

Obranné a výstražné systémy pred raketovými útokmi v doprave, zo zameraním na civilné letectvo

Ing. Tomáš Musil*

Katedra leteckého inžinierstva

Letecká fakulta TU,

Rampová 7, 041 21 Košice, Slovakia

tomas.musil@tuke.com

Peter Korba,

Technická univerzita v Košiciach

Letecká fakulta

Rampová 7, 041 21, Košice, Slovakia

peter.korba@tuke.sk

Michal Hovanec

Technická univerzita v Košiciach

Letecká fakulta

Rampová 7, 041 21, Košice, Slovakia

michal.hovanec@tuke.sk

Samer A. S. Al-Rabeei

Technická univerzita v Košiciach

Letecká fakulta

Rampová 7, 041 21, Košice, Slovakia

samer.abdo@tuke.sk

* corresponding author

Abstrakt: Útoky na dopravnú infraštruktúru a najmä dopravné prostriedky riadenými strelami sú čím ďalej častejšie, najmä v oblasti blízkeho východu, ktorý je po dlhoročných vojnových konfliktoch zaplavený staršími i modernými prenosnými protitankovými a protiletadlovými komplexmi. Článok opisuje protiraketovú obranu určenú primárne na leteckú dopravu, avšak jednotlivé systémy EW (rádioelektronického boja) sa vo všeobecnosti používajú i na ochranu statických a pohyblivých dopravených prostriedkov na súši i na mori (lode, autá, vlaky). V súčasnosti najčastejšie v rámci VIP modifikácií. Systémy rádioelektronického boja sa však dostávajú čím ďalej tým častejšie i do služieb ochrany civilného obyvateľstva, bohužiaľ, v súvislosti so stále sa zvyšujúcou frekvenciou teroristických útokov. Už dnes môžeme nájsť na mnohých dôležitých budovách systémy snímačov a rušiacich zariadení. Čo sa týka letísk, jednými z najrizikovejších sú Kábul (Afganistan) a Bagdad (Irak), môže sa však jednať o akékoľvek iné letisko kdekoľvek na svete. Terorista s PLRS (protiletadlová riadená strela, alebo MANPADS Man-portable air-defense system) sa elegantne vyhýba všetkým osobným a pasovým kontrolám, odbaveniu, detekčným rámom aj ochranke. Rovnako ako terorista s protitankovou riadenou strelou- MPATGM (Man Portable Anti-Tank Guided Missile) pri útoku na vlak, autobus, alebo akýkoľvek prvok kritickej infraštruktúry. V pokoji, ukrytý vo voľnej prírode si počká na svoju korisť a potom stačí len zamerať a stlačiť spúšť. IČ koordinátori využívajú ako PLRS tak i lietadlá na identifikáciu a zameranie cieľa. Senzory RWR sú umiestnené strategicky, okolo periferii lietadla, obvykle 4 senzory umiestnené na krídle niekedy i na SOP. Systém MWR pracuje veľmi podobne ako RWR. Rozdiel spočíva v tom, že pôsobí v IČ a UV spektre, ktorých princíp je uvedený vyššie. Senzor môže pokrývať až 110°, avšak väčšinou nie sú umiestnené 4, ale 6 snímačov. MAW pracuje na princípe IDRL (impulzne dopplerovskej radiolokácie). Umožňujú detekciu fubovoľného druhu strely v odpaľovacej fáze i počas všetkých ďalších fáz letu. Pasívnych rušiče (chaff a

flare), predstavujú vlastné výkonné prvky aktívnej ochrany letúna. Najperspektívnejší je laserový rušič s pracovnou vlnovou dĺžkou v strednom IČ pásme.

Kľúčové slová: PLRS, lietadlo, strela, IČ, RWR, terorizmus, Iгла

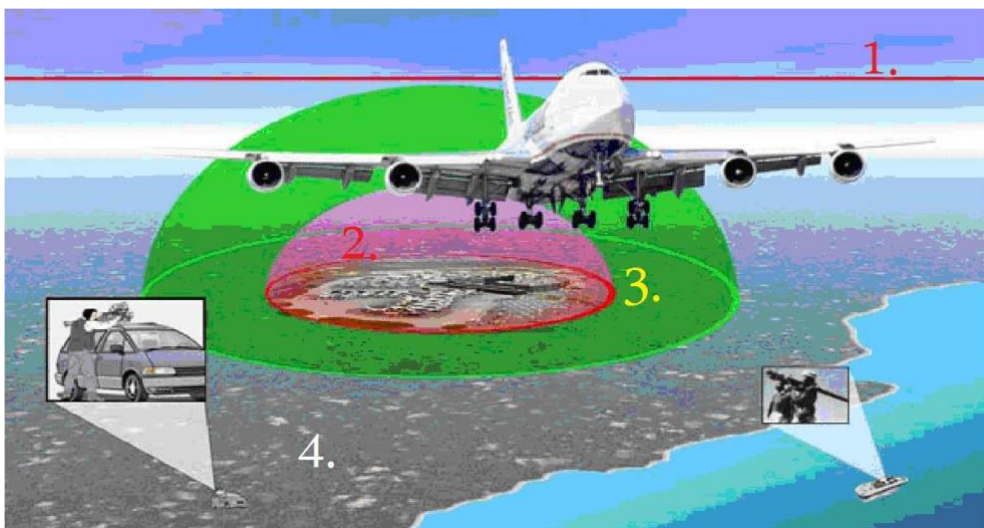
JEL klasifikácia: C22; C51; Q11; Q13

Informácia: This work was supported by the Slovak Grant Agency under Grant No. 1/1234/12. Slovak Grant Agency under Grant No. 1/1234/23. We would also like to thank Mark Doe and John Smith for their helpful discussion and comments

1. Úvod

Problematika ochrany dopravných lietadiel je v dnešných časoch predmetom početných výskumov. Prenosne PLRS predstavujú hrozbu už nielen pre vojenské, ale bohužiaľ i pre civilné lietadla. Reakciou sú obranné a výstražné systémy, o ktorých sa hovorí hlavne v súvislosti s vojnou proti medzinárodnému terorizmu.

Prenosné protilietadlové riadené strely, pôvodne vyvinuté výhradne na obranné účely sa postupom času zmenili na zbraň agresívnu, útočnú a žiaľ v mnohých prípadoch aj veľmi účinnou zbraňou teroristov. V súvislosti s niekoľkými poslednými udalosťami útokov na dopravné lietadlá a vrtuľníky sa otázka ochrany dopravných lietadiel dostáva do popredia. Najrizikovejšími súčasnými letiskami sú Kábul (Afganistan) a Bagdad (Irak), môže sa však jednať o akékoľvek iné letisko kdekoľvek na svete. Terorista s PLRS sa elegantne vyhýba všetkým osobným a pasovým kontrolám, odbaveniu, detekčným rámom aj ochranke. V pokoji, ukrytý vo voľnej prírode si počíha na svoju korisť a potom stačí len zamerať a stlačiť spúšť (vid'. Obr.1).



Obr. 1: Zóny nebezpečenstva. 1. Maximálny výškový dolet PLRS, 2. Letisková zóna: Nízke nebezpečenstvo v dôsledku prítomnosti ochranky, letiskových kontrol batožiny a cestujúcich, kamerového systému a ďalších opatrení, Zóna okolo letiska: Nebezpečnejšia. Kontroly sú len sporadické, existuje možnosť prístupu s PLRS, Vonkajšia zóna: Najväčšie nebezpečenstvo útoku s PLRS.

Niekoľko posledných prípadov útokov na dopravné lietadlá svedčí o tom, že teroristi si obľúbili prenosné PLRS (Man-portable air defense systems -MANPADS). Strelec môže byť dokonale ukrytý v členitom teréne s hojnou vegetáciou, že ho posádka dopravného lietadla nemusí ani vidieť. V okamihu, keď zistí (ak to vôbec zistí), že proti lietadlu bola odpálená PLRS, zvyčajne býva na akýkoľvek manéver už neskoro. Spoliehať na to, že lietadlo za letu krízovou oblasťou nebude napadnuté je hazardom s ľudskými životmi. Je síce pravda, že malá PLRS nemusí spôsobiť

tak rozsiahle škody, kvôli ktorým sa veľké dopravné lietadlo zrúti. Môže ale poškodiť kritickú časť alebo sústavu letúna a následky môžu byť katastrofálne. Paradoxom je, že tieto PLRS zvyčajne pochádzajú zo štátov, na ktorých lietadlá teraz strieľa.

Aktuálnosť témy ďalej zdôrazňuje skutočnosť že majoritný výrobcovia systémov určených pre radioelektronický boj (napr. Nortrop-Grumman) vyvíja špeciálne systémy vlastnej ochrany pre civilné lietadla.

MANPADy boli a sú značnou hrozbou pre civilné letectvo, obzvlášť v oblasti blízkeho východu. Po páde líbyjského vodcu M. Gaddafi v roku 2011, militanti vyrabovali Líbyjské muničné sklady a zaplavili krajiny blízkeho východu MANPADmi Sovietskej a Ruskej výroby.

2. Základné teoretické východiská

Optické koordinátory cieľa sú založené na využití kontrastu medzi cieľom a pozadím v oblasti viditeľného infračerveného žiarenia.

Každý cieľ a pozadie (vzdušných, pozemných, hladinových) sú zdroje tepelného žiarenia s vlnovými dĺžkami 1 – 14 μm . Je však treba odlišovať vnútorné tepelné žiarenie cieľa od odrazu slnečného žiarenia. Ožiarené mračná, odrazy od zeme, Mesiaca, vodnej hladiny, atd. Môžu výkonovo značne prevýšiť signál cieľa.

U prúdových motorov je podiel spalín na celkovej intenzite žiarenia menší než u piestových motorov. Hlavným zdrojom žiarenia je výstupná tryska motoru a nezakryté lopatky turbíny, ako je vidieť na obrázku 2. Maximum intenzity žiarenia je na vlnových dĺžkach okolo 3,5 μm .



Obr. 2: IČ signatúry A-380 a B-747.

3. Metodológia

Využitím metód vedeckej práce (analýza, syntéza, indukcia a dedukcia) som získal poznatky, pre ďalšiu prípravu návrhu systémového riešenia využitia systémov vlastnej ochrany. Ďalšie spracovanie témy si vyžiada komplexné použitie metódy analýzy, komparácie, dedukcie syntézy, indukcie, ako aj metódy experimentu, v rámci výskumu problematiky.

4. Výsledky a diskusia

Informácie o bezprostrednom ohrození sú získané pomocou elektronických podporných opatrení (ESM electronic support Measures). Jedna sa o sústavu senzorov ktoré sú zostavené tak, aby pri zachycovaní informácií neprekážali časti lietadla. ESM automaticky vyhodnocuje primané signály. Signál sa porovnáva s databázou známych signálov a podľa toho je možné určiť druh a účel signálu. U všetkých takýchto zariadeniach konštruktéri vychádzali priamo z bohatých skúseností s vojenskej sféry. Systémy môžu byť buď priamo zastavane do lietadla, alebo umiestnené v povestnom kontajnery. Oba majú svoje výhody i nevýhody. Vstavané majú napríklad menší odpor vzduchu, avšak, sú trvalo spojené s lietadlom čiže musia byť namontované i keď lietadlo neletí do nebezpečnej zóny. Kontajnerové usporiadanie má síce väčší odpor vzduchu, avšak môže byť ľahko z lietadla zložené v prípade poruchy ako blok, alebo keď lietadlo neletí do nebezpečnej zóny. Možné je i letiskové riešenie, ktoré spočíva v prísnejšej ochrane okolia letiska na vylúčenie prítomnosti teroristov vyzbrojených MANPADom, alebo inými zberňami z dosahu

letových trás. Taktiež je možné umiestnenie systémov rádioelektronického boja - electronic warfare systems (EW) na letiská.

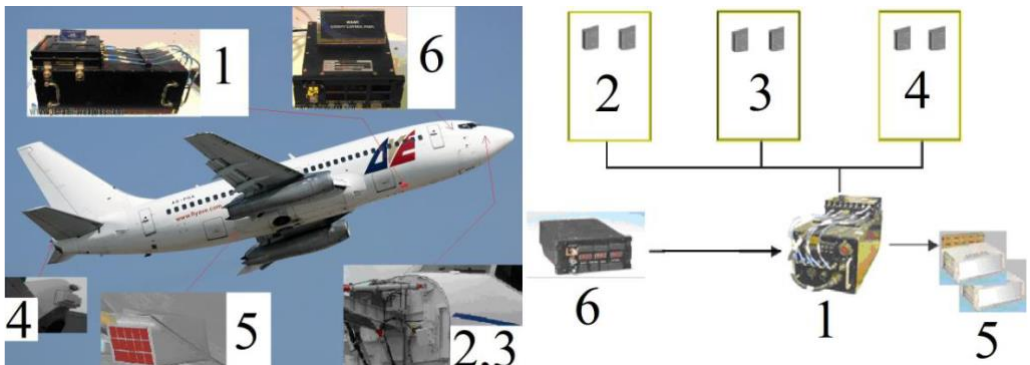
System môže pozostávať z:

- Radarového varovného prijímača (Radar Warning Receiver-RWR)
- Varovný systém pred blížiacimi sa raketami (Missile Warning Receiver- MWR, alebo Missile Approach Warning,- MAW)
- Laserový varovný prijímač
- Vrhač klamných cieľov
- Vlečná návnada
- Aktívny rušič

Ďalej sa budem venovať 2 základným možnostiam usporiadania vlastnej ochrany pred PLRS a to klasickej ochrane integrovanej v trupe ktorú ozrejším na systéme vlastnej ochrany Flight Guard od Israel Aerospace Industries IAI, a riešeniu Guardian umiestnenom v povestnom kontajnery od spoločnosti Northrop-Grumman. Obidva systémy sú navrhnuté na ochranu lietadiel v približovacej, pristávacej, vzletovej a odletovej fáze letu, kedy sa lietadlá dostávajú do zóny ohrozenia s ramena odpaľovaných PLRS. Za predpokladu: k útoku môže dôjsť pod 6000m, Rýchlosť streli sa bude pohybovať okolo 2 machov, strela je zväčša navádzaná infarčervene.

4.1 Príklad vlastnej ochrany integrovanej v trupe

Dobrym príkladom je systém Flight Guard, ktorý je už u civilných lietadiel zavedený. Izraelské lietadla sú chránené takýmto komplexom, schopným vypúšťať IČ klamnne ciele, čo je postačujúce opatrenie proti starším druhom PLRS. Výrobcom tohto systému je zbrojovka Israel Aerospace Industries IAI, konkrétne divízia ELTA. IAI má dlhoročné skúsenosti so systémami vlastnej ochrany. Tento systém je certifikovaný Izraelskou CAA pre komerčné dopravné lietadla.



Obr. 3: Schéma rozmiestnenia systému Flight guard:

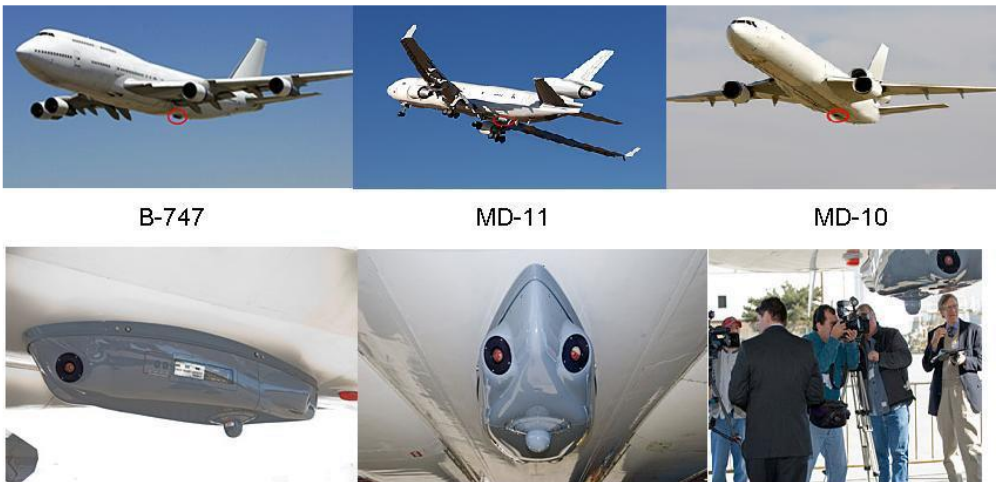
1. Riadiaci blok MAW, 2,3,4 snímače MAW, 5. Vrháče klamných cieľov, 6. Palubná riadiaca jednotka.

Uvádzam príklad umiestnenia tohto systému na veľmi rozšírené lietadlo Boeing 737 (obr. 3). Systém je zložený zo 6 senzorového usporiadania MAW EL/M-2160F a to 4 senzory sú umiestnené pod krytom rádiolokátora (2,3), a 2 ďalšie vzadu na chvoste (4). Riadiaca jednotka je umiestnená v prednej spodnej časti trupu (1). Vrháče IČ klamných cieľov (rozmery 306x361x207mm) sú umiestnené v spodnej časti trupu (5), v konfigurácii, ktorá spôsobuje najmenší možný odpor vzduchu. Ovláda sa z kokpitu cez CCDU, alebo z palubného riadiacej panelu umiestneného v kokpite (6).

Systém je plne automatický, má krátku reakčnú dobu, 360 stupňové pokrytie, je schopný pracovať za všetkých poveternostných podmienok. Zabezpečuje viac než 99% pravdepodobnosť správnej detekcie a odpovedania na hrozbu. Inštalácia je jednoduchá, rýchla a vyžaduje len krátky čas stiahnutia lietadla s prevádzky. Flight guard je určený jak pre civilne, tak pre vojenské lietadla a vrtuľníky napríklad Boeing 767, 737, 707, 757, An-32, Fokker 60 and Fokker 70, C160 Transall, C-130 Hercules, Sikorsky UH-60, Mil Mi-17 a ďalšie.

4.2 Príklad systému ochrany umiestnenom v podvesnom kontajnery

Ako príklad uvádzam systém Guardian, ktorý vznikol na základe kontraktu z roku 2004 ktorý získali firmy Northrop Grumman a BAE Systems od amerického Ministerstva pre vnútornú bezpečnosť na vývoj zariadenia na ochranu civilných lietadiel. Northrop Grumman (ktorý ma s takýmito systémami dlhoročné skúsenosti) na základe požiadaviek postavil svoj systém Guardian (Obr.4).



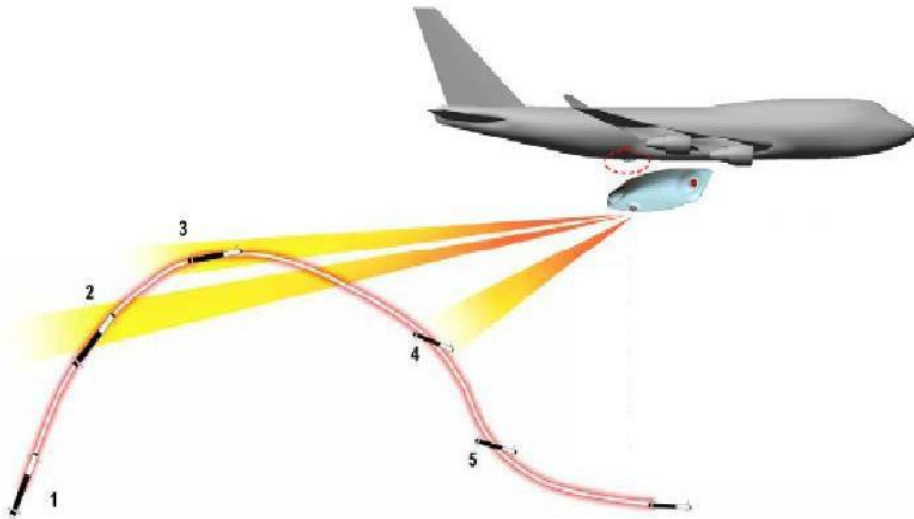
Obr. 4: Príklady adaptácie systému Guardian

Jedná sa o systém s laserovým smerovým rušičom a MWR so 4 senzorovým usporiadaním. Je to v podstate adaptovaný vojenský systém AN/AAQ24(V) NEMESIS. Aby sa znížili zástavové náklady, je systém umiestnený v kontajnery. Energiu si berie zo striedavej energetickej siete lietadla.

Proces zneškodnenia PLRS systémom Guardian je zachytený na obrázku 5. Potom, čo strela zaútočí na lietadlo (1), bola senzormi MWR zachytená a systém automaticky začal obranné opatrenia. Guardian zachytenú strelu sleduje a zameria laserovým lúčom (2) ktorého emitor pracuje vo viacerých vlnových dĺžkach (iba tak je možné úspešne eliminovať rôzne druhy PLRS údajne až 35) neviditeľných pre ľudské oko. Ten zahltí koordinátor PLRS a spôsoby chybový signál, čo má negatívny dopad na riadenie strely (3), ktorá následkom toho stratí cieľ (4). Lietadlo bez ujmy odletí a Guardian sa vráti do pohotovostného režimu (5). Celý tento proces trvá 2-3 sekundy počas tejto doby sa systém tiež 2krát uistí, pomocou 2 samostatných algoritmov, že raketa už nepredstavuje hrozbu. Posádka je

upozornená na útok streli až po jej zničení. Pretože divoké manévrovanie by mohlo ohroziť protiopatrenia, a zároveň dôjde k automatickému vyslaniu správy o útoku do ATC. Všetky princípy týchto systémov sú opísané vyššie.

Guardian poskytuje 360° ochranu. Má rozmery 2362,2 x 812,2 x 482,6 mm, Hmotnosť je 227kg pričom úpravy lietadiel vážia 18,16-43,13 kg, Príkon činí 1,8 kVA a cena sa pohybuje okolo 100000 USD, avšak závisí od počtu objednaných kusov.



Obr. 5: Proces zneškodnenia PLRS systémom Guardian:

Guardian poskytuje 360° ochranu. Má rozmery 2362,2 x 812,2 x 482,6 mm, Hmotnosť je 227kg pričom úpravy lietadiel vážia 18,16-43,13 kg, Príkon činí 1,8 kVA a cena sa pohybuje okolo 100000 USD, avšak závisí od počtu objednaných kusov.

5. Záver

Aj hoci bolo v uplynulých rokoch prijatých veľa pokrokov vo vývoji obranných sústav, je dnes celkom jasné, že hrozba pre dopravné lietadlá v podobe PLRS je stále aktuálna. Je až neuveriteľné, koľko lietadiel sa vydáva na let do krízových oblastí bez toho, aby si osádka uvedomovali riziká, ktoré im počas letu hrozia. Málokto si tiež pripúšťa, že éra klasických PLRS je dávno preč a tieto zastarané strely boli v mnohých prípadoch nahradené strelami už tretej generácie, proti ktorým sú infračervené rušiče, používané proti PLRS prvej generácie úplne neúčinné. Ďalšou skutočnosťou je, že na svetovom trhu možno zohnať nielen zastarané, ale aj špičkové PLRS. Rusko, USA, Veľká Británia, Čína, Juhoafrická republika, Francúzsko, Izrael a ďalšie krajiny obchodujú s PLRS vo veľkom a tak sa aj rozvojové krajiny zmocňujú relatívne lacných a veľmi účinných protilietadlových zbraní. Kto vie koľko Stingerov, Igiel a Striel z Afganistanu a obdobia Arabskej jari dodnes putuje rôznymi pochybnými medzinárodnými kanálmi za asistencie mafie a teroristických organizácií. Existuje na svete región, kde sa posádka lietadla môže cítiť úplne bezpečne? Podceňovanie tejto skutočnosti sa už mnohokrát vypomstilo. Lietadlo, ktoré aj len občas lieta do neistých oblastí, by určite malo byť primerane vybavené špičkovými prostriedky vlastnej ochrany. Osádka lietadiel by mala mať stále na pamäti, že PLRS majú.

Zoznam bibliografických odkazov

- [1] HARRO RANTER. The Aviation Safety Network [online]. Dostupné na internete : <https://news.aviation-safety.net/2019/01/01/aviation-safety-network-releases-2018-airliner-accident-statistics/>
- [2] THE GUARDIAN. Plane crash deaths jump sharply in 2018 – but fatalities 'still rare' [online]. Dostupné na internete : <https://www.theguardian.com/world/2019/jan/02/plane-crash-deaths-jump-sharply-in-2018-but-fatalities-still-rare>
- [3] MAGNET PRESS, SLOVAKIA. LETECTVÍ + KOSMONAUTIKA. [online]. Dostupné na internete : <https://www.vydavatelstvo-mps.sk/letectvi-kosmonautika/>
- [4] MOIR, Ian- SEABRIDGE, Allan G. : Military Avionics Systems: John Wiley& Sons, Ltd 2006
- [5] Ing. ANDĚRA, Luděk, csc : Protiradiolokační činnost: VAAZ Brno 1975
- [6] KROULIK Jiří- RUŽIČKA Bedřich: Vojenské rakety: Naše vojsko, Praha 1985
- [7] Ing. NĚMEČEK, Jiří, csc- Ing. BOJDA, Petr: Optoelektronická a radiotechnická zařízení v systémech výzbroje letadel 3 Vybrané kapitoly teorie laserových systémů: Univerzita obrany Brno 2004
- [8] Ing. ANDĚRA, Luděk, csc a kol.- Radiolokace VAAZ Brno 1977
- [9] ATM. 2001-2003, 2007-2010
- [10] Guardian™ Anti-Missile System. [online]. Dostupné na internete : <https://www.northropgrumman.com/Capabilities/Guardian/Pages/default.aspxrare>
- [11] ELM-2160 Flight Guard [online]. Dostupné na internete : <https://www.iai.co.il/p/elm-2160-flight-guard>

The author-date reference system is widely used in the physical, natural and social sciences. For more information see: The Chicago Manual of Style on http://www.chicagomanualofstyle.org/tools_citationguide.html