

Sem vložte zadání Vaší práce.



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ  
KATEDRA SOFTWAREVÉHO INŽENÝRSTVÍ



Diplomová práce

## **Letecké záznamy pro iOS pomocí moderních architektur a FRP**

***Bc. Martin Žid***

Vedoucí práce: Ing. Dominik Veselý

16. září 2017



---

## Poděkování

Doplňte, máte-li komu a za co děkovat. V opačném případě úplně odstraňte tento příkaz.



---

## Prohlášení

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

Beru na vědomí, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorského zákona, ve znění pozdějších předpisů. V souladu s ust. § 46 odst. 6 tohoto zákona tímto uděluji nevýhradní oprávnění (licenci) k užití této mojí práce, a to včetně všech počítačových programů, jež jsou její součástí či přílohou, a veškeré jejich dokumentace (dále souhrnně jen „Dílo“), a to všem osobám, které si přejí Dílo užít. Tyto osoby jsou oprávněny Dílo užít jakýmkoli způsobem, který nesnižuje hodnotu Díla, a za jakýmkoli účelem (včetně užití k výdělečným účelům). Toto oprávnění je časově, teritoriálně i množstevně neomezené. Každá osoba, která využije výše uvedenou licenci, se však zavazuje udělit ke každému dílu, které vznikne (byť jen zčásti) na základě Díla, úpravou Díla, spojením Díla s jiným dílem, zařazením Díla do díla souborného či zpracováním Díla (včetně překladu), licenci alespoň ve výše uvedeném rozsahu a zároveň zpřístupnit zdrojový kód takového díla alespoň srovnatelným způsobem a ve srovnatelném rozsahu, jako je zpřístupněn zdrojový kód Díla.

V Praze dne 16. září 2017

.....

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta informačních technologií

© 2017 Martin Žid. Všechna práva vyhrazena.

*Tato práce vznikla jako školní dílo na Českém vysokém učení technickém v Praze, Fakultě informačních technologií. Práce je chráněna právními předpisy a mezinárodními úmluvami o právu autorském a právech souvisejících s právem autorským. K jejímu užití, s výjimkou bezúplatných zákonných licencí a nad rámec oprávnění uvedených v Prohlášení na předchozí straně, je nezbytný souhlas autora.*

## **Odkaz na tuto práci**

Žid, Martin. *Letecké záznamy pro iOS pomocí moderních architektur a FRP*. Diplomová práce. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta informačních technologií, 2017.



---

# Abstrakt

Tato práce realizuje iOS aplikaci pro evidenci letů. V první části analyzuji obdobné aplikace a předpisy pro piloty České republiky, podle nichž probíhá návrh funkcionality vytvářené aplikace. Podle návrhu je následně zvolena vhodná architektura a vytvořeno uživatelského rozhraní v podobě wireframů.

Aplikace je implementována s použitím zvolené architektury a pomocí principů FRP. V průběhu implementace aplikace jsou realizovány jednotkové testy a na konci jsou provedeny uživatelské testy. Na základě výsledků testů je aplikace upravena do finální podoby.

V poslední části práce popisují výhody a nevýhody, které přinesly postupy FRP. Také hodnotím časovou a implementační náročnost oproti standardním postupům a architektuře MVC.

V práci jsem vytvořil funkční iOS aplikaci s využitím moderní architektury a principů FRP. Aplikace bude sloužit pilotům České republiky pro elektronickou evidenci letů a bude jim také ulehčovat administrativu s evidencí spojenou.

V příloze této diplomové práce je možné nalézt všechny zdrojové kódy jak aplikace, tak i testů společně s vytvořenými wireframy.

**Klíčová slova** mobilní aplikace pro evidenci letů, iOS, Swift, FRP, ReactiveCocoa, MVVM architektura

# Abstract

Sem doplňte ekvivalent abstraktu Vaší práce v angličtině.

**Keywords** flight records mobile application, iOS, Swift, FRP, ReactiveCocoa, MVVM architecture

---

# Obsah

Úvod	1
<b>1 Cíl práce</b>	<b>3</b>
<b>2 Analýza a návrh</b>	<b>5</b>
2.1 Tvorba iOS aplikací	5
2.2 EASA	6
2.3 Analýza existujících aplikací pro evidenci letů	8
2.4 Funkční a nefunkční požadavky	15
2.5 Případy užití	15
2.6 Návrh uživatelského rozhraní	15
2.7 Architektury při tvorbě iOS aplikací	15
2.8 Funkcionálně reaktivní programování	17
2.9 Persistence dat	19
<b>3 Realizace</b>	<b>21</b>
3.1 iOS aplikace a Swift	21
3.2 Unit testy	21
3.3 Použité nástroje při vývoji	21
3.4 Uživatelské testování	21
3.5 Postupy FRP v aplikaci	21
3.6 Zhodnocení MVVM a FRP	21
<b>Závěr</b>	<b>23</b>
<b>Literatura</b>	<b>25</b>
<b>A Seznam použitých zkratk</b>	<b>31</b>
<b>B Obsah příloženého CD</b>	<b>33</b>



---

## Seznam obrázků

2.1	LogTen Pro X . . . . .	9
2.2	Logbook Pro Aviation Flight Log for Pilots . . . . .	10
2.3	Safelog Pilot Logbook . . . . .	12
2.4	FlyLogio . . . . .	13
2.5	Smart Logbook . . . . .	14
2.6	Model-View-Controller diagram . . . . .	16
2.7	Model-View-Controller při vývoji iOS aplikace . . . . .	16
2.8	Model-View-ViewModel architektura . . . . .	17
2.9	VIPER architektura . . . . .	18



---

# Úvod

V dnešní době, kdy existují mobilní aplikace na téměř vše, mě zarazil fakt, že u pilotů tomu tak nemusí být. Aplikace na evidenci letů samozřejmě existují, však je tu hned několik problémů. Tyto aplikace jsou často velice drahé, nemusí odpovídat leteckým předpisům České republiky nebo nemají vyhovující funkcionalitu.

Z tohoto důvodu jsem se rozhodl vytvořit iOS aplikaci na evidenci letů. Tato aplikace bude pomáhat pilotům zaznamenávat elektronicky své lety, bude také kontrolovat předpisy a umožňovat export do formátu pro tisk.

Začínám analýzou podobných aplikací, a to pro zařízení iOS i Android. Poté navrhuji vhodnou funkcionalitu a vytvářím návrh uživatelského rozhraní.

Dalším tématem, které ve své práci řeším, jsou softwarové architektury při vývoji iOS aplikace. Zde analyzuji alternativy k architektuře MVC ve spojení s funkcionálně reaktivním programováním neboli FRP.

Tuto analýzu následně aplikuji v praxi, kdy se zvolenou architekturou a FRP implementuji společně s jednotkovými testy dříve zmíněnou aplikaci. Nakonec aplikaci podrobím uživatelským testům a podle jejich výsledků upravím aplikaci do finální podoby.

V poslední části své práce se snažím zhodnotit postupy FRP společně se mnou zvolenou moderní architekturou a jejich časovou a implementační náročností oproti klasickému MVC.





---

## Cíl práce

Cílem této práce je navrhnout a implementovat aplikaci k evidenci letů pro platformu iOS, a to pomocí postupů FRP (funkcionálně reaktivního programování) a s využitím moderní softwarové architektury jako např. MVVM nebo VIPER. Tato aplikace bude sloužit pilotům České republiky k elektronické evidenci letů. Tento cíl je rozdělen do několika podúkolů.

V první části analyzuji podobné aplikace pro evidenci letů, a to jak pro platformu iOS, tak i pro Android. Na základě této analýzy navrhnu vhodnou funkcionalitu pro vytvářenou aplikaci. Podle navržených funkcionalit si zvolím architekturu a navrhnu uživatelské rozhraní v podobě wireframů.

V dalším kroku aplikaci implementuji pomocí postupů FRP a se zvolenou архитектурou. V průběhu realizace aplikace budou vytvářeny také testy a dokumentace aplikace.

Dále bude aplikace podrobena uživatelským testům, podle kterých bude vhodně upravena.

V poslední části budu popisovat výhody a nevýhody, které přinesly postupy FRP. Budu také hodnotit časovou a implementační náročnost oproti standardním postupům a architektuře MVC.



## Analýza a návrh

### 2.1 Tvorba iOS aplikací

Vývoj iOS aplikace je možný hned několika způsoby, každý má své výhody a nevýhody, právě ty bych rád v této kapitole rozebral. Mezi možné způsoby vývoje bych rád zmínil nativní aplikace, hybridní aplikace a mobilní webové aplikace.

#### 2.1.1 Nativní aplikace

Nativní aplikace jsou vyvíjeny specificky pro jednu platformu. Díky tomu mají přístup ke všem funkcím daného zařízení jako např. GPS, kamera nebo kontakty. Mohou fungovat i pouze offline, tedy bez nutnosti internetového připojení. [1]

Však pokud bychom chtěli aplikaci distribuovat na více platform, tak s tímto přístupem by bylo nutné vytvořit pro každou platformu vlastní aplikaci. To by prodloužilo vývoj a znesnadnilo následnou údržbu aplikací.

Co se týče iOS vývoje, je možné si zvolit z dvou programovacích jazyků – Objective-C nebo Swift. [2] [3]

#### 2.1.2 Hybridní aplikace

Hybridní aplikace jsou aplikace tvořené nejčastěji pomocí HTML5 a JavaScriptu, následně jsou spuštěné v nativním kontejneru. [4] Jako příklad je možné uvést např. Apache Cordova. Tento kontejner umožňuje přístup k funkcím daného přístroje, podporuje použití aplikace offline a dává možnost publikace vytvořené aplikace do obchodu tzv. app store. [5]

Však výhodou nativních aplikací proti hybridním je to, že jsou vytvářeny přesně pro danou platformu, a tudíž jejich vzhled a výkon bude vždy lepší. [6]

### 2.1.3 Mobilní webové aplikace

Poslední možností jsou mobilní webové aplikace. Tyto aplikace jsou pouze upravené webové stránky do podoby a chování nativních aplikací. Přestože běží pouze v prohlížeči, mohou mít i tyto aplikace přístup k určitým (ne však ke všem) nativním funkcím. [1]

Tím, že jsou mobilní webové aplikace spouštěny v prohlížeči a nejsou stahovány přes obchody, je ulehčena údržba a vývoj, protože si uživatel nemusí vždy stahovat novou verzi aplikace.

Však tento postup má i své nevýhody. Jak již bylo zmíněno dříve, aplikace nemá přístup ke všem nativním funkcím daného přístroje. S dalším problémem se můžeme setkat u offline ukládání dat, a to se zabezpečením, které nemusí být tak dokonalé nebo uživatelsky přívětivé, jako u nativních aplikací. [4]

### 2.1.4 Zvolené řešení

Pro svou práci jsem si zvolil možnost nativní mobilní aplikace z důvodu zaměření pouze na platformu iOS. Bude se tedy jednat pouze o jednu aplikaci, která bude moci využít všech nativních funkcionalit, výkonu i vzhledu.

## 2.2 EASA

EASA, neboli European Aviation Safety Agency, je agentura spadající pod Evropskou Unii, která má na starosti technické přepisy, bezpečnost, regulace a certifikace v oboru letectví. [7]

Pro tuto diplomovou práci je EASA důležitá, protože vydává i pokyny např. pro evidenci letů nebo limity odlétaných hodin. [8]

### 2.2.1 Pokyny pro evidenci letů

Pokyny pro evidenci letů udává předpis FCL.050. Tento předpis specifikuje povinné položky každého leteckého záznamu. [9]

„Každý záznam letů by měl obsahovat minimálně tyto informace:

1. osobní informace: jméno a adresu pilota;
2. každý záznam letu by měl obsahovat:
  - jméno velícího pilota (PIC – Pilot-in-command),
  - datum letu,
  - čas a místo odletu a příletu,
  - typ, značku, model, variantu a registraci letadla,
  - označení zda je letadlo jednomotorové (SE – single engine) nebo vícemotorové (ME – multi engine),

- čas letu,
  - celkový čas letu.
3. každý záznam z výcvikového zařízení pro simulaci letu (FSTD – flight simulation training devices) by měl obsahovat:
- typ a kvalifikační číslo výcvikového zařízení,
  - instrukce výcvikového zařízení pro simulaci letu,
  - datum,
  - čas,
  - celkový čas.
4. funkce pilota – velící pilot (včetně sólového, velícím pilotem student (Student PIC) nebo velící pilot pod dohledem (PICUS – pilot-in-command under supervision)), druhý pilot, dvojí pilot (dual), instruktor (FI – Flight Instructor) nebo zkoušející (FE – Flight Examiner);
5. provozní podmínky – pokud se let uskutečnil v noci nebo pokud byl prováděn podle pravidel pro let podle přístrojů.

“ [9] (překlad vlastní)

### 2.2.2 Limity

Limity letového času a času ve službě obsahuje předpis ORO.FTL.210.

„ Celková doba služby, na kterou může být člen posádky přidělen, nesmí překročit:

1. 60 hodin služby za 7 po sobě jdoucích dnů;
2. 110 hodin služby za 14 po sobě jdoucích dnů; a
3. 190 hodin služby za 28 po sobě jdoucích dnů, rozdělených co nejrovnoměrněji během tohoto období.

Celkový čas, na který je jedinec přidělen jako člen provozní posádky, nesmí překročit:

1. 100 hodin letu za 28 po sobě jdoucích dnů;
2. 900 hodin letu v kalendářním roce; a
3. 1000 hodin letu během 12 po sobě jdoucích kalendářních měsíců.

Poletová služba se počítá do doby služby. “ [10] (překlad vlastní)

### 2.2.3 Zdravotní certifikáty

Informace o zdravotních certifikátech obsahuje předpis Part-MED. Certifikáty jsou tří druhů – zdravotní certifikát třídy 1 (Class 1 medical certificate), zdravotní certifikát třídy 2 (Class 2 medical certificate) a zdravotní certifikát pro licence na lehká letadla (LAPL – Light Aircraft Pilot Licence). Každý z těchto certifikátů má jinak nastavenou dobu platnosti a je pro jiné typy pilotních licencí.

LAPL certifikát je pouze pro pilotní licence na lehká letadla. Platnost je 60 měsíců u pilotů do věku 40 let, poté je platnost pouze 24 měsíců.

Zdravotní certifikát třídy 2 je pro pilotní licence PPL (Private Pilot Licence), SPL (Sailplane Pilot Licence) a BPL (Balloon Pilot Licence), tedy pro piloty soukromých letadel, kluzáků a balónů. Platnost licence se znovu odvíjí od věku pilota – 60 měsíců u pilotů do věku 40 let, následně 24 měsíců do věku 50 let a nakonec platnost licence klesá na 12 měsíců.

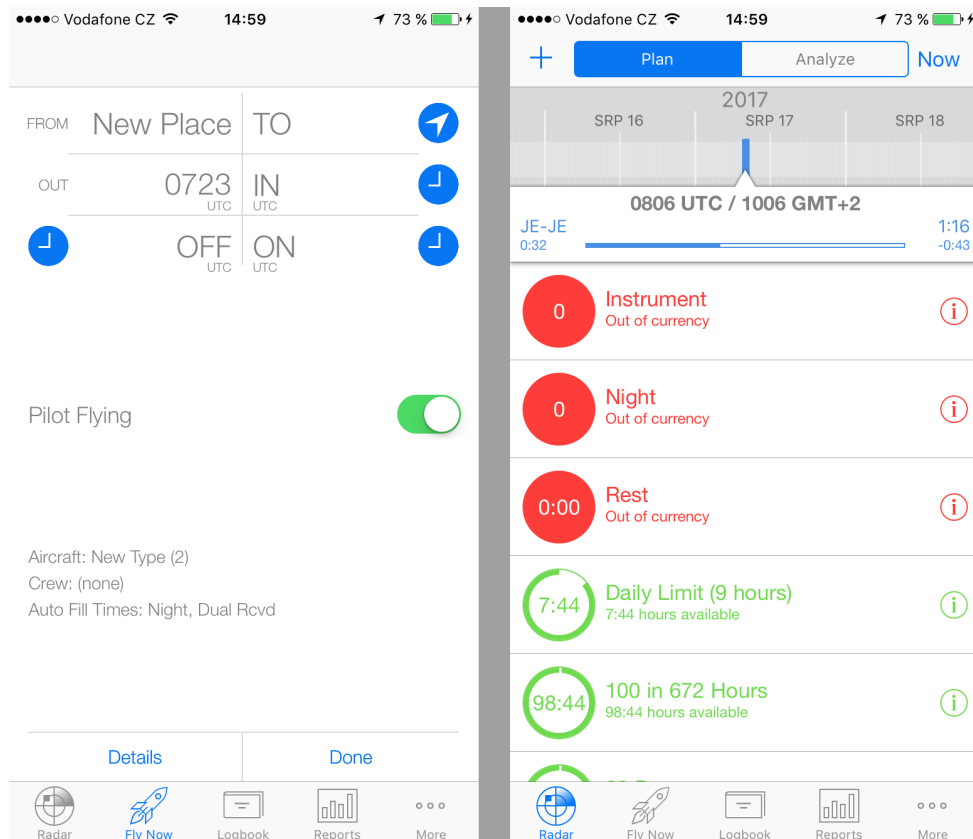
Zdravotní certifikát třídy 1 je certifikát nejvyšší úrovně. Je pro pilotní licence CPL (Commercial Pilot Licence), MPL (Multi-crew Pilot Licence) a ATPL (Airline Transport Pilot Licence), tedy pro piloty komerčních, vícečlenných a dopravních letadel. Platnost licence je 12 měsíců. To neplatí u pilotů starších 40 let, létajících jednopilotní komerční lety s cestujícími nebo u pilotů starších 60 let, zde se platnost licence snižuje na 6 měsíců. [11]

## 2.3 Analýza existujících aplikací pro evidenci letů

Tato kapitola se zabývá analýzou již existujících aplikací pro evidenci letů. Pro analýzu bylo vybráno pět aplikací – tři pro iOS a dvě pro platformu Android.

1. LogTen Pro X – iOS aplikace v angličtině vyvíjená společností Coradine Aviation. [12]
2. Logbook Pro Aviation Flight Log for Pilots – druhá iOS aplikace, také v angličtině, vytvořená NC Software, Inc. [13]
3. Safelog Pilot Logbook – poslední z analyzovaných iOS aplikací. I tato aplikace je v anglickém jazyce. Publikována Dauntless Software. [14]
4. FlyLogio - Pilot Logbook – česká aplikace vyvinutá pro platformu Android společností FlyLogio.com. [15]
5. Smart Logbook – anglická Android aplikace vydána firmou Kviation, Inc. [16]

## 2.3. Analýza existujících aplikací pro evidenci letů



Obrázek 2.1: LogTen Pro X

### 2.3.1 Kritéria hodnocení

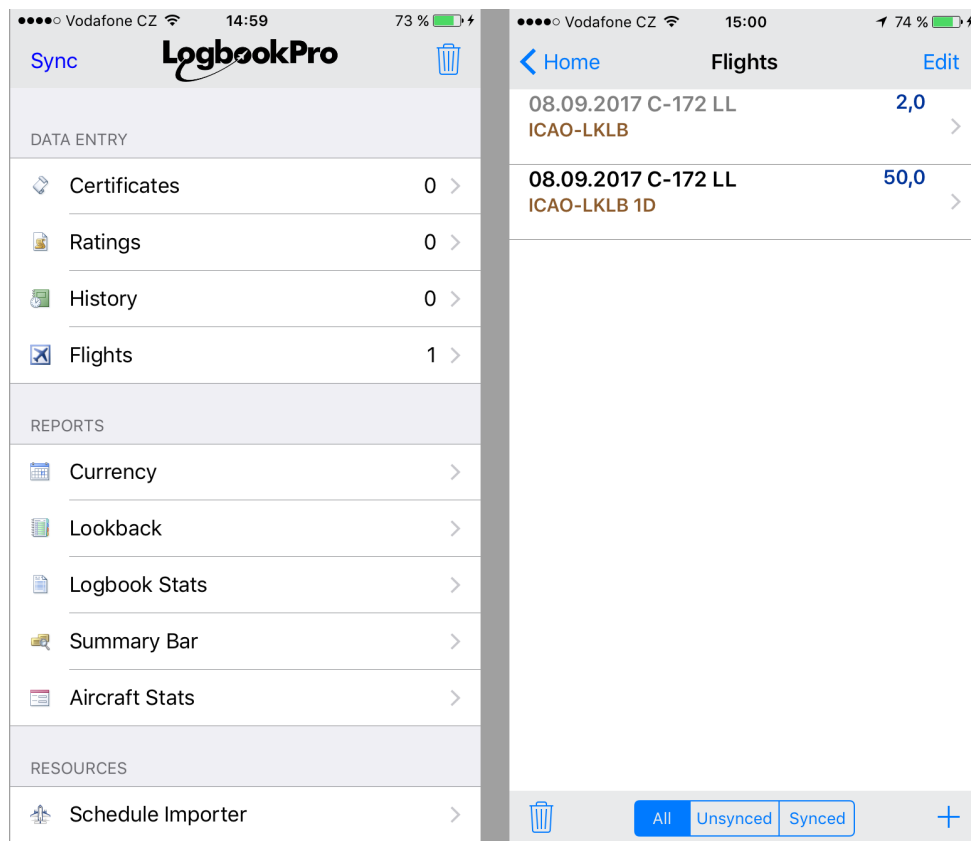
Kritéria hodnocení byla rozdělena do několika kategorií – přihlášení, platby, napojení externích databází, doplňkové položky při vkládání záznamu, limity a certifikáty, reporty a zálohování.

Při vkládání záznamu jsou brány v potaz pouze doplňkové položky, protože aplikace bude tvořena podle předpisu EASA FCL.050, který udává povinné údaje při evidování letu. Také položka v hodnocení – reporty podle EASA, je analyzována z pohledu předpisu FCL.050.

Všechny položky hodnocení jsou uváděny z pohledu mobilní/tablet aplikace.

### 2.3.2 Srovnávací tabulka

## 2. ANALÝZA A NÁVRH



Obrázek 2.2: Logbook Pro Aviation Flight Log for Pilots

Tabulka 2.1: Srovnávací tabulka

Kritéria	Log Ten Pro X	Logbook Pro	Safelog	FlyLogio	Smart Logbook	Výsledek
Přihlášení						
Aplikace fungční bez přihlášení	✓	✗	✗	✗	✗	1/5
Možnost přihlášení	✓	✓	✓	✓	✓	5/5
Platby						
Platby jednorázové	✗	✗	✗	✗	✓	1/5
Opakované platby	✓	✓	✓	✓	✓	5/5
Napojení externích databází						



## 2.3. Analýza existujících aplikací pro evidenci letů

Tabulka 2.1: Srovnávací tabulka

Kritéria	Log Ten Pro X	Logbook Pro	Safelog	FlyLogio	Smart Logbook	Výsledek
Napojení na databázi letišť	✗	✓ <sup>1</sup>	✓	✓	✓	4/5
Napojení na databázi letadel	✗	✗	✓	✓	✗	2/5
Doplňkové položky při vkládání záznamu						
Možnost přidání fotky	✓	✗	✓	✗	✗	2/5
Možnost přidání dokumentu	✓	✗	✓	✗	✗	2/5
Limity a certifikáty						
Kontrola limitů	✓	✓	✓ <sup>2</sup>	✗	✓	4/5
Certifikáty	✓	✓	✓ <sup>3</sup>	✗	✓	4/5
Reporty						
Generování reportů	✓	✗	✓ <sup>4</sup>	✗	✓	3/5
Reporty podle EASA	✗	✗	✓	✗	✓	2/5
Jiné reporty	✓	✓	✓	✗	✓	2/5
Perzistence dat						
iCloud/Google	✓	✗	✗	✓	✓	3/5
Vlastní řešení	✗	✓	✓	✗	✗	2/5
Synchronizace více zařízení	✓	✓	✓	✓	✓	5/5

### 2.3.3 Výsledky a vlastní zhodnocení

#### 2.3.3.1 LogTen Pro X

LogTen Pro X je z analyzovaných iOS aplikací nejvíce uživatelsky přívětivá. Zobrazuje přehledně limity a certifikáty, i vkládání je intuitivní. Má však i několik nedostatků:

- není napojená na databázi letišť, tudíž uživatel musí vyplnit všechny informace o daném letišti sám, bez automatického doplnění nebo našepťávání;
- neumožňuje generování reportů podle předpisu EASA FCL.050;
- aplikace je placená ročně –

<sup>1</sup>Logbook Pro umí nalézt pouze nejbližší letiště.

<sup>2</sup>Safelog zobrazuje limity ve webové verzi.

<sup>3</sup>Safelog zobrazuje certifikáty ve webové verzi.

<sup>4</sup>Safelog zobrazuje reporty ve webové verzi.



Obrázek 2.3: Safelog Pilot Logbook

- iPhone + iPad + Mac – 3550 Kč,
- Mac – 3550 Kč,
- iPhone + iPad – 2150 Kč.

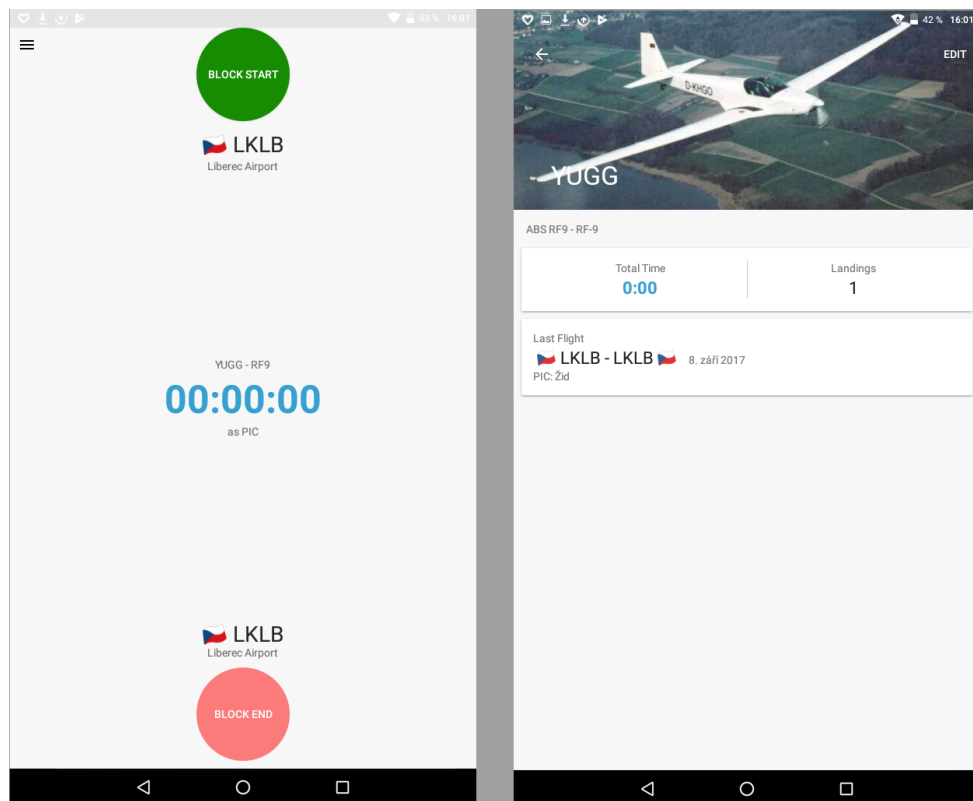
Data o aplikaci a cenách jsou získány přímo z aplikace LogTen Pro X.

### 2.3.3.2 Logbook Pro Aviation Flight Log for Pilots

Aplikace Logbook Pro vyžaduje pro přihlášení stažení PC aplikace (pouze pro Windows). S touto aplikací je následně synchronizován. Některá funkcionality, např. generování reportů, je dostupná pouze v PC verzi.

PC verze aplikace je zadarmo pouze ve zkušební verzi, poté základní verze stojí v přepočtu 1800 Kč. iOS verze aplikace se platí ročně v přepočtu za 1045 Kč, je nutné si zaplatit i zálohování a další funkcionality. [17]

## 2.3. Analýza existujících aplikací pro evidenci letů



Obrázek 2.4: FlyLogio

### 2.3.3.3 Safelog Pilot Logbook

Safelog Pilot Logbook obsahuje pouze některé funkce přímo v aplikaci, u ostatních je uživatel odkázán do webového rozhraní (SafelogWeb Cloud) viz. 2.3. Toto webové rozhraní zobrazené v aplikaci však není přizpůsobené pro mobilní zařízení, často je zobrazena pouze část stránky a není možné např. vyplnit všechna pole formuláře.

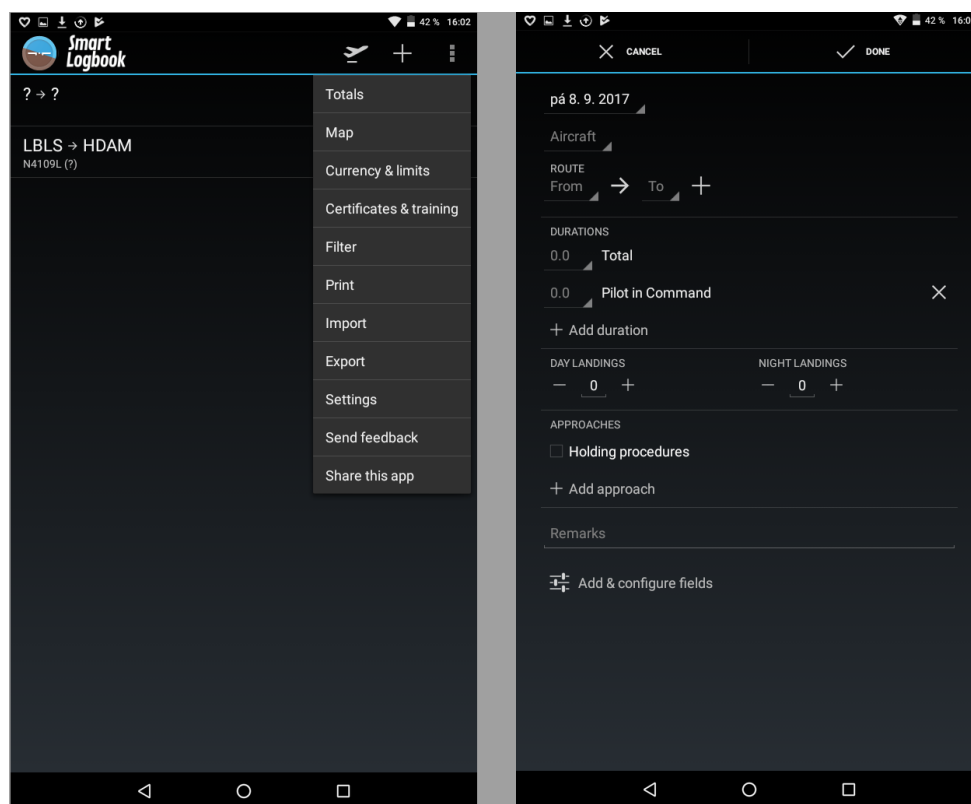
Tato aplikace však, pokud budeme brát v potaz i funkce ve webovém rozhraní, obsahuje nejširší spektrum funkcionalit.

Samotná aplikace je zadarmo, ale pro plnou verzi aplikace je nutné předplatné. To se pohybuje od 1320 Kč za jeden rok až po 8990 Kč za deset let. Data o aplikaci a cenách jsou získány z aplikace Safelog Pilot Logbook.

### 2.3.3.4 FlyLogio - Pilot Logbook

Android aplikace FlyLogio - Pilot Logbook je jedinou aplikací kompletně zadarmo. Z uživatelského pohledu se jedná o přehlednou a jednoduchou aplikaci. Však neobsahuje takovou funkcionalitu jako ostatní placené aplikace, např. chybí generování jakýchkoliv reportů nebo kontrolování limitů.

## 2. ANALÝZA A NÁVRH



Obrázek 2.5: Smart Logbook

### 2.3.3.5 Smart Logbook

Smart Logbook je poslední analyzovanou aplikací, jedná se o Android aplikaci. Obsahuje mnoho funkcionalit – generování reportů podle mnoha norem, zobrazení mapy se zaznamenáním jednotlivých letů, hlídání limitů i expirace certifikátů.

Tato aplikace je zadarmo pouze ve zkušební verzi, následně je nutné aplikaci zakoupit za 300 Kč. Je nutné také platit za zálohování a synchronizaci dat, a to buď 20 Kč za měsíc, nebo 120 Kč za rok. Informace o cenách jsou získány z aplikace Smart Logbook.

## 2.4 Funkční a nefunkční požadavky

## 2.5 Případy užití

## 2.6 Návrh uživatelského rozhraní

### 2.6.1 Wireframe

### 2.6.2 Heuristická analýza

## 2.7 Architektury při tvorbě iOS aplikací

Při tvorbě iOS aplikace je možné si vybrat z několika architektur. V této kapitole budu rozebírat pouze MVC, MVVM a VIPER.

### 2.7.1 MVC

Architektura MVC je zkratka pro „Model View Controller“ neboli tři komponenty, ze kterých se architektura skládá. Jedná se o softwarovou architekturu, které se velice často používá při tvorbě aplikací s uživatelským rozhraním. [18]

- *Model* definuje jaká data aplikace obsahuje, a pokud dojde k jakémukoli změně, tak informuje buď *Controller* nebo *View* (tzv. své observery). [19]
- *View* vrstva je prezentována samotnému uživateli. Tedy jsou zde zobrazena aplikační data a je zachycována uživatelská práce s aplikací. [18]
- *Controller* je vrstva mezi *View* a *Model* zabezpečující logiku aplikace. Stará se o promítnutí změn do *View* pokud se změní *Model*. Zároveň provádí úpravy v *Model* při uživatelské manipulaci s *View*. [19]

Však co se týče iOS vývoje, vrstvy *View* a *Controller* jsou téměř spojeny, protože *Controller* je příliš úzce zapojený do životního cyklu *View*, což následně způsobuje velký nárůst *Controller*. [20]

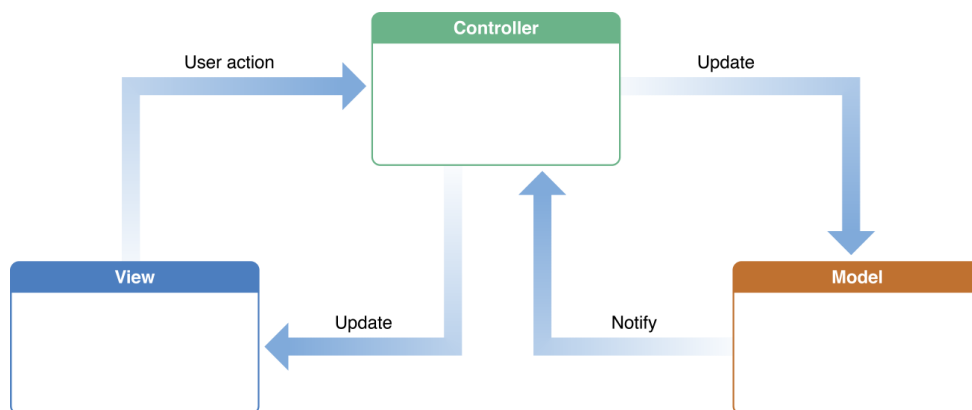
Základní myšlenku MVC a MVC při vývoji iOS aplikace ukazují obrázky 2.6 a 2.7.

MVC je základní architekturou pro tvorbu iOS aplikací. Není však jedinou možností.

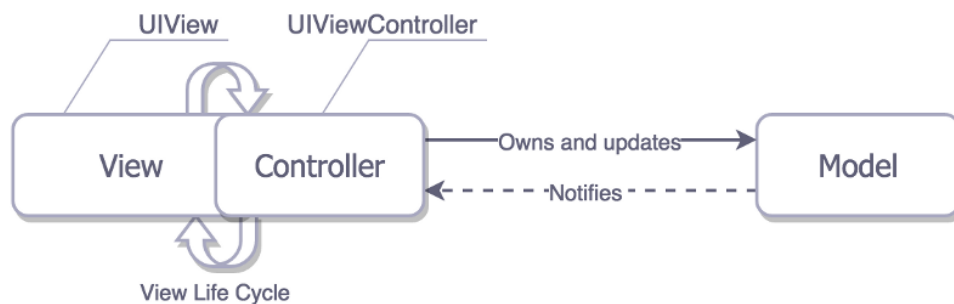
### 2.7.2 MVVM

Architektura MVVM má obdobné koncepce jako MVC. Jedná se také o zkratku, tentokrát „Model-View-ViewModel“. [23]

- *Model* je totožný s *Model* vrstvou architektury MVC, jedná se tedy o datovou část aplikace.



Obrázek 2.6: Model-View-Controller diagram [21]



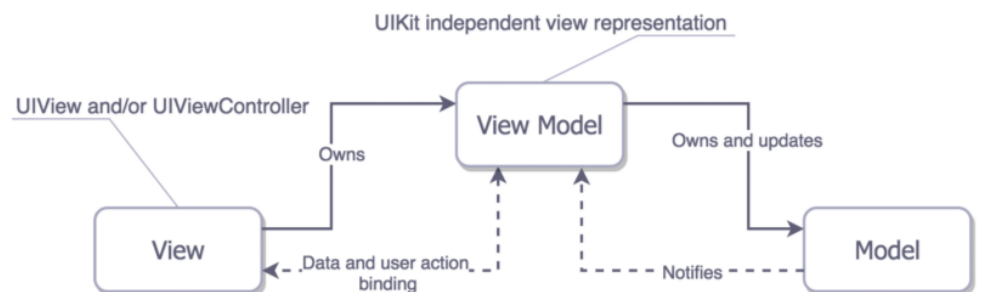
Obrázek 2.7: Model-View-Controller při vývoji iOS aplikace [22]

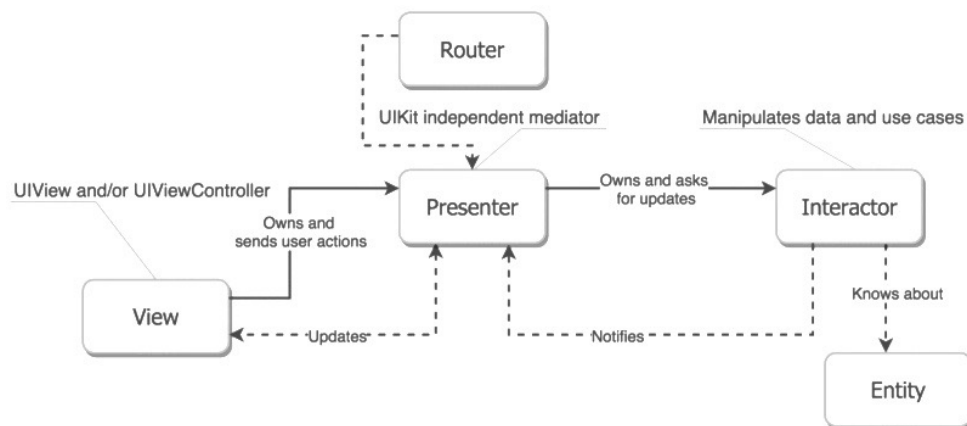
- *View* prezentuje aplikační data uživateli a monitoruje jeho akce. Však, jak již bylo zmíněno dříve, u iOS aplikací se jedná spíše o vrstvu *View/Viewcontroller*. Tato vrstva obsahuje pouze minimum logiky aplikace a reaguje hlavně na *ViewModel*. [24]
- *ViewModel* spojuje *View* a *Model* a zajišťuje hlavní logiku aplikace. *ViewModel* tedy komunikuje s *Model* a jeho metodami a následně připravuje data pro *View*. Obsahuje také implementaci funkcí, které reagují a zpracovávají akce uživatele např.: kliknutí na tlačítko. [23]

Tedy pro shrnutí rozdílů MVC a MVVM u iOS bych zmínil to, že iOS MVC má ve výsledku téměř jen dvě vrstvy *View/Viewcontroller* a *Model*. Když potom uvažujeme architekturu MVVM, *View/Viewcontroller* je opravdu pouze jednou vrstvou a mezi ní a *Model* je vložena nová vrstva *ViewModel*, která je spojuje, a do které je přesunuta i většina aplikační logiky.

Mezi výhody architektury MVVM oproti MVC patří např.:

- poskytuje návrhový princip tzv. separation of concerns, neboli oddělení zájmů;





Obrázek 2.9: VIPER architektura [27]

Pro vysvětlení, co je reaktivní programování cituji [29] „reaktivní programování je programování s asynchronními datovými toky“.

Na spojení funkcionální a reaktivního programování může dívat i jako na návrhový vzor *observer*. [30] Pozorujeme tedy např. určité vstupní pole, tlačítko nebo i dotaz na server a jsme informováni o každé změně v podobě asynchronního datového toku. Na tyto datové toky je možné aplikovat funkcionální programování. Je tedy možné toky spojovat (*merge*), filtrovat (*filter*) pouze události, které nás zajímají, mapovat (*map*) jeden tok na nový a další. [29]

### 2.8.1 FRP frameworky pro iOS

V této kapitole jsou pouze rozebrány základy jednotlivých frameworků, podrobnější vysvětlení (zvoleného frameworku) společně s ukázkami jsou k nalezení v kapitole Realizace.

#### 2.8.1.1 ReactiveSwift

ReactiveSwift je prvním frameworkem pro iOS podporujícím FRP. Obsahuje řadu základních prvků (*Signal*, *SignalProducer*, *Property*, *Action*...) a operátorů podporujících myšlenku „tok hodnot za čas“. [31]

#### 2.8.1.2 ReactiveCocoa

ReactiveCocoa je další z FRP frameworků pro iOS. ReactiveCocoa rozšiřuje různé aspekty Apple Cocoa frameworku základními prvky frameworku ReactiveSwift. Umožňuje vazbu na prvky uživatelského rozhraní, u interaktivních prvků napojuje *Signal* a *Action* pro kontrolu událostí a změn. Dále také umožňuje vytvářet signály na volání metod (např. i pro UIKit třídy). [32]



### 2.8.1.3 RxSwift

RxSwift je Swift verzi knihovny Reactive Extensions (Rx). [33] Tato knihovna umožňuje vytvářet aplikace založené na událostech a asynchronních datových tocích pomocí tzv. Observables. [34] I přesto, že RxSwift není striktně FRP frameworkem, [35] je zde uváděn, a to z důvodu velkého využití knihovny Reactive Extensions i na jiných platformách např.: JavaScript, C#, Python. [36]

## 2.9 Persistence dat

### 2.9.1 Core Data

Core Data je Apple framework, který má na starosti model vrstvu aplikace. Stará se o životní cyklus objektů, jejich vztahy (objektový graf) i perzistenci. [37]

Core Data má více možností na způsob uložení např. SQLite a XML. Jedná se tedy o uložení dat na disk daného zařízení. [38]

Výhodou tohoto frameworku je to, že je zcela zdarma a má podporu přímo v Xcode. [39]

### 2.9.2 iCloud

iCloud je cloudové úložiště od společnosti Apple. Umožňuje ukládat aplikační data i dokumenty a přistupovat k nim na všech Apple zařízeních a na webu. [40]

Při vývoji iOS aplikací se pro využití iCloud používá framework CloudKit. CloudKit zajišťuje rozhraní pro komunikaci dané aplikace a iCloud. [41] Poskytuje ověření uživatele, tři druhy databáze – soukromou, veřejnou a sdílenou, dále také analytický nástroj CloudKit Dashboard, který umožňuje prozkoumání dat, měření aktivity uživatelů a další. [42]

CloudKit je dostupný pro členy Apple Developer programu. [43] Tento program stojí ročně v přepočtu 2150 Kč. [44]

### 2.9.3 Realm

Realm, s oficiální stránkou <https://realm.io>, je multiplatformní mobilní databáze, která je připravená pro jazyky Java (Android), Swift, Objective-C, JavaScript a Xamarin. Hlavní myšlenkou je kontejner objektů tzv. Realm. Zde jsou uložena data, na které je možné se dotazovat, tyto data filtrovat a podobné. Na rozdíl od klasických např. SQL databází, zde pracujeme přímo s „živými“ objekty, tedy pokud provedeme změnu není nutné ukládat změněný objekt do databáze, ale změna se provede automaticky.

Realm je rozdělený na dvě části mobilní databáze Realm (Realm Mobile Database) a objektový server Realm (Realm Object Server). Jak je již z názvů

možné usuzovat mobilní databáze je pouze na mobilním zařízení, jedná se tedy o offline uložení dat. Pokud však chceme data např. sdílet na více zařízení, je možné se připojit na objektový server Realm a s tím se synchronizovat. Realm se řídí strategií „nejprve offline“ – čtení a zápis probíhá nejprve lokálně a až poté probíhá synchronizace se serverem.

Jedna aplikace může využívat hned několik Realm kontejnerů, a to jak lokální, tak i na vzdálené, kde každý z nich může mít různá oprávnění pro různé uživatele.

Realm Mobile Database je open source, tedy zdarma. [45]

## **Realizace**

- 3.1 iOS aplikace a Swift**
- 3.2 Unit testy**
- 3.3 Použité nástroje při vývoji**
- 3.4 Uživatelské testování**
- 3.5 Postupy FRP v aplikaci**
- 3.6 Zhodnocení MVVM a FRP**



---

## **Závěr**



---

## Literatura

- [1] Mobile: Native Apps, Web Apps, and Hybrid Apps. *Nielsen Norman Group* [online]. United States of America: Nielsen Norman Group, © 1998-2017, [cit. 2017-09-05]. Dostupné z: <https://www.nngroup.com/articles/mobile-native-apps/>
- [2] About Objective-C. *Apple Developer* [online]. California, U.S.: Apple Inc., © 2014, [cit. 2017-09-05]. Dostupné z: <https://developer.apple.com/library/content/documentation/Cocoa/Conceptual/ProgrammingWithObjectiveC/Introduction/Introduction.html>
- [3] Swift. *Apple Developer* [online]. California, U.S.: Apple Inc., © 2017, [cit. 2017-09-05]. Dostupné z: <https://developer.apple.com/swift/>
- [4] Native, HTML5, or Hybrid: Understanding Your Mobile Application Development Options. *Salesforce Developers* [online]. Suite 300, San Francisco, CA 94105, United States: Salesforce.com, inc., © 2000-2017, [cit. 2017-09-05]. Dostupné z: [https://developer.salesforce.com/page/Native,\\_HTML5,\\_or\\_Hybrid:\\_Understanding\\_Your\\_Mobile\\_Application\\_Development\\_Options](https://developer.salesforce.com/page/Native,_HTML5,_or_Hybrid:_Understanding_Your_Mobile_Application_Development_Options)
- [5] Apache Cordova. *Apache Cordova* [online]. Forest Hill, Maryland, United States: The Apache Software Foundation, © 2015, [cit. 2017-09-05]. Dostupné z: <https://cordova.apache.org/>
- [6] Should You Build a Hybrid Mobile App? *UpWork* [online]. Mountain View, CA, US.: Upwork Global Inc., © 2015 - 2017, [cit. 2017-09-05]. Dostupné z: <https://www.upwork.com/hiring/mobile/should-you-build-a-hybrid-mobile-app/>
- [7] European Aviation Safety Agency (EASA). *European Union* [online], [cit. 2017-09-14]. Dostupné z: [https://europa.eu/european-union/about-eu/agencies/easa\\_en](https://europa.eu/european-union/about-eu/agencies/easa_en)

- [8] Regulations. *European Aviation Safety Agency* [online], © 2017, [cit. 2017-09-14]. Dostupné z: <https://www.easa.europa.eu/regulations>
- [9] PART-FCL. London, United Kingdom: EASA, June 2016. Dostupné z: <https://www.easa.europa.eu/system/files/dfu/Part-FCL.pdf>
- [10] Official Journal of the European Union. London, United Kingdom: EASA, 2014. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2014:028:0017:0029:EN:PDF>
- [11] EU Part-MED medical certificates for EU licences. *Civil Aviation Authority* [online]. London, United Kingdom: Civil Aviation Authority, © 2015, [cit. 2017-09-14]. Dostupné z: <https://www.caa.co.uk/General-aviation/Pilot-licences/EASA-requirements/Medical/EASA-Part-MED-requirements/>
- [12] LogTen Pro X. *iTunes* [online]. California, U.S.: Apple Inc., © 2017, [cit. 2017-09-08]. Dostupné z: <https://itunes.apple.com/us/app/logten-pro-x/id837274884?mt=8>
- [13] Logbook Pro Aviation Flight Log for Pilots. *iTunes* [online]. California, U.S.: Apple Inc., © 2017, [cit. 2017-09-08]. Dostupné z: <https://itunes.apple.com/us/app/logbook-pro-aviation-flight-log-for-pilots/id410773111?mt=8>
- [14] Safelog Pilot Logbook. *iTunes* [online]. California, U.S.: Apple Inc., © 2017, [cit. 2017-09-08]. Dostupné z: <https://itunes.apple.com/us/app/safelog-pilot-logbook/id411409786>
- [15] FlyLogio - Pilot Logbook. *Google Play* [online]. Silicon Valley: Google, ©2017, [cit. 2017-09-08]. Dostupné z: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.flylogio&hl=en>
- [16] Smart Logbook. *Google Play* [online]. Silicon Valley: Google, ©2017, [cit. 2017-09-08]. Dostupné z: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.kviation.logbook&hl=en>
- [17] Logbook Pro Desktop. *NC Software* [online]. Richmond, Virginia: NC Software, Inc., © 2017. Dostupné z: <http://www.nc-software.com/Logbook-Pro-Flight-Log-Software-for-Pilots>
- [18] MVC Architecture. *MDN web docs* [online]. Mountain View, California, United States: Mozilla and individual contributors, © 2005-2017, [cit. 2017-08-29]. Dostupné z: <https://developer.mozilla.org/cs/>
- [19] MVC Architecture. *Developer Chrome* [online]. Silicon Valley: Google, © 2017, [cit. 2017-08-29]. Dostupné z: <https://developer.mozilla.org/>



en-US/Apps/Fundamentals/Modern\_web\_app\_architecture/MVC\_architecture

- [20] Orlov, B.: IOS Architecture Patterns. *Medium* [online], 2015, [cit. 2017-08-29]. Dostupné z: <https://medium.com/ios-os-x-development/ios-architecture-patterns-ecba4c38de52>
- [21] Model-View-Controller. *Apple Developer* [online]. California, U.S.: Apple Inc., © 2015, [cit. 2017-08-29]. Dostupné z: <https://developer.apple.com/library/content/documentation/General/Conceptual/DevPedia-CocoaCore/MVC.html>
- [22] Orlov, B.: Realistic Cocoa MVC. In: *Medium* [online], 2015, [cit. 2017-08-29]. Dostupné z: [https://cdn-images-1.medium.com/max/800/1\\*PkWjDU0jqGJOB972cMsrnA.png](https://cdn-images-1.medium.com/max/800/1*PkWjDU0jqGJOB972cMsrnA.png)
- [23] The MVVM Pattern. *Microsoft Developer Network* [online]. Washington, U.S.: Microsoft, © 2017, [cit. 2017-08-29]. Dostupné z: <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/hh848246.aspx>
- [24] Morrison, J.; Schmidt, M.: IOS Design Patterns: MVC and MVVM. *CapTech*, 2014, [cit. 2017-08-29]. Dostupné z: <https://www.captchiconsulting.com/blogs/ios-design-patterns-mvc-and-mvvm>
- [25] Orlov, B.: MVVM. In: *Medium* [online], 2015, [cit. 2017-08-30]. Dostupné z: [https://cdn-images-1.medium.com/max/800/1\\*uhPpTHYzTmHGrAZy8hiM7w.png](https://cdn-images-1.medium.com/max/800/1*uhPpTHYzTmHGrAZy8hiM7w.png)
- [26] Architecting iOS Apps with VIPER. *Objc* [online]. Berlin: Objc.io, 2013, [cit. 2017-08-30]. Dostupné z: <https://www.objc.io/issues/13-architecture/viper/>
- [27] Orlov, B.: VIPER. In: *Medium* [online], 2015, [cit. 2017-08-30]. Dostupné z: [https://cdn-images-1.medium.com/max/800/1\\*0pN3BNTXfwKbf08lhwutag.png](https://cdn-images-1.medium.com/max/800/1*0pN3BNTXfwKbf08lhwutag.png)
- [28] Functional Reactive Programming (FRP). *Technopedia* [online]. Techopedia Inc., © 2017, [cit. 2017-09-01]. Dostupné z: <https://www.techopedia.com/definition/29571/functional-reactive-programming-frp>
- [29] Staltz, A.: The introduction to Reactive Programming you've been missing. In *GitHubGist*, California, US.: GitHub, 2014, [cit. 2017-09-01]. Dostupné z: <https://gist.github.com/staltz/868e7e9bc2a7b8c1f754>
- [30] Blackheath, S.; Jones, A.: *Functional reactive programming*. United States: Manning Publications, 2016, ISBN 978-163-3430-105.

- [31] ReactiveSwift. *GitHub* [online]. California, US.: GitHub Inc., © 2017, [cit. 2017-09-01]. Dostupné z: <https://github.com/ReactiveCocoa/ReactiveSwift>
- [32] ReactiveCocoa. *GitHub* [online]. California, US.: GitHub Inc., © 2017, [cit. 2017-09-01]. Dostupné z: <https://github.com/ReactiveCocoa/ReactiveCocoa>
- [33] RxSwift: ReactiveX for Swift. *GitHub* [online]. California, US.: GitHub Inc., © 2017, [cit. 2017-09-04]. Dostupné z: <https://github.com/ReactiveX/RxSwift>
- [34] Reactive Extensions. *GitHub* [online]. California, US.: GitHub Inc., © 2017, [cit. 2017-09-04]. Dostupné z: <https://github.com/Reactive-Extensions/Rx.NET>
- [35] ReactiveX. *ReactiveX* [online], [cit. 2017-09-04]. Dostupné z: <http://reactivex.io/intro.html>
- [36] ReactiveX. *ReactiveX* [online], [cit. 2017-09-04]. Dostupné z: <http://reactivex.io/>
- [37] What Is Core Data? *Apple Developer* [online]. California, U.S.: Apple Inc., © 2017, [cit. 2017-09-16]. Dostupné z: <https://developer.apple.com/library/content/documentation/Cocoa/Conceptual/CoreData/index.html>
- [38] Persistent Store Types and Behaviors. *Apple Developer* [online]. California, U.S.: Apple Inc., © 2017, [cit. 2017-09-16]. Dostupné z: <https://developer.apple.com/library/content/documentation/Cocoa/Conceptual/CoreData/PersistentStoreFeatures.html>
- [39] Creating a Managed Object Model. *Apple Developer* [online]. California, U.S.: Apple Inc., © 2017, [cit. 2017-09-16]. Dostupné z: <https://developer.apple.com/library/content/documentation/Cocoa/Conceptual/CoreData/KeyConcepts.html>
- [40] iCloud. *Apple Developer* [online]. California, U.S.: Apple Inc., © 2017, [cit. 2017-09-16]. Dostupné z: <https://developer.apple.com/icloud/>
- [41] CloudKit. *Apple Developer* [online]. California, U.S.: Apple Inc., © 2017, [cit. 2017-09-16]. Dostupné z: <https://developer.apple.com/documentation/cloudkit>
- [42] CloudKit. *Apple Developer* [online]. California, U.S.: Apple Inc., © 2017, [cit. 2017-09-16]. Dostupné z: <https://developer.apple.com/icloud/cloudkit/>

- [43] Capabilities Available to Developers. *Apple Developer* [online]. California, U.S.: Apple Inc., © 2017, [cit. 2017-09-16]. Dostupné z: <https://developer.apple.com/support/app-capabilities/>
- [44] Purchase and Activation. *Apple Developer* [online]. California, U.S.: Apple Inc., © 2017, [cit. 2017-09-16]. Dostupné z: <https://developer.apple.com/support/purchase-activation/>
- [45] The Realm Mobile Platform. *Realm* [online]. Realm, © 2014-2017, [cit. 2017-09-16]. Dostupné z: <https://realm.io/docs/get-started/overview/>



## Seznam použitých zkratek

**FRP** Funkcionálně reaktivní programování

**MVC** Model View Controller

**MVVM** Model View ViewModel

**VIPER** View Interactor Presenter Entity Router

**PC** Personal Computer

**EASA** European Aviation Safety Agency

**PIC** Pilot-in-command

**SE** Single engine

**ME** Multi engine

**SPIC** Student PIC

**PICUS** PIC under supervision

**FSTD** flight simulation training devices

**FI** Flight instructor

**FE** Flight examiner

**LAPL** Light Aircraft Pilot Licence

**SPL** Sailplane Pilot Licence

**BPL** Balloon Pilot Licence

**PPL** Private Pilot Licence



## Obsah přiloženého CD

	readme.txt.....	stručný popis obsahu CD
	exe .....	adresář se spustitelnou formou implementace
	src	
	impl.....	zdrojové kódy implementace
	thesis .....	zdrojová forma práce ve formátu L <sup>A</sup> T <sub>E</sub> X
	text .....	text práce
	thesis.pdf .....	text práce ve formátu PDF
	thesis.ps .....	text práce ve formátu PS