na tuneli kabíny medzi sedadlami. Záchytný ventil hydraulickeho okruhu je tiež umiestnený medzi sedadlami a po zatvorení zatiahnutou pákou udržuje okruh pod tlakom a ručnú brzdu lietadla zatiahnutú [18].

6. ZÁVER

Po analyzovaní všetkých popísaných informácií o rožných riešeniach brzdovej sústavy dá sa povedať že častejšie sa používa riešenie v ktorom pod pedálmi pilota sú rozmiestnené hlavné valce, a k nim sú paralelné pripojené brzdové valce pod pedálmi druhého pilota. Také riešenie by bolo vhodné použiť ako modifikáciu brzdového systému Viper SD-4. Okrem toho dobré riešenie ma lietadlo SHARK s klasickými brzdami od Beringeru, hlavné čo sa týka riešenia parkovacej brzdy. V tom prípade vedenie od tlačidla parkovacej brzdy by viedlo rovno k brzde ktorá by bola spojená s hlavnými valcami, tlačidlo by bolo umiestnené tak isto ako pred tým. To je dobré z pohľadu pilotov, ktoré boli zvyknuté na také riešenie parkovania a nedošlo by k problému pri pristáti kvôli zmene jeho polohy. Najväčšia zmena by prebiehala s valcami a spojením pedálov medzi sebou.

PodĎakovanie

Článok je publikovaný ako jeden z výstupov projektu Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky **KEGA 024ŽU-4/2023** s názvom "Integrácia najnovších vedných poznatkov v rámci zvyšovania kvality praktickej a laboratórnej výučby študijného programu *Letecká doprava*".

Referencie

- [1] EASA, Nov 2018, Easy Access Rules for Light Sport Aeroplanes (CS-LSA)(Amendment1).
- [2] FAA Aircraft Certification. (n.d.). Light Sport Category Aircraft Airworthiness Certification. Cit. 24 Januar 2023 z <http://www.faa-aircraft-certification.com/light-sport-category-aircraft-airworthiness-certification.html>

- [3] Tomark Aero. (n.d.). About Us. Cit. [23 Januar 2023] z <https://www.tomarkaero.com/en/about-us/>
- [4] Tomark Aero. (n.d.). Certificates. Cit. [23 Januar 2023] z <https://www.tomarkaero.com/en/certificates/>
- [5] [Tomark Aero. (n.d.). Viper SD4 RTC. Cit. [1 Februar 2023] z <https://www.tomarkaero.com/en/viper-sd4-rtc-en/>
- [6] Tomark Aero. (n.d.). Viper SD4 AFT. Cit. [1 Februar 2023] z <https://www.tomarkaero.com/en/viper-sd4-aft-en/>
- [7] Tomark Aero. (n.d.). Viper SD4 Night VFR. Cit. [1 Februar 2023] z <https://www.tomarkaero.com/en/viper-sd4-night-vfr-en/>
- [8] Tomark Aero. (n.d.). Viper SD4 Attack. Cit. [1 Februar 2023] z <https://www.tomarkaero.com/en/viper-sd4-attack-en/>
- [9] Letová príručka lietadla, č.j. 8485/224/2008 [30. Jún 2008] http://www.airportlucenec.sk/dokumenty/studijum/viper_prirucka.pdf
- [10] Aircraft Systems Tech. (n.d.). Aircraft Brakes. Cit.[5 Februar 2023] z https://www.aircraftsystemstech.com/p/aircraft-brakes_9081.html
- [11] AeroToolbox, Andrew Wood, [17 Maj 2020], Aircraft Braking Systems <https://aerotoolbox.com/brake-system/>
- [12] Aircraft Systems Tech. (n.d.). Aircraft Brakes. Cit. [14 Marec 2023] z https://www.aircraftsystemstech.com/p/aircraft-brakes_9081.html
- [13] MechTech. (2014, October 3). Master Cylinder, Cit. [14 Marec 2023] <http://4mechtech.blogspot.com/2014/10/master-cylinder.html>
- [14] Experimental Aircraft Association (EAA). (n.d.). Your Brake Installation, Cit. Marec 2023 z <https://www.eaa.org/ea/aircraft-building/builderresources/while-youre-building/building-articles/landing-gear-wheels-and-brakes/your-brake-installation>
- [15] Andersen, [Video], YouTube, MAJESTO TEACHING, [18 August 2021], BRAKE MASTER CYLINDER - TYPES - SINGLE CIRCUIT MASTER CYLINDER | WORKING AND APPLICATION OF CYLINDER <https://www.youtube.com/watch?v=Fo2H69jEN5M>
- [16] Cruiser Aviation. (n.d.). PS-28 Cruiser Maintenance Manual.,No. AP332,[13 April 2018] <https://cruiseraviation.ro/assets/docs/PS-28%20Cruiser%20MAINTENANCE%20MANUAL.pdf>
- [17] Dynamic, č. AS-AMM-01-000, [22.5.2017], AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL https://www.aerospool.sk/downloads/RTC/AS-AMM-01-000_I1_R6_20210428.pdf
- [18] SharkAero, (n.d.), SHARK UL AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL