

## PROPOSAL OF AIRCRAFT MAINTENANCE PLANNING SOFTWARE FOR ATO

### NÁVRH ELEKTRONICKÉHO SYSTÉMU PLÁNOVANIA ÚDRŽBY LIETADIEL PRE POTREBY ATO

**Dominik Mikulec**  
Air Transport Department  
University of Žilina  
Univerzitná 8215/1  
010 26 Žilina  
dominikmikulec3@gmail.com

**Filip Škultéty**  
Air Transport Department  
University of Žilina  
Univerzitná 8215/1  
010 26 Žilina  
skultety@fpedas.uniza.sk

#### Abstract

*The goal of this paper is to create a proposal of aircraft maintenance planning software, which meets the requirements of approved training organization (ATO) and combined airworthiness organization which are part of the Air training and education centre (LVVC). Conducted analysis of organizations that operate in aviation including LVVC, illustrates use cases, content and processes linked with planning software. Based on the acquired knowledge the proposal of the software is created, thanks to its structure and content optimizes coordination and planning of aircraft maintenance and processing of operation data. Paper also contains an alternative to the proposed software in form of online software that can be purchased if required. The paper provides software developers overview of the required structure and functionality of the proposed software.*

#### Keywords

*Software proposal, CAO, ATO, Aircraft maintenance, LVVC, Aviation*

## 1. Úvod

Informačné technológie predstavujú neoddeliteľnú súčasť dnešnej doby. Majú nezastupiteľné postavenie vo všetkých druhoch priemyslu, ako aj v tom leteckom. Letecký priemysel je príznačný neutíchajúcim technologickým vývojom a prísny bezpečnostnými štandardmi. Súčasťou dodržiavania bezpečnostných štandardov v letectve je samozrejme aj bezpečnosť prevádzky lietadiel. Tá je dodržiavaná viacerými spôsobmi a jeden z nich je ich údržba a riadenie zachovania letovej spôsobilosti. Aj v tejto oblasti si našli informačné technológie svoje uplatnenie v podobe softvérov, ktorých úlohou je čo najviac optimalizovať procesy údržby a zber a spracovanie prevádzkových záznamov lietadiel, pre účely riadenia zachovania letovej spôsobilosti. Softvéry využívajú údržbové organizácie, letecký prevádzkovatelia, ale aj schválené výcvikové organizácie (ATO) pre zabezpečenie kontinuálnej a bezpečnej prevádzky lietadiel. Medzi takéto organizácie patrí aj Letecké výcvikové a vzdelávacie centrum (LVVC), ktoré využíva vlastnú podobu softvérov pre účely údržby a riadenia zachovania letovej spôsobilosti [1].

Cieľom práce je vytvorenie návrhu softvéru, ktorý nahradí jednotlivé súčasne využívané softvéry v LVVC, za jeden ucelený softvér, ktorý optimalizuje procesy spojené s údržbou a riadením zachovania letovej spôsobilosti lietadiel. Optimalizácia sa najmä týka koordinácie a plánovania údržby lietadiel, ktorých procesy obsahujú mnoho premenných. Navrhovaný softvér slúži aj potrebám ATO, ktoré je súčasťou LVVC, nakoľko je plánovaná integrácia navrhovaného softvéru s on-line manažmentom leteckého výcviku. Tento softvér je v súčasnosti vyvíjaný pre potreby ATO na plánovanie výcvikových letov [15] [16].

Spracovanie tejto témy je podmienené predošlou prácou, ktorej predmetom bolo vytvorenie návrhu on-line manažmentu leteckého výcviku. Súčasná práca predstavuje doplnkové rozhranie k tomuto softvéru a taktiež predstavuje snahu o modernizáciu súčasne využívaných softvérov v LVVC.

Súčasťou tejto práce aj stanovenie vhodnej a dostupnej alternatívy navrhovaného softvéru, aby v prípade neočakávaných komplikácií s vývojom, alebo prevádzkou navrhovaného softvéru, bolo v zálohe dostupné riešenie.

Každá organizácia, alebo spoločnosť dbá na to, aby náklady spojené s ich činnosťou boli udržiavané na minime. Táto skutočnosť predstavuje ďalšie opodstatnenie tejto práce, nakoľko vývoj a prevádzka navrhovaného softvéru si bude vyžadovať minimálne, až žiaden finančné náklady. To je možné dosiahnuť využitím odborných kapacít Fakulty riadenia a informatiky na vývoj navrhovaného softvéru, nakoľko je súčasťou Žilinskej univerzity v Žiline rovnako, ako LVVC. Rovnakým spôsobom je v súčasnosti vyvíjaný softvér on-line manažmentu leteckého výcviku.

## 2. Analýza súčasného stavu

### 2.1. Nariadenie komisie (EU) č. 1321/2014 z 26. novembra 2014 o zachovaní letovej spôsobilosti lietadiel a výrobkov

Pre vytvorenie návrhu elektronického systému plánovania údržby, ďalej iba návrhu softvéru, sú analyzované jednotlivé oblasti tejto problematiky. Patria do nich platné nariadenia, ktoré musia byť dodržané pri údržbe a riadení zachovania letovej spôsobilosti lietadiel. Konkrétne pre organizácie registrované v členských štátoch EÚ, vykonávajúce údržbu, alebo riadenie zachovania letovej spôsobilosti lietadiel, sa riadia

legislatívnym rámcom stanoveným v nariadení komisie (EU) č. 1321/2014 z 26. novembra 2014 o zachovaní letovej spôsobilosti lietadiel a výrobkov, súčastí a zariadení leteckej techniky a o schvaľovaní organizácií a personálu zapojených do týchto činností [2].

## 2.2. Analýza organizácií a leteckých prevádzkovateľov využívajúcich softvéry na účely údržby a riadenia zachovania letovej spôsobilosti lietadiel

### 2.2.1. Letecké výcvikové a vzdelávacie centrum

Je potrebné sa oboznámiť so softvérom a s procesmi údržby a riadenia zachovania letovej spôsobilosti všeobecne v LVVC.

LVVC prevádzkuje v súčasnosti desať letúnov, ktoré sú rozdelené podľa typu v nižšie uvedenej Tabuľke 1.

Tabuľka 1 : Počet letúnov daného typu. Zdroj: Prevádzková dokumentácia LVVC.

Typ letúna	PA-34	PA-28	Z-242 L	Z-43	Z-42M	DA-42
Počet	2	2	2	2	1	1

Na všetkých letúnoch okrem DA-42 sa vykonáva údržba a riadenie zachovania letovej spôsobilosti v rámci LVVC. Údržba a riadenie zachovania letovej spôsobilosti DA-42 je vykonávaná zmluvne so súkromnou organizáciou, nakoľko ide o jediný letún tohto typu vo flotile. LVVC je iba prevádzkovateľ DA-42 a vykonáva len predletovú, medziletovú a poletovú prehliadku.

LVVC v súčasnosti využíva dva rozdielne softvéry, **prevádzka lietadiel do prehliadky a diely s obmedzenou životnosťou a zoznam osobitných inšpekcií**. Tieto softvéry sú vytvorené v Microsoft Access a Microsoft Excel. Pre účely personálu je tiež využívaný softvér Microsoft Excel na sledovanie **platnosti preukazov spôsobilosti technikov údržby lietadiel (AML), školení a kalibrácií**.

Do softvéru prevádzky lietadiel do prehliadky sa zaznamenávajú prevádzkové údaje jednotlivých lietadiel na dennej báze. Pozostáva z databázy rozdelenej podľa registračných značiek lietadiel. Obsahuje iba lietadlové celky, motor, vrtuľa a drak. Neobsahuje detailne komponenty a ich prevádzkový stav. Softvér je v podstate jednoduchý a slúži iba na sledovanie aktuálneho prevádzkového stavu lietadlových celkov, v podobe celkových nalietaných hodín a vzletov.

Softvér dielov s obmedzenou životnosťou a zoznam osobitných inšpekcií pozostáva z databázy, do ktorej sa zaznamenáva aktuálny prevádzkový stav lietadiel a ich komponentov. Obsah tohto zoznamu je stanovený na základe programu údržby jednotlivých lietadiel podľa registračnej značky. Program údržby uvádza, rozsah údržby a s ňou spojené úlohy s odvolaniami na údržbové manuály lietadiel.

V súčasnosti sa pre LVVC, konkrétne pre potreby ATO, vyvíja softvér on-line manažmentu leteckého výcviku [1]. Softvér má slúžiť na optimalizáciu a efektívnejšiu koordináciu leteckých výcvikov a plánovanie výcvikových letov. Základ softvéru predstavuje plánovací kalendár s priradenými funkciami. Dostupné funkcie závisia od typu používateľského profilu.

Softvér obsahuje štyri osoby, ktoré predstavujú štyri typy používateľských profilov:

- žiak-pilot,
- letový inštruktor,
- údržba,
- administrátor.

Plánovací kalendár obsahuje aj zoznam lietadiel s ich aktuálnym stavom, ktorý môže byť prevádzkyschopný, alebo prevádzky neschopný. Tento stav je aktualizovaný prostredníctvom osoby údržby, kde technik prostredníctvom používateľského profilu manuálne stav lietadla aktualizuje. Ak sa stav lietadla zmení na prevádzky neschopný, nie je možné lietadlo naplánovať na let.

### 2.2.2. Letecký útvar Ministerstva vnútra Slovenskej republiky

Letecký útvar Ministerstva vnútra Slovenskej republiky, ďalej iba Letecký útvar, predstavuje organizačnú zložku Ministerstva vnútra, ako letecký prevádzkovateľ, ktorý slúži pre účely, ako ústavným a vládny činiteľom, tak aj všetkým zložkám Ministerstva vnútra, policajnému zboru, hasičskému a záchrannému zboru a horskej záchranej službe. Prostredníctvom flotily letúnov zabezpečuje Letecký útvar leteckú dopravu osôb a nákladu. Prostredníctvom flotily vrtuľníkov sa zabezpečujú záchranné a pátracie lety, prepravu osôb a nákladu, monitorovacie a výcvikové lety.

Letecký útvar využíva dva softvéry, Leon Software a Myairops [3] [4]. Leon Software je online dostupný softvér, ktorý poskytuje široké spektrum služieb, medzi ktoré patrí manažment letových posádok, monitorovanie a spravovanie údržbových záznamov a ďalšie. Letecký útvar využíva službu manažmentu letových posádok. V rámci tejto služby je možné plánovať jednotlivé lety a údržby letúnov a vrtuľníkov a plánovanie pracovnej doby a jej limitov letových posádok. Jednotlivé naplánované činnosti v softvéri sú zobrazené v plánovacom kalendári. Do softvéru používatelia vstupujú prostredníctvom profilov, ktoré disponujú jednotlivými kompetenciami. Myairops je taktiež online dostupný softvér, ktorý má podobné portfólio služieb, ako Leon Software. Letecký útvar využíva službu CAM solution na riadenie zachovania letovej spôsobilosti svojej flotily.

### 2.2.3. Austrian Airlines Technik-Bratislava

Austrian Airlines Technik-Bratislava (ATB) je organizácia vykonávajúca ťažkú údržbu lietadiel. ATB využíva softvér AMOS od spoločnosti Swiss Aviation Software [5]. AMOS patrí medzi najlepšie a zároveň najdrahšie softvéry využívané na účely údržby a zachovania letovej spôsobilosti lietadiel.

## 2.3. Online dostupné softvéry vyhovujúce potrebám LVVC

Envision je softvér od spoločnosti Rusada, využitie nachádza v CAMO, MRO a u leteckých prevádzkovateľov [6]. Envision je globálne využívaný komplexný softvér, ktorý má široké spektrum uplatnenia v leteckom priemysle vďaka súboru modulov, ktoré poskytuje. Moduly sa dajú zakúpiť aj samostatne, avšak pri kúpe jedného modulu, alebo nedostatočného počtu daných modulov, nebude možné

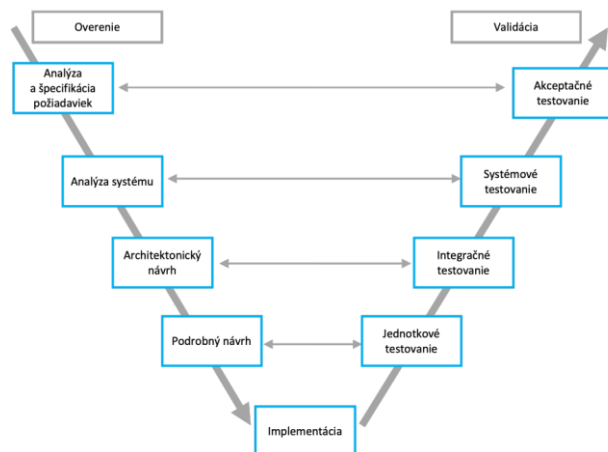
zautomatizovať určité procesy v rámci Envision. Konkrétna cenová dostupnosť Envision nie je stanovená. Odvíja sa od množstva zakúpených modulov a služieb, ktoré Envision poskytuje

Služby SAM sú zamerané na splnenie požiadaviek CAMO, MRO, leteckých prevádzkovateľov, ATO a aeroklubov. Skladá sa z modulov. Ponúka aj SAM light, čo predstavuje menšiu verziu softvéru SAM, určenú pre všeobecné letectvo, konkrétne pre letúne s váhou menšou, ako 2730 kg a vrtuľníky s váhou menšou, ako 1200 kg [7].

Flight Office je softvér od spoločnosti Air Jihlava – service s.r.o., ktorý je zameraný na potreby menších CAMO, MRO, ATO a ďalších [8]. Flight Office ponúka súbor modulov špecializovaných na podporu činností organizácií a spoločností pôsobiacich v leteckom priemysle. Vzhľadom na opakujúce sa súbory modulov jednotlivých softvérov sú stručne analyzované iba moduly, ktoré sú priamo zamerané na potreby údržby a riadenia zachovania letovej spôsobilosti lietadiel. Flight Office predstavuje dostupné riešenie pre menšie organizácie a spoločnosti v letectve.

## 2.4. Proces vývoja softvéru

Proces akým je vyvíjaný softvér vyjadruje viacero modelov, medzi ktoré patrí aj V-model zobrazený na Obrázku 1.



Obrázok 1: V-model životného cyklu vývoja softvéru. Zdroj: [DICK, J., HULL, E., & JACKSON, K., *Requirements Engineering*, 2017]

Zobrazuje vzťah medzi jednotlivými procesmi vývoja a príslušnými procesmi testovania softvéru [9]. Každý nasledujúci proces vo V-modeli obsahuje nižšiu mieru abstrakcie daného „problému“, ktorý rieši.

## 3. Ciele a metódy práce

### 3.1. Ciele práce

Hlavným cieľom práce je vytvoriť návrh softvéru, ktorý nahradí jednotlivé súčasne využívané softvéry v LVVC, za jeden ucelený softvér a tým zvýši efektivitu a zlepši koordináciu a plánovanie údržby, ako aj spracovanie prevádzkových záznamov lietadiel pre účely riadenia zachovania letovej spôsobilosti, ktoré sú vykonávané v rámci LVVC.

Sekundárnym cieľom práce je zvoliť vhodnú alternatívu k navrhovanému softvéru, na základe vykonanej analýzy online dostupných softvérov vyhovujúcich potrebám LVVC.

### 3.2. Metodika práce

Ako prvá je analyzovaná štruktúra nariadenia Komisie (EÚ) č. 1321/2014 a jeho ustanovenia, týkajúce sa vedenia záznamov údržby a zachovania letovej spôsobilosti lietadiel. Týmto je stanovené, aké záznamy musia byť uchované a zaznamenávané v navrhovanom softvéri v zmysle nariadenia.

Nasleduje analýza procesu vývoja softvéru. Tento proces je vyjadrený V-modelom na Obrázku 1. Výsledkom sú popísané fázy vývoja softvéru, ktoré sú súčasťou tvorby návrhu softvéru.

Ďalej nasleduje analýza MRO, CAO a leteckého prevádzkovateľa, ktorý využívajú softvéry v rámci svojich činností, ktoré sa sústreďujú na rôzne oblasti letectva. Vo všetkých troch prípadoch prebehol aj neštruktúrovaný rozhovor na objasnenie spôsobu využívania týchto softvérov a procesov s nimi spojenými.

Nasleduje analýza online dostupných softvérov, ktoré vyhovujú potrebám LVVC. Pre objektívny výber softvérov na analýzu, sú použité rebríčky najlepších MRO softvérov za rok 2020 na jednotlivých webových stránkach. MRO softvéry vyhovujú potrebám CAO všeobecne. Použité webové stránky sú Capterra.com, softwareadvice.com a sourceforge.net [10] [11] [12]. Z nich sú vybrané softvéry Envision a SAM, ktoré sa nachádzajú vo vrchných priečkach, a predstavujú potenciálnu alternatívu navrhovaného softvéru. Ďalším alternatívnym softvérom, ktorý vyhovuje potrebám LVVC je Flight Office. Analýza sa sústreďuje najmä na moduly a funkcie zamerané na potreby údržby a riadenia zachovania letovej spôsobilosti lietadiel a ich príslušnú cenu.

Na základe týchto informácií je tvorený návrh softvéru. Na začiatok je stanovený súbor persón, ktorý navrhovaný softvér prostredníctvom profilov môže využívať. K ním je aj vytvorený diagram prípadov použitia pre jednotlivé persóny. Ďalej je zvolená všeobecne zaužívaná štruktúra, ktorá kategorizuje jednotlivé tematické celky do modulov. Následne sú k jednotlivým modulom priradené funkcie na základe analyzovaných procesov prebiehajúcich v LVVC a v ostatných. Ďalej sú funkcie prispôbené tak, aby bola zabezpečená komunikácia medzi jednotlivými modulmi. Na základe toho sú niektoré procesy v rámci navrhovaného softvéru plne automatické, ako napríklad plánovanie pravidelnej údržby. Stanovený je súbor úkonov, ktorý môžu persóny v rámci jednotlivých modulov vykonať.

V tomto bode sú procesy a funkcie modulov definované spolu so súborom možných úkonov jednotlivých persón a tvoria jeden celok. Vzhľadom na to, že niektoré procesy, najmä procesy plánovania údržby sú komplexné, sú vytvorené diagramy aktivít, ktoré zobrazujú tieto procesy pre ich jednoduchšiu interpretáciu. Rovnako tak, je zobrazený aj stavový diagram entity lietadla, ktorý zobrazuje jednotlivé stavy, v ktorých sa lietadlo v rámci údržby, alebo mimo nej môže nachádzať.

Vytvorený návrh softvéru je zhodnotený voči analyzovaným a súčasne využívaným softvérom v LVVC a dostupným online softvérom prostredníctvom ich porovnania. Taktiež je zvolená

alternatíva navrhnutého softvéru na základe porovnania dostupných online softvérov.

#### 4. Návrh softvéru

Táto časť predstavuje návrh softvéru, ktorý opisuje jeho štruktúru a procesy. Návrh softvéru abstrahuje od použitia konkrétnych technológií, ako je programovací jazyk, dizajn navrhovaného softvéru, komunikácia komponentov klient a server. Navrhovaný softvér pozostáva zo šiestich modulov :

- plánovanie údržby,
- flotila,
- sklad,
- personál,
- dokumenty.

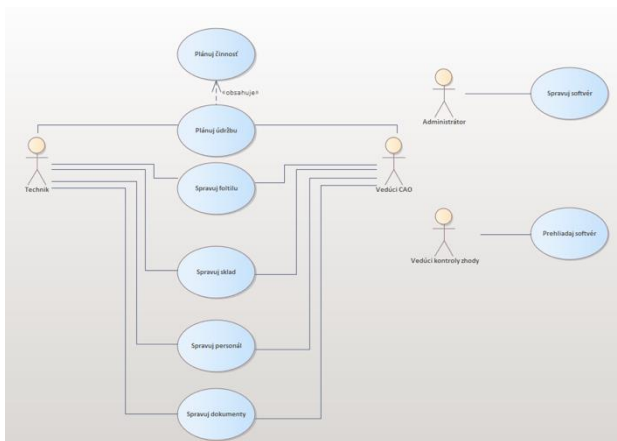
Najkomplexnejšie procesy navrhovaného softvéru prebiehajú v module plánovania údržby, nakoľko na to využíva zdieľané dáta zo všetkých ostatných modulov. Tvorba diagramov aktivít nemá opodstatnenie pri jednoduchých procesoch, nakoľko je postačujúci ich opis. Z toho dôvodu modul plánovania údržby disponuje, ako jediný s diagramami aktivít a stavovým diagramom.

Analýzovaný softvér on-line manažmentu leteckého výcviku poskytuje možnosť integrácie s navrhovaným softvérom na základe ktorej, sa zdieľa aktuálny prevádzkový stav flotily prostredníctvom modulu plánovania údržby.

Navrhovaný softvér obsahuje štyri typy persón:

- vedúci CAO,
- technik,
- administrátor,
- vedúci kontroly zhody.

Na Obrázku 2 sú zobrazené jednotlivé persóny navrhovaného softvéru, a k nim priradené aktivity, ktoré môžu vykonávať.



Obrázok 2: Prípady použitia navrhovaného softvéru. Zdroj: Autori.

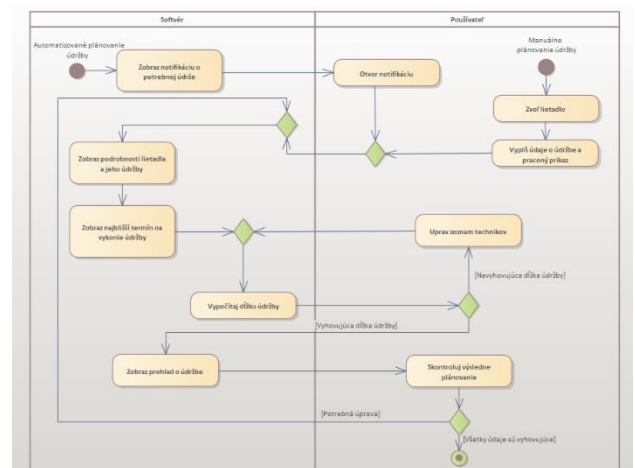
#### 4.1. Plánovanie údržby

Modul plánovania údržby obsahuje kalendár s funkciami plánovania údržba a činnosti. Do kalendára je možné naplánovať rôzne udalosti, ako sú napríklad školenia, audity a podobne.

Služi však najmä na plánovanie činností technikov, iných ako údržba lietadiel. Udalosť, alebo činnosť je v kalendári zobrazená, ako farebné pole s jej názvom. Rozdiel medzi funkciou plánovania údržby a činnosti je ten, že plánovanie údržby pozostáva z komplexu viacerých procesov, pričom plánovanie činnosti slúži len na rezervovanie osobohodín technika v danom čase pre konkrétnu činnosť.

Funkcia lietadlá do údržby predstavuje osobitný celok používateľského rozhrania modulu. Funkcia pozostáva z dvoch zoznamov, ktoré sledujú stav lietadiel. Jeden zoznam obsahuje prevádzkyschopné lietadlá, sleduje ich blížiaci sa údržby. Druhý zoznam obsahuje lietadlá ktoré sú prevádzky neschopné. To znamená, že lietadlo čaká na údržbu, je v údržbe, alebo je údržba vykonaná, ale lietadlo nie je ešte uvoľnené do prevádzky na základe CRS.

Funkcia plánovania údržby neslúži len na plánovanie, ale aj na koordináciu. V kalendári je možné editovať prebiehajúcu údržbu podľa potreby. S plánovaním údržby je spojených mnoho procesov zobrazených na Obrázku 3.



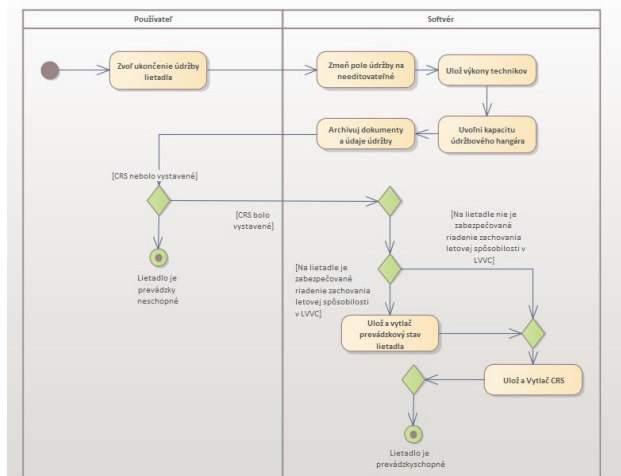
Obrázok 3: Diagram aktivít plánovania údržby lietadiel. Zdroj: Autori.

Naplánovať údržbu je možné dvoma spôsobmi. Prvý spôsob je manuálny, rovnaký ako pri plánovaní udalosti. Zadá sa registračná značka lietadla, typ údržby a priradí sa požadovaný počet technikov, podľa vyžadovaných spôsobilostí. Pri zadaní pravidelnej údržby sa zvolí napríklad 50 H, 100 H. Doba údržby je automaticky určená spolu s priradenými pracovnými kartami príslušnej údržby. Následne sa vyberie čas zahájenia údržby. Pri mimoriadnej údržbe lietadla sa uvádza, údržba spojená s identifikovaním a odstránením poruchy a ďalej sa stanoví približná doba údržby a čas zahájenia údržby. Podľa potreby sa uvedú poznámky a následne sa naplánovaná údržba potvrdí a zobrazí v kalendári.

Druhý spôsob plánovania je viac zautomatizovaný, avšak funguje iba na pravidelné a špeciálne údržby. Tento spôsob využíva funkciu lietadlá do údržby. Na základe farebného kódovania poľa registračnej značky a jeho poradia v zozname, sa označí požadované pole. Otvorí sa nové okno rovnaké, ako pri prvom spôsobe plánovania údržby. V tomto prípade, sú polia registračná značka, typ údržby a pracovné karty automaticky vyplnené a priradené. Následne sa priradia technici k danej údržbe a automaticky sa stanoví jej doba. Manuálne sa vyplní príkaz na vykonanie údržby a vytlačí. Ďalej sa zadá čas začiatku

údržby a popri prípade sa uvedú potrebné poznámky. Po potvrdení sa naplánovaná údržba zobrazí v kalendári.

Na ukončenie údržby je potrebné označiť danú údržbu v kalendári. Následne sa zobrazí nové okno, v ktorom sa potvrdí jej ukončenie. Údržbu je možné ukončiť v predstihu, ale aj s omeškaním. Ak by údržba trvala dlhšie, ako bolo plánované, funkcia bude ďalej posúvať dobu údržby, až dokým sa nepotvrdí jej ukončenie. Obrázok 6 znázorňuje procesy, ktoré prebiehajú po potvrdení ukončenia údržby.



Obrázok 4: Diagram aktivít ukončenia údržby lietadla. Zdroj: Autori.

Tieto procesy vykonáva funkcia automaticky. V kalendári sa uchová údržba v podobe, v akej bola ukončená, to znamená že sa už ďalej nedá editovať, iba prehliadať. Technikom sa do funkcie výkony zapíše počet osobohodín odpracovaných na danej údržbe spolu s príslušnými informáciami. Uvoľní sa kapacita údržbového hangára. Po potvrdení sa zobrazí okno s možnosťami vystavenia, alebo nevystavenia CRS.

#### 4.2. Flotila

Modul slúži na sledovanie a zaznamenávanie aktuálneho prevádzkového stavu lietadiel pre účely riadenia zachovania letovej spôsobilosti.

Denná prevádzka lietadiel je inšpirovaná na základe využívanej funkcie softvéru v LVVC, prevádzka lietadiel do prehliadky. Obsahuje elektronickú formu lietadlovej, vrtuľovej a motorovej knihy a predstavuje zálohu ich knižnej formy. Prevádzkový stav lietadiel je funkcia, ktorej základom je využívaný softvér, diely s obmedzenou životnosťou a zoznam osobitných inšpekcií v LVVC. Funkcia prevádzkový stav lietadiel je dizajnovo a funkčne takmer rovnaká, ako v jeho aktuálne využívaná podoba. Zaradenie lietadla do prevádzky pomocou tejto funkcia sa nové lietadlo v prevádzke zaeviduje do navrhovaného systému. Vyradenie lietadla z prevádzky pomocou tejto funkcia sa nové lietadlo v prevádzke zaeviduje do navrhovaného softvéru. funkcia obsahuje aj archív vyradených lietadiel, kde je možné prehliadať dokumenty a databázy rovnako, ako u lietadiel v prevádzke.

#### 4.3. Sklad

Modul slúži na sledovanie, kontrolu a spravovanie komponentov potrebných na údržbu lietadiel.

Funkcia sklad komponentov obsahuje tri databázy, ktoré predstavujú dve elektronické skladové karty komponentov a jednu evidenčnú elektronickú kartu komponentov. Prvá skladová karta je určená pre prevádzkyschopné komponenty, druhá pre prevádzky neschopné, opraviteľné komponenty. Evidenčná elektronická karta komponentov slúži na evidovanie nainštalovaných komponentov v jednotlivých lietadlách. Funkcia objednávania komponentov pozostáva z troch zoznamov, objednávok, objednaných komponentov a doručených komponentov. Slúžia na zobrazenie toku komponentov mimo CAO.

#### 4.4. Personál

Modul personál obsahuje funkcie profilov používateľov navrhovaného softvéru. Profil vedúceho CAO a technikou sú obsahovo rovnaké, líšia sa iba kompetenciami a úkonmi, ktoré môžu byť prostredníctvom profilov vykonané.

Funkcia platnosti AML, školení a kalibrácií predstavuje súčasne využívanú tabuľku v programe Microsoft Excel s rovnakým názvom v LVVC. Vlastnosti a formát sú v tejto funkcii rovnaké. Do funkcie sú pridané typové kvalifikácie, ktorými technik disponuje. Používateľ si môže podľa potreby obsah funkcie editovať a zapisovať. Funkcia výkonov automaticky zapisuje počet osobohodín technika, vynaložených na jednotlivé činnosti a údržby lietadiel. Počet osobohodín vynaložených na údržbu sa zapíše potvrdením ukončenia údržby. S osobohodinami sa zapisujú aj údaje údržby, alebo činnosti, ktorú technik vykonával.

#### 4.5. Dokumenty

Modul slúži, ako úložisko a archív dokumentov spojených s riadením zachovania letovej spôsobilosti a údržbou lietadiel. Sústreďuje rôzne dokumenty na jednom mieste. Obsahuje funkciu dokumentov lietadiel a tlačivá.

#### 5. Zhodnotenie návrhu softvérov

Je nutné povedať, že prínos je vnímaný v teoretickej rovine, keďže návrh softvéru je len prvý krok vo vývoji samotného softvéru.

Navrhovaný softvér si vyžaduje minimálne, až žiadne finančné náklady pre LVVC, vďaka možnému využitiu odborných kapacít Fakulty riadenia a informatiky, ktorá je súčasťou Žilinskej univerzity v Žiline, rovnako ako LVVC. Navrhovaný softvér poskytuje integráciu so softvérom **on-line manažmentu leteckého výcviku**, ktorý je v súčasnosti vyvíjaný študentom Fakulty riadenia a informatiky. Moduly navrhovaného softvéru predstavujú možné vylepšenie jednotlivých oblastí súčasne využívaných softvérov v LVVC.

#### 6. Alternatíva navrhovaného softvéru

Vzhľadom na komplexný a zdĺhavý proces vývoja softvéru je namieste stanoviť dostupnú alternatívu, ktorú je možné zvoliť, ak by došlo k neočakávaným závažným komplikáciám vo vývoji alebo v samotnej prevádzke softvéru. Zo súboru analyzovaných softvérov vyplýva, že obsahovo a štruktúrne sú tieto softvéry veľmi podobné. Všetky spĺňajú minimálne funkčné požiadavky na ich zaradenie do prevádzky v LVVC. Najväčšie rozdiely predstavujú finančné náklady na prevádzku týchto softvérov.

V prípade softvéru Envision, vzhľadom na globálne portfólio zákazníkov, je možné konštatovať relatívne vysoké finančné náklady na prevádzku, pretože je softvér vytvorený najmä pre potreby MRO, ktoré sú v mnohých prípadoch veľké organizácie. Vzhľadom na absenciu cenovej relácie softvéru Envision, na stanovenie vhodnej alternatívy sú na záver brané do úvahy zvyšné dva softvéry. Vhodným alternatívnym softvérom je Flight Office, pretože spĺňa minimálne požiadavky a je cenovo dostupnejší, ako softvér SAM.

## PodĎakovanie

Článok je publikovaný ako jeden z výstupov projektu Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky KEGA 048ŽU-4/2020 s názvom "Zvyšovanie kľúčových kompetencií v oblasti technológie údržby lietadiel prostredníctvom transferu progresívnych metód do vzdelávacieho procesu".

## 7. Záver

Cieľom práce bolo vytvoriť návrh softvéru, ktorý by združil súčasne využívané softvéry v LVVC do jedného celku a tým optimalizoval procesy spojené s plánovaním a koordinovaním údržby lietadiel a optimalizoval spracovanie prevádzkových záznamov lietadiel pre účely riadenia zachovania letovej spôsobilosti. Analýza príspevkov [13] a [14] potvrdila opodstatnenie tejto práce.

Návrh softvéru sa podarilo vytvoriť na základe nadobudnutých poznatkov z jednotlivých organizácií a leteckých prevádzkovateľov, ktorý takéto softvéry využívajú. Prostredníctvom analýzy a neštruktúrovaného rozhovoru sa objasnila štruktúra softvérov, procesy s nimi spojené a spôsoby akými sa využívajú v rámci jednotlivých oblastí letectva. Navrhnutý softvér pozostáva z modulárnej štruktúry, ktorá prehľadne kategorizuje jednotlivé tematické celky spojené s údržbou a riadením zachovania letovej spôsobilosti. Jednotlivé moduly medzi sebou komunikujú prostredníctvom ich funkcií, vďaka čomu sa optimalizujú procesy, ako napríklad správa skladu komponentov, plánovanie údržby lietadiel a ďalšie. Jednou z oblastí optimalizácie je aj možná budúca integrácia navrhovaného softvéru so softvérom on-line manažmentom leteckého výcviku, ktorý je v súčasnosti vyvíjaný pre LVVC, konkrétne pre ATO. Integrácia by umožnila zdieľanie prevádzkového stavu flotily. Takto by bola zabezpečená automatická aktualizácia dostupnosti lietadiel v plánovacom kalendári v softvéri on-line manažmentu leteckého výcviku, na základe čoho, by mali žiaci a letový inštruktori aktuálny prehľad o dostupných lietadlách, ktorých let je možné naplánovať.

Predmetom ďalšej práce by mal byť štatistický výskum, ktorý určí priemerný počet osobohodín potrebných na vykonanie jednotlivých údržieb. Tieto hodnoty sú dôležité pre správnu funkciu plánovania údržby v navrhovanom softvéri. Návrh softvéru bude poskytovať softvérovým vývojárom základnú predstavu o požadovanej štruktúre a funkčnosti softvéru. V prípade samotného vývoja softvéru, nasleduje tvorba architektonického návrhu z nadobudnutých informácií, obsiahnutých v návrhu softvéru. Technológie v ňom zvolené určujú smer, ktorým vývoj softvéru bude napredovať. Ako príklad predmetu architektonického návrhu je možné uviesť proces uloženia údajov lietadla, v ktorom návrh špecifikuje formát a spôsob uloženia údajov a podmienky ich uloženia. Ďalej

z jednotlivých prípadov použitia navrhovaného softvéru bude potrebné vytvoriť detailnejšie návrhy. Napríklad k prípadu použitia „spravuj sklad“ je potrebné vytvoriť procesy nižšej úrovne, ako „ulož údaje komponentov“, „vymaž komponent“ a podobne. Napredujúci vývoj bude pozostávať z prechodu abstraktných procesov a problémov do konkrétnych. Súčasťou budú aj testovania softvéru, medzi ktoré bude patriť aj akceptačné testovanie, aby bolo možné overiť, či požiadavky na tento softvér boli splnené.

## Referencie

- [1] MIKULEC, D. 2019. Návrh on-line manažmentu leteckého výcviku v podmienkach ATO [Bakalárska práca]. Žilinská univerzita v Žiline. [online]. Dostupné na internete: <http://opac.crzp.sk/?fn=detailBiblioForm&sid=0355D02574495B28018FD3DEC12B&seo=CRZP-detail-kniha> (citované Nov.24, 2020)
- [2] Nariadenie komisie (EU) č. 1321/2014 [online]. Dostupné na internete: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/?uri=CELEX:02014R1321-20200324> (citované Nov. 25, 2020)
- [3] Leon software [online]. Dostupné na internete: <https://www.leonsoftware.com> (citované Feb. 6, 2021)
- [4] Myair ops software [online]. Dostupné na internete: <https://myairops.com/products/myairops-flight/> (citované Feb. 6, 2021)
- [5] Swiss AS, AMOS software [online]. Dostupné na internete: <https://www.swiss-as.com> (citované Feb. 7,2021)
- [6] RUSADA, Envision softvér [online]. Dostupné na internete: <https://www.rusada.com> (citované Mar. 1, 2021)
- [7] SAM light softvér [online]. Dostupné na internete: <https://asasoftware.aero/sam-light/> (citované Mar. 19, 2021)
- [8] Flight Office [online]. Dostupné na internete: <https://www.airjihlava.cz/flight-office/popis-programu-navody-napoveda> (citované Mar. 27, 2021)
- [9] DICK, J., HULL, E., & JACKSON, K., Requirements Engineering, 2017. (citované Apr. 6, 2021)
- [10] Capterra.com [online]. Dostupné na internete: <https://www.capterra.com/aviation-maintenance-software/> (citované Feb. 11, 2021)
- [11] Softwareadvice.com [online]. Dostupné na internete: <https://www.softwareadvice.com/cmms/aviation-maintenance-comparison/> (citované Feb. 11, 2021)
- [12] Sourceforge.net [online]. Dostupné na internete: <https://sourceforge.net/software/aviation-maintenance/> (citované Feb. 11, 2021)
- [13] HRÚZ, M. a kol. 2020. Innovative changes in maintenance strategies of ATO's aircraft based on their operational status. In: INAIR 2020 - CHALLENGES OF AVIATION DEVELOPMENT [electronic] : 9th International Conference on Air Transport. - ISSN 2352-1457. - 1. vyd. - Amsterdam: Elsevier, 2020. - s. 261-270

- [14] BUGAJ, M., PECHO, P. a ROSTÁŠ, J. 2017. Úloha analýzy spoľahlivosti lietadlových celkov pri stanovovaní subprocesov údržby riadenej spoľahlivosťou In: Aero-Journal : international scientific journal of air transport industry. - ISSN 1338-8215. - Č. 1, s. 12-17.
- [15] Novák, A., 2014. Využitie bezpilotných lietadiel na letecké práce, In: Aero-Journal : international scientific journal of air transport industry,ISSN 1338-8215. vol. 1, 2014, s. 25-28.
- [16] NOVÁK, A., NOVÁK SEDLACKOVÁ, A., KANDERA, B. and LUSIAK, T., 2020. Flight inspection with unmanned aircraft, Transport Means - Proceedings of the International Conference 2020, pp. 589-593.