ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA DOPRAVNÍ

Jan Štůla

NÁVRH SOFTWAROVÉHO ROZHRANÍ PRO OCC SIMULÁTOR

Bakalářská práce

2019

Zadání

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta dopravní
děkan
Konviktská 20, 110 00 Praha 1

K614..... **Ústav aplikované informatiky v dopravě**

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Jan Štůla

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

B 3710 – ITS – Inteligentní dopravní systémy

Název tématu (česky): **Návrh softvérového rozhraní pro OCC simulátor**

Název tématu (anglicky): Design of a Software Interface for OCC Simulator

Zásady pro vypracování

Při zpracování bakalářské práce se řiďte osnovou uvedenou v následujících bodech:

- Dispečing LD
- Legislativní požadavky
- OCC simulátor
- SW rozhraní a vazby jednotlivých aplikací
- UML návrh OCC simulátoru

ČVUT
FD

Rozsah grafických prací: dle požadavků vedoucího bakalářské práce

Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)

Seznam odborné literatury: Nařízení komise (EU) č. 965/2012

PILONE, Dan. UML 2.0 in a nutshell. O'Reilly Media, 2005. 240 s. ISBN 9780596007959

BAZARGAN, Massoud. Airline Operations and Scheduling. 3. vydání. Cornwall : ASHGATE, 2007. 205 s. ISBN 9780754636168

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Ota Hajzler**

Datum zadání bakalářské práce: **9. října 2018**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce: **26. srpna 2019**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE Fakulta dopravní

L. S.

doc. Ing. Vít Fábera, Ph.D.
vedoucí
Ústavu aplikované informatiky v dopravě

doc. Ing. Pavel Hrubeš, Ph.D.
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.

Jan Štůla
jméno a podpis studenta

V Praze dne 9. října 2018

Poděkování

Rád bych poděkoval panu Ing. Otu Hajzlerovi za vedení mé bakalářské práce, za odborné rady a konstruktivní připomínky, které mi pomohly při psaní práce. Také děkuji své rodině, mé přítelkyni a i její rodině. Všichni mě podporovali, nejen při tvorbě bakalářské práce, ale i po celou dobu studia.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně, uvedl v ní všechny použité prameny a zdroje a v textu řádně vyznačil jejich použití.

V Senohrabech dne 25. 8. 2019

Abstrakt

Předmětem bakalářské práce „Návrh softwarového rozhraní pro OCC simulátor“ je vytvořit návrh simulátoru pro dispečery letecké dopravy, který by sloužil k výcviku mimo reálný provoz. Cílem je, aby simulátor obsahoval veškeré programy, které pokryjí celou škálu činností dispečerů a budou také simulovat veškeré vlivy, které do práce dispečerů vstupují.

Klíčová slova

simulátor, UML, výcvik, diagramy, dispečink letecké dopravy, letecký dispečer, moduly, letecká doprava

Abstact

Subject of this thesis „Design of a Software Interface for OCC Simulator“ is to create a draft of simulator for flight offices that would be used out of real air traffic. The goal is for the simulator to contain all applications that are used by flight officers and that would cover a wide field of actions of a flight officer and they would simulate all influences which come into a flight officers’ work.

Key words

simulator, unified modeling language, training, diagrams, operations control center, flight officer, modules, air transport

1 Seznam použitých zkratek 8
2 Úvod 9
3 Dispečink letecké dopravy 11
3.1 Práce dispečera letecké dopravy a jeho povinnosti 11
3.2 Eurocontrol 12
3.2.1 NOP portál 13
3.3 Standardní procesy 14
3.3.1 Příprava letu 15
3.3.2 Flight watch a podpora posádce v průběhu letu 16
3.4 Komunikační kanály 17
3.4.1 Komunikace s posádkou 17
3.4.2 Komunikace s ŘLP 17
3.4.3 Komunikace s letištěm 17
3.5 Nestandardní procesy 17
3.5.1 Technické závady na letadle 18
3.5.2 Nestandardní procesy s letovými plány 21
3.5.3 Nestandardní procesy spojené s počasím 23
3.5.4 Další nestandardní procesy 25
4 Legislativní požadavky 26
5 OCC simulátor 28
6 SW rozhraní a vazby jednotlivých aplikací 30
6.1 Moduly OCC simulátoru 30
6.1.1 Modul flotily 30
6.1.2 Modul počasí 31
6.1.3 Modul letišť 31
6.1.4 Modul komunikace 32
6.1.5 Modul generování letů 32
6.1.6 Modul omezení letového prostoru 33
6.1.7 Modul pozice letadla 33
6.2 Aplikace instruktora 34
6.2.1 Záložka počasí 34
6.2.2 Záložka letových plánů a poruch 35
6.2.3 Záložka letového prostoru 36
6.2.4 Záložka letišť 36
6.2.5 Záložka obchodního oddělení 37
6.2.6 Záložka slotů 37

6.2.7 Záložka komunikační aplikace ... 37
6.2.8 Oznamování změn ... 38
6.3 Rozhraní dispečera ... 39
6.3.1 NAVsystem ... 39
6.3.2 Aplikace NOP portálu ... 40
6.3.3 Komunikační aplikace dispečera ... 40
6.4 Propojení modulů a dalších aplikací ... 41
6.4.1 Zisk dat z databáze ... 41
6.4.2 Ukládání dat před začátkem simulace ... 41
6.4.3 Zisk dat z PC instruktora ... 42
6.4.4 Začátek simulace ... 42
6.4.5 Používání slotů ... 43
7 UML návrh OCC simulátoru ... 44
7.1 Unified Modeling Language ... 44
7.1.1 Use Case diagram [32] ... 45
7.1.2 Diagram aktivit [34] ... 50
7.1.3 Deployment diagram ... 55
7.2 Hardwarové vybavení simulátoru ... 59
7.3 Spojení softwaru s hardwarem ... 60
7.4 Postup při vytváření diagramů ... 60
8 Závěr ... 62
9 Seznam použité literatury ... 64
10 Seznam obrázků a schémat ... 67
11 Seznam tabulek ... 68
12 Seznam příloh ... 69

1 Seznam použitých zkratek

LD letecká doprava

DLD dispečer letecké dopravy

IT informační technologie

OCC operační středisko

UML Unified Modeling Language

ICAO International Civil Aviation Organization – Mezinárodní organizace pro civilní letectví

EASA Europien Union Aviation Safety Agency – Evropská agentura pro bezpečnost letectví

FAA Federal Aviation Administration – Federální letecká správa

FAR Federal aviation regulations – Federální letecká nařízení

UML Unified Modeling Language

NOP Network Operations Portal

OCC operations control centre – operační středisko

ATFCM Air Traffic Flow and Capacity Management

2 Úvod

Letecká doprava je nedílnou součástí našich životů. Izolovanost většiny oblastí na světě je již minulostí, letecká doprava ve spojení s ostatními typy dopravy totiž spojuje prakticky veškerá místa na planetě. Přepravit se potřebuje dnes každý a všechno a nejlépe co nejrychleji a hned. Každodenně se nad námi zaplní letový prostor. Přepravu a pohodlí cestujících zajišťují spousty lidí různých profesí. Jedna z nejdůležitějších postav v letecké dopravě, která je však pohledům cestujících skryta, je postava dispečera letecké dopravy.

Práce dispečera letecké dopravy je nepostradatelnou součástí obchodní letecké dopravy. Každá společnost provozující obchodní leteckou dopravu musí dle platné legislativy dispečerské služby zajistit. Malé společnosti mohou letecký dispečink provozovat „externě“, či tímto pověřit posádku letu nebo prodejce letů. Standardně je však letecký dispečink součástí každé letecké společnosti. Bez dispečerů by bylo velmi obtížné naplánovat lety, ale také poskytovat podporu posádce a operativně řešit další potíže vzniklé při plnění letového plánu. Práce dispečera letecké dopravy je činnost náročná, komplikovaná a velmi zodpovědná a jsou na ni kladeny vysoké nároky. Nepatrná změna na druhé straně zeměkoule může vést k tomu, že dispečer musí předělat celé letové plány. Dispečer letecké dopravy tak musí být stále ve střehu, jelikož dění ve světě si přestávku nedá. Zájem dopravců je tedy maximálně připravit budoucí dispečery na standardní, ale i nestandardní situace, které mohou nastat při leteckém provozu.

Jakožto student oboru inteligentních dopravních systémů na fakultě dopravní jsem se během studia tématu letecké dopravy dotknul jen lehce. Problematika řízení letového provozu mě přivedla k tématu dispečerů letecké dopravy a toto téma mě natolik zaujalo, že jsem se rozhodl na něj zaměřit svou bakalářskou práci. Obecně se o dispečerech a navigátorech v literatuře mnoho nepíše a není o nich publikováno příliš článků. Práce dispečerů má však přímý vliv na efektivní využití letadel, letišť, ovlivňuje také ekologii a v neposlední řadě má vliv na pohodlí cestujících. Problematika dispečerů a tvorby simulátoru mi přišla velmi zajímavá a tvorba algoritmů a dalších softwarových návrhů mě při studiu bavila. Spojením využití diagramů pro softwarové návrhy a problematiky dispečerů bylo vytvořeno téma „návrh softwarového rozhraní pro OCC simulátor“. Ve spolupráci s Michalem Tvrzníkem byl proto vytvořen soubor diplomových a bakalářských prací, které se zaměřují na problematiku simulátoru pro výcvik dispečerů letecké dopravy.

Při výběru tématu jsem očekával bližší seznámení s prací dispečerů tím, že je budu moci pozorovat při práci a tyto poznatky pak v bakalářské práci použít. Bohužel mi nakonec tato praxe umožněna nebyla, a tak se mohu opřít pouze o teoretické znalosti.

Musíme vyjít z otázky, jakým způsobem jsou dispečeři letecké dopravy připravováni ke své práci nyní. Je tato příprava dostatečná? Dokáže současný způsob výcviku budoucího dispečera řádně připravit na všechny situace? Jaký by byl přínos simulátoru při výcviku dispečerů? Cílem této bakalářské práce je odpovědět na tyto otázky a vytvořit návrh softwarového rozhraní OCC (Operations Control Center) simulátoru, který by řešil veškeré problémy, které současný výcvik dispečerů má. Návrh softwarového rozhraní by měl být tvořen slovně a pomocí jazyka UML (Unified Modeling Language).

Pokud se ohlédneme zpátky do historie letecké dopravy, dispečerské stanoviště do šedesátých let dvacátého století bylo umístěno přímo v kokpitu letadla a obsahovalo jen jednoho navigátora. Každé letadlo tak mělo vlastního hlavního pilota, vedlejšího pilota a navigátora, který pomocí mapy a vysílačky určoval trasu a zajišťoval spojení se zemí. Větší využívání letecké dopravy a zvýšení její intenzity zapříčinilo přesun dispečerů a navigátorů na specializovaná pozemní pracoviště lokalizovaná u dopravců. Intenzita leteckého provozu stále roste, už i v oblacích vznikají kongesce. Dopravci tak potřebují vycvičit větší množství dispečerů za kratší časový úsek. Tak jako se dispečeři přesunuli z kokpitu na zem, je nyní čas oddělit zaškolování nových dispečerů od reálného provozu do zkušebních učeben a simulátorů.

3 Dispečink letecké dopravy

Lidé, kteří se nezaobírají tématikou letectví, vnímají aeronautiku mnohdy o dost jednodušeji, než ve skutečnosti je. Význam pilotů a letiště je cestujícím dobře znám. Málokdo ví, že během letu s pilotem komunikuje ještě řídící letového provozu a jen zlomek populace skutečně ví o dispečerech letecké dopravy. Slovo dispečer je pro žurnalisty shodné se slovem řídící letového provozu, hrubě se však mýlí. Řídící letového provozu řídí letadlo, zatímco je ve vzduchu. Dbá především na bezpečnost a sekundárně optimalizuje vzdálenost a rychlost, kterou letadlo letí. Naopak dispečer začíná u plánování tras, zajišťování handlingů[1] a letištních slotů[2] a pokračuje komunikací s pilotem v průběhu letu, pokud nastanou nějaké nestandardní situace. Dispečer letecké dopravy má tedy na starosti veškerou organizaci a koordinaci letecké flotily. Pokud se například stane, že některé z letadel kvůli poruše nemůže včas odletět, musí dispečer zajistit, aby nedocházelo ke kolizi mezi lety, tedy podle situace aktuálně upravit další naplánované lety. Tyto činnosti vyžadují neustálou komunikaci a koordinaci s ostatními leteckými subjekty.

Jen u několika málo velmi malých společností může práci dispečera vykonávat někdo, kdo vykonává již jinou práci, např. piloti, nebo prodejci letů. Součástí leteckých společností bývá obvykle operační středisko, jehož součástí je jeden nebo více dispečerů. Obecně je lepší, když je ve společnosti, a i ve službě, více dispečerů. Mohou si totiž pak rozdělit jednotlivé povinnosti a jejich práce se tak zefektivní a zjednoduší.

S narůstajícím provozem je vyžadován větší počet dispečerů a jejich kvalifikace při nástupu do profese. Naneštěstí počet dispečerů neroste úměrně s poptávkou a dochází tak k přepracování dispečerů. Výcvik nových dispečerů trvá dlouho, jelikož je obtížné v reálném provozu naučit nové dispečery všechny situace, které by mohly nastat. Logicky se kvůli absenci trenažéru nestandardních situací stávající dispečeři často nesetkali se všemi situacemi, které mohou nastat a může tak u nich v budoucnosti dojít k pomalejšímu postupu v práci.

3.1 Práce dispečera letecké dopravy a jeho povinnosti

Povinnosti dispečera můžeme rozdělit do tří skupin, na úkony prováděné před letem, během letu a po přistání.

[1] Handling je veškerá práce s letadlem na letišti, to znamená doplnění palivy, odstranění námrazy na křídlech, úklid interiéru letadla, doplnění zásob atd.

[2] Letištní slot slouží k zarezervování pozice letadla na letišti. Dispečer zarezervuje letištní slot pro letadlo, které pak na letišti může přistát, následně se nalodí cestující a letadlo poté může vzlétnout. Letištní slot může být využit i k přenocování letadla.

Během předletové přípravy musí dispečer let naplánovat a následně pomoci posádce vyplnit letový plán, který poté posílá ke schválení Eurocontrolu. Dispečer musí kontrolovat počasí, NOTAM[3]y a stav všech relevantních prvků na obou letištích, počátečním i cílovém. Všechny zmíněné kontrolované prvky se však v čase mění, je tak potřeba plán průběžně měnit a informovat o tom posádku, popřípadě následně optimalizovat trasu letu. Před vzletem a popřípadě během letu mohou vzniknou potíže, které způsobí, že letadlo nestihne další naplánovaný let; je tak potřeba, aby dispečer při potížích kontroloval i návaznost letů. Pokud vznikne nějaká kolize mezi lety, musí se let posunout a opět informovat Eurocontrol. Dispečer neposílá jen zprávu „Delay“, která souvisí s aktuálními potížemi, ale musí oznámit i posunutí následujících letů.

Během letu dispečer komunikuje s posádkou a podává jí relevantní informace o počasí, či stavu cílového letiště, případně o záložním letišti. Dispečer však také během letu přijímá informace od posádky a informuje o určitých událostech dotčené části společnosti, či jiné subjekty.

Po přistání musí dispečer zajistit správný chod informací a navázat na další předletovou přípravu.

Všechny tyto úkony jsou často dispečerem prováděny najednou, jelikož ve službě není dostatek dispečerů na rozdělení povinností. Dispečer tak nehlídá jeden let, ale více letadel najednou, která jsou v různých fázích letu. Je to do jisté míry výhodou, jelikož tak společnost ušetří peníze. Bohužel však také dochází k přepracování dispečerů a hrozí, že přetížený dispečer udělá chybu.

3.2 Eurocontrol

Dispečer komunikuje s Eurocontrolem za účelem oznámení letů, či posunu již schválených letových plánků. Dle odpovědí Eurocontrolu musí dispečer následně lety optimalizovat. Eurocontrol je organizace založená Evropskou unií a její primární zaměření je bezpečně řídit letový provoz ve všech fázích letu v Evropě a dalšími státy. V oblasti plánování letů Eurocontrol sbírá informace od všech subjektů a ukládá je do EAD[4]. Eurocontrol pak z dat statisticky počítá zaplnění oblastí a díky tomu může předem vyhodnocovat validitu letových plánků, které dispečeři podávají. [1] Celý název Eurocontrolu je European Organisation for

[3] NOTAM neboli poznámka pro letce z anglického NOtice TO AirMen. Jde o zprávu, která obsahuje informace o zřízení, stavu či změně nějakého leteckého zařízení, letecké služby či leteckých postupů. NOTAM může obsahovat informaci i o nějakém nebezpečí, vždy však jde o informaci, jejichž znalost je nezbytná pro pracovníky v leteckém provozu, včetně dispečerů. NOTAMy jsou různých kategorií a mají vždy ustálený formát, podle kterého jsou tvořeny, ale nakonec mohou vždy obsahovat i text v otevřené řeči. [2]

[4] EAD je Evropská AIS Databáze, přičemž AIS je Aeronautical Informational System. Jde o centralizované řešení, které poskytuje výhody v oblasti bezpečí a ekonomie leteckého provozu tím, že dokáže eliminovat chybná data.

the Safety of Air Navigation a v překladu znamená Evropská organizace pro bezpečnost leteckého provozu. Eurocontrol sídlí v Bruselu, ale letový provoz řídí z Nizozemí, z Maastrichtu. [3] Vedle řízení letového provozu zajišťuje Eurocontrol další podporu leteckých subjektů, mimo jiné pro dispečery vytvořil například důležitou webovou aplikaci NOP portál. Veřejnou verzi softwaru, která má omezené funkce, je možné nalézt na stránkách https://www.public.nm.eurocontrol.int/PUBPORTAL/gateway/spec/index.html

3.2.1 NOP portál

Zkratka NOP znamená Network Operations Portal a i přesto, že zkratka slovo portál již obsahuje, v české literatuře a v letecké praxi se přidává za zkratku slovo portál. NOP portál je aplikace, s níž dispečeři každodenně pracují a je nepostradatelnou součástí jejich života. Jde o webovou aplikaci, která informuje dispečery o všech možných omezeních v letovém prostoru. Dispečeři a další uživatelé letecké dopravy na ní mohou sledovat změny v dynamických datech a další provozní informace.

Dispečeři sledují informace ve čtyřech ATFCM kategoriích, a to strategické, předtaktické, taktické a pooperační. Strategické informace jsou takové informace, které poskytují informace letovým subjektům o optimálních trasách, aby byla správně využita kapacita všech oblastí. Strategické informace jsou tvořeny sedm dní předem a jsou následně optimalizovány podle aktuálních dat a stávají se předtaktickými informacemi. Taktické informace jsou zveřejňovány na den operace a mají shodnou funkci jako předešlé informace, jen jsou optimalizované podle aktuálnějších dat. Pooperační informace již nejsou příliš důležité pro dispečery, jelikož hodnotí, jak byly využity kapacity jednotlivých letových oblastí [4].

Dispečer se řídí podle času, který je uveden v NOP portálu, který ale má vůči českému času zpoždění 2 hodiny, jde totiž o čas v UTC. Dispečer se díky NOP portálu může dozvědět o různých provozních novinkách, může jít o plánované omezení provozu či regulace vzdušného provozu apod. Provozní novinky u sebe mají vždy napsán čas publikace a platnosti, který musí dispečer brát v potaz, aby se nestalo, že se řídí omezením, které již neplatí. Omezení mají vždy své důvody, které si dispečer může přečíst, důležitější informací pro dispečera je však předpokládaný dopad, který je také v NOP portálu uveden. Omezení se vždy vztahují k určitému vzdušnému prostoru, popřípadě letišti. Místa platnosti omezení jsou vždy uvedena pomocí ICAO zkratek. Dispečer by tak měl znát několik zkratek oblastí a letišť, kde jsou lety jeho letecké společnosti často plánovány, díky tomu může dispečer rychle zjistit, zdali se omezení týká i jeho letů, či nikoli. Ačkoliv není v dispečerových silách se naučit všechny zkratky leteckých prostorů a letišť, musejí dispečeři i tak rychle všechna omezení kontrolovat. Omezení mohou být doplněna o NOTAM, pokud je omezení generováno daným NOTAMem, ale ne všechny omezení jsou takto generována. Všechna

omezení dispečer může sledovat v pravém horním rohu v taktické části aplikace NOP portálu. Všechna omezení jsou také zanesena v mapě evropského vzdušného prostoru, přičemž na mapě jsou vidět hranice jednotlivých oblastí. V mapě je možné vidět i předpokládanou délku maximálního zpoždění, která je znázorněna pomocí barevné škály. Předpověď zpoždění je vytvářena čtyři hodiny dopředu, jelikož se s daty, dostupnými v daný moment, nedá předpovědět pozdější zpoždění tak přesně.

Dispečer může díky NOP portálu jednoduše kontrolovat, v jaké fázi jsou různé lety, jestli přistávají, letí, či jsou teprve očekávány. Dispečer se zároveň může jednoduše dozvědět ze stejného grafu, zdali jsou lety zpožděné. Zobrazování zpoždění letů je propracováno více a dispečerovi poskytuje graf i informace, zdali a jak moc byl let zpožděn na letišti a zdali a jak moc byl let zpožděn v průběhu letu. Dispečer se zároveň může jednoduše dozvědět průměrné zpoždění letů. Odůvodnění zpoždění je vždy možné najít v grafu, který je umístěn v centrální části základní taktické strany NOP portálu.

Dispečer může používat NOP portál i jako zdroj informací o počasí. Dispečer se tak může jednoduše dozvědět o nejdůležitějších jevech v daný den, jako například o teplotě, riziku vzniku bouřek nebo například jetstreamech[5] apod.

Dispečer díky NOP portálu podává letové plány a následně může upravovat uspořádání letů. Aplikace nejdříve ověří validitu daného letového plánku, a pokud je plánek validní, některý ze zaměstnanců Eurocontrolu plánek schválí. Může se stát, že letový plánek nebude schválen, v tu chvíli musí dispečer letový plánek změnit a poslat znovu. Dispečerům, kteří jsou nezkušení a nevyznají se ještě ve všech procesech, se může stát, že plánek posílají dále v původním znění a třeba i vícekrát než jej Eurocontrol stačí schválit. Může se tak stát, že letadlo má dva stejné letové plánky v jeden moment, což je pochopitelně chyba a dít se to nemá. Pokud nastane nějaké zpoždění či komplikace během plnění letového plánu musí jej dispečer upravovat podle dostupných informací, tzn. musí ve letovém plánu posouvat lety, aby se mezi sebou nekryly.

3.3 Standardní procesy

Pomocí jazyka UML[6] bylo vytvořeno několik jednoduchých Activity diagramů, díky kterým lze lépe pochopit, jaké úkoly musí dispečer/dispečeři udělat nejdříve a co jim následuje.

[5] Jetstream je silný proud větru v atmosféře. Vyskytují se i na jiných planetách a obecně jsou poměrně přímé, ale mohou se i točit. Jetstream může výrazně ovlivnit klima, které se vyskytuje v dané oblasti. [5]
[6] Bližší informace o UML jsou v kapitole UML návrh OCC simulátoru.

Diagramy také znázorňují, mezi jakými subjekty musí proběhnout komunikace. Způsob této komunikace je dále popsán v této práci.

Dispečer musí podávat letové plánky nejméně tři hodiny před zahájením letu (týká se mezinárodních letů) a nechat je schválit od Eurocontrolu v NOP portálu. Všechny lety jsou pro letadla zaznamenány a dispečer je musí v případě poruch či omezení od různých subjektů kontrolovat a upravovat. Cílem práce dispečera je optimalizovat trasu letu a termíny práce s letadlem tak, aby bylo letadlo maximálně efektivně využito. Ideálně naplánovaný let, který je dispečerem vytvořen, je však většinou posléze ovlivněn vnějšími vlivy, na které musí dispečer brát ohled a v souladu s nimi již vytvořený ideální letový plán měnit. Optimalizace je tak velmi obtížná a nelze najít jednoznačně optimální řešení v reálném čase s informacemi, které má dispečer v daném okamžiku k dispozici. Suboptimální řešení, která dispečeři při úpravách letových plánů užívají, závisejí na zkušenostech jednotlivce, který právě úpravu provádí a na informacích, které mu jsou známy.

3.3.1 Příprava letu

Jedna z nejdůležitějších, ale také nejtěžších částí práce dispečera, je příprava letu. Během tohoto procesu musí dispečer připravit letový plán, zajistit odbavení na letištích, zažádat o letištní sloty, spočítat weight&balance[7], sledovat NOTAMy a počasí ve všech částech cesty, tzn. místa vzletu, trasy i destinace. Dispečer také musí naplánovat záložní letiště pro případ potřeby.

Záložní letiště neboli alternate je stanoveno pro každý let. Jde o letiště, na které je přistáno v případě poruchy během letu nebo z jiných důvodů. Pokud taková situace nastane, posádka může letadlo buďto obrátit zpět na letiště, odkud vzlétlo nebo přistane na záložním letišti nebo už je natolik blízko destinaci, že přistane podle letového plánu. Záložní letiště je voleno tak, aby vyhovovalo všem bezpečnostním podmínkám, tzn., musí mít dostatečně dlouhé přistávací a vzletové dráhy pro dané letadlo, musí disponovat hasičskou jednotku, pokud to typ letadla vyžaduje apod. V některých případech nelze naplánovat trasu mezi dvěma letišti, a tak dispečer destinaci uvede v plánku jako záložní letiště a jako destinaci v plánku označí bližší letiště. Posádka pak při letu může udělat mezipřistání, nebo může oznámit řízení letového provozu, že chce letět na záložní letiště.

[7]Weight&Balance je proces, před kterým dispečer musí spočíst objem paliva, které bude letadlu na cestu potřebovat (všechno palivo nebude normálně nikdy spotřebováno, jelikož se všemi potřebnými reservami je tu ještě rezerva, co stanoví kapitán). Následně sečte váhu letadla s váhou cestujících, zavazadel a paliva a zjistí, kde bude mít během letu letadlo těžiště. Nakonec musí dispečer optimalizovat těžiště tak, aby křivka polohy těžiště byla stále ve stabilní oblasti grafu. Tento graf má svislou osu celkovou váhu a vodorovnou osu celkový moment. V grafu jsou označeny hranice normální oblasti a spotřební oblasti, ve kterých se těžiště během letu smí pohybovat. [6]

Při přípravě letu, který je nový, tedy nejde o let, který je již v provozu, musí dispečer aktivně komunikovat přes obchodní úsek společnosti s klientem, který o tento let žádá. Tato komunikace je zprostředkována pomocí vnitřní komunikace ve společnosti a e-mailem. Během této komunikace musí dispečer zanalyzovat proveditelnost letu a popřípadě upravit některé parametry po konzultaci s klientem, tak aby byl let následně klientem schválen.

Dispečer musí pro každý let ověřit traťová povolení, optimalizovat trať, ověřit služby na letišti destinace a na záložním letišti, kontrolovat počasí a NOTAMy a vypočítat Weight&Balance. Pokud dispečer plánuje pravidelně prováděný let, může často využít data z dřívějších plánování, na druhou stranu, musí vždy ověřit, zdali je trať opravdu optimální, zdali jsou pro let všechna traťová povolení, zdali se nezměnily služby na letištích destinace a záložním letišti a popřípadě přepočítat weight&balance a performance[8]. Následně podá dispečer flight plan a spolu s posádkou provede kompletaci a kontrolu letové dokumentace. Poté musí dispečer let aktivně sledovat a případně operativně optimalizovat. [7]

Pro všechny výše zmíněné výpočty, optimalizace či kontroly dispečer využívá různé aplikace a programy, například NAVsystem. Dispečer musí v každém případě využívat NOP portál a další aplikace, které konkrétní společnosti využívají. Jelikož v rámci této práce probíhala spolupráce se společností NAV Flight Services s.r.o., je dále popsán program NAVsystem, který tato společnost vyvinula.

3.3.2 Flight watch a podpora posádce v průběhu letu

Pro dispečera je nezbytností přímo komunikovat s posádkou letadla v průběhu letu a je výhodou, pokud má informace o poloze letadla v reálném čase. Komunikace s posádkou je zajištěna buď radiovým spojením, které má však krátký dosah, pokud není letadlo výkonnostní kategorie A, nebo pomocí systému ACARS, který slouží pro výměnu textových zpráv na neomezenou vzdálenost. Polohu je pak možné buď očekávat z letového plánu a jen oznámit změnu oproti letovému plánu pomocí komunikačního kanálu, nebo je poloha letadla sledována bez pomoci posádky. To je možné zajistit pomocí programů vytvořených přímo na míru společnosti, ale i pomocí jednoduše dostupné webové aplikace Flightradar24.

[8] Climb performance se v letecké praxi zkracuje jen na performance. Při výpočtu climb performance dispečerem, popřípadě posádkou, zjištěno, zdali za daných podmínek bude možné vystoupat s letadlem do 1500 ft dostatečně rychle. Nejvýraznější faktory ovlivňující tuto skutečnost jsou délka vzletové dráhy, vzdálenost dalších překážek (budovy, hory, skály…) od konce vzletové dráhy, váha letadla nebo například teplota. [8]

3.4 Komunikační kanály

Dispečer musí během své práce neustále komunikovat s mnoha subjekty v letovém provozu. Ke komunikaci s těmito subjekty používá různá komunikační zařízení a různé komunikační aplikace.

3.4.1 Komunikace s posádkou

Způsob komunikace s posádkou je závislá na vybavení letadla. Dispečer může s posádkou komunikovat pomocí rádia, a to ať už vysoce frekvenčního nebo velmi vysoce frekvenčního. Velmi vysoce frekvenční rádio neboli VHF rádio, je schopné na krátké vzdálenosti zařídit spojení mezi dispečerem a posádkou. Vysoce frekvenční rádio neboli HF, je schopné na druhou stranu spojit dispečera a posádku na delší vzdálenost. Bohužel neumí přenášet tolik informací jako VHF, a tak nemohou být zprávy tak obsáhlé.

Další možností komunikace mezi dispečerem a posádkou je pomocí systému ACARS, Aircraft Communications Addressing and Reporting Systém.

Pokud je letadlo na letišti, a právě nevzlétá ani nepřistává, může dispečer s posádkou komunikovat pomocí telefonu.

3.4.2 Komunikace s ŘLP

SITA také vyvinula systém AFTN, Aeronautical Fixed Telecommunication Network, který je vytvořen pro komunikaci s řízením letového provozu ale i dalšími leteckými subjekty. Pomocí AFTN může dispečer posílat zprávy formou freetext, na které je také postaven systém e-mailů. Dispečer tak nemusí následovat žádnou předepsanou formu zprávy a může napsat do ŘLP libovolný text.

3.4.3 Komunikace s letištěm

Dispečer musí s letištěm komunikovat z různých důvodů. Jeden z důvodů je, aby mohl komunikovat s handlingovými společnostmi. S těmi dispečer většinou komunikuje pomocí telefonu.

3.5 Nestandardní procesy

Dispečer se během své práce setkává i s nestandardními situacemi, které nastávají výjimečně a nejde o procesy, které mohou být řešeny bez stresu z jakékoli strany. Pokud krátce po vzletu pilot vypne motor, i přesto, že to dělá již po několikáté, musí posádka postupovat podle manuálu, který je připraven na tyto stresové situace.

3.5.1 Technické závady na letadle

Závady na letadle mohou vzniknout náhle, z opotřebení nebo kvůli vyčerpání životnosti nějaké součástky. Obecně se technickým závadám předchází pravidelnými údržbami. Údržby plánuje centrum řízení údržby neboli Maintenance Control Center a rozdělují se do čtyř typů. [9]

Traťová údržba je spíše kontrolou a může být prováděna, zatímco je letadlo na stojánce. Tento typ údržby je na letadle prováděn denně a celkově zabere od desíti minut do několika hodin a může ji provést i jediný zkušený mechanik, či posádka. Často jde jen o vizuální prohlídku letadla nebo je během ní letadlu doplňován olej, maziva apod. [10]

Střední, těžká a generální údržba je pak prováděna v hangáru a trvá déle. Střední údržby mohou zabrat jen několik hodin, ale také i jednotky dnů, zatímco těžké a generální údržby zaberou vždy několik dní. Tyto údržby také vyžadují větší počet kvalifikovaných techniků. Během střední údržby se technici zaměřují na určitou část letadla, ke které není tak obtížný přístup, u těžké údržby technici rozeberou nějakou část letadla, ke které je již přístup obtížnější. Během těžké i generální údržby tak tým techniků již potřebuje například i lešení a další speciální přístroje. Během generální údržby je letadlo rozebráno celé a může tak být i modernizováno. Všechny údržby mají své intervaly, ve kterých musejí být prováděny a výrobci určité intervaly předepisují, ale vždy je plánuje MCC, Maintenance Control Center. [11]

Technické závady se mohou vyskytnout, zatímco je letadlo na letišti, ale i během letu. Pokud je posádka ve spojení s dispečerem, může se sním poradit ohledně dalšího postupu a dispečer může posádce radit. Letadlo však musí být v dosahu rádia či jiného komunikačního prostředku, kterým je letadlo vybaveno.

Závady oznámené za letu

Dispečer se nemusí bezprostředně po vzniku závady o ní dozvědět, jelikož přímé spojení s posádkou již v dané fázi letu nemusí existovat. VHF mé poměrně krátký dosah, a tak pokud dopravce implementoval komplikovanější komunikační systémy jako například ACARS může dispečer pomoci posádce při řešení těchto závad i později v průběhu letu. Nezávisle na chvíli, ve které se dispečer o problému dozví, musí nejdříve analyzovat díky seznamu minimálního vybavení letadla, tzv. MEL[9], zdali může letadlo pokračovat v letu, vrátit se, nebo zdali musí zvolit jiný postup. Posádka však sama musí projít systém tzv. checklistů,

[9] MEL je seznam vybavení, které může být pro daný typ letadla nefunkční během letu. MEL také obsahuje informace, co musí případně posádka učinit, aby s nefunkční součástí letadla mohli letět dál. Základní účel MEL je povolit bezpečný provoz letadla s nepracujícími systémy nebo vybavením v rámci řízeného a spolehlivého programu oprav a výměny součástí. [12]

na základě kterých stanoví, jak musí pokračovat a dispečer může posádce poskytovat rady. Dispečer je tak vždy v pozici poradní a řeší během takové situace také související problémy pomocí vlastní příručky.

I. Vypnutí motoru

Pilot se může rozhodnout za letu vypnout jeden či více motorů. Vždy je tak činěno z nějakého extrémního důvodu, jako například překročení povolených parametrů motoru. Pokud je letadlo v dostatečné vzdálenosti, může kontaktovat dispečera, který ji může asistovat během řešení závady. Dispečer musí zkontrolovat, zdali vypnutý motor znemožňuje pokračování v letu pro dané letadlo. Pokud se letadlo musí vrátit, musí dispečer zkontrolovat počasí na letišti a vzít v potaz, že letadlo má o motor méně. Dispečer poté musí kontaktovat MCC a poradit se s nimi o dalším postupu s letadlem. Dispečer zároveň musí vyřešit náhradní přepravu pasažérů, kteří byli na palubě, většinou je zvoleno náhradní letadlo, které pasažéry přepraví.

II. Závada s tlakovým zařízením v kabině

Normálně se udržuje v kabině tlak, který lze naměřit ve výšce 2000 m n. m., takový tlak je pro člověka poměrně přirozený a přitom dovoluje, aby konstrukce letadla byla lehčí, než kdyby byl tlak optimalizován do nižších výšek. Pokud nastane závada s tlakovým zařízením v kabině, tak je tlak buď nižší, nebo vyšší, než je lidskému tělu přirozené. Pokud jsou hodnoty tlaku výrazně jiné, může dojít k hypoxii[10]. Při takové situaci většinou může letadlo dokončit let, s tím, že poletí v nižší letové hladině, kde je tlak pro člověka snesitelný, s tím, že spotřebuje více paliva. Letadlo nemůže letět výše než 10 000 stop, jelikož by došlo u posádky k hypoxii a rychle by se let proměnil v katastrofu. Dispečer tedy musí zvážit, zdali je let v nižší letové hladině proveditelný s aktualizovanou spotřebou paliva a také musí zkontrolovat minimální letovou výšku na nové trase kvůli případným překážkám, jako například Alpy. Musí také kontrolovat počasí na nové trase a letištích. Dispečer musí v každém případě konzultovat s technickým úsekem další postup s letadlem. V případě návratu musí dispečer obstarat náhradní dopravu pro nepřepravené pasažéry.

III. Birdstrike

Birdstrike je pojem používaný pro popis situace kolize divoké zvěře, většinou ptáků nebo netopýrů, s letadlem. Birdstrike může proběhnout jedině při vzletu, přistání nebo během letu,

[10] Při hypoxii se člověku nedostává dostatek kyslíku. Může k ní dojít z různých důvodů, jedním z nich je kvůli nedostatečnému množství kyslíku v okolí, kvůli nadmořské výšce potažmo tlaku. Pro člověka je přirozený tlak v nadmořských výškách mezi 0-2000 m. n. m. Při hypoxii člověk přestává postupně vidět, myslet, psát, zkrátka člověku přestávají fungovat základní funkce mozku. Veliký problém s hypoxií je však ten, že oběti si nejsou vědomi, že se s nimi cokoli děje. [13]

pro střet letadla s divokou zvěří na zemi se tento pojem nepoužívá. Birdstrike může být výrazný problém pro všechna letadla, nejznámějším příkladem je incident z roku 2009, kdy musela posádka s letadlem nouzově přistát na řece Hudson v New Yorku velmi krátce po vzletu. [14]

Pokud Birdstrike nastane při vzletu, musí letadlo většinou nouzově přistát, jelikož pokud ještě nedošlo k vypadnutí poškozeného motoru, může k tomu dojít během letu. Dispečer v tom případě musí zařídit opravu přes technické oddělení letecké společnosti a musí pasažérům zařídit náhradní dopravu.

Birdstrike většinou nenastane během letu, jelikož se většina letadel pohybuje ve výšce, ve které se hejna ptáků ani netopýrů již nevyskytují. Na druhou stranu je birdstrike během letu stejně problematická záležitost, ale většinou je řešena jako vypnutí motoru, které je popsáno výše.

Na birdstrike, který nastane při přistání, musí dispečer reagovat konzultací s MCC. Pasažéři jsou však již přepraveni, a tak není potřeba vymýšlet náhradní dopravu, pokud letadlo nebylo v plánu poslat na další let. V takovém případě je řešena standardní situace, při které musí dispečer pomocí NOP portálu předělat letové plány a let bude uskutečněn jiným letadlem; nebo musejí noví cestující počkat, než je letadlo opraveno. Pokud letadlo přistálo na letišti, kde se nenacházejí firemní technici, musí dispečer kontaktovat firmu, která na letišti má své mechaniky a domluvit s ní údržbu letadla.

Závady zjištěné na zemi

Závady zjištěné na zemi jsou méně stresující než závady zjištěné za letu, vyžadují však dispečerovu pozornost ve stejné míře. Závady mohou mít za následek jen předělání letového plánu při zachování letadla v provozu, ale mohou být i závažnější a letadlo nemusí být pro let použitelné. Závady jsou tak rozděleny do dvou skupin, které ovšem neplatí vždy, jelikož stejná závada může pro jedno letadlo znamenat jen menší změnu v trase a pro druhé může znamenat znemožnění provedení naplánovaného letu. Tuto skutečnost ovlivňuje vzdálenost, kterou musí letadlo urazit, trasa, po které letadlo letí, aktuální počasí a jiné aktuální podmínky.

I. Závada s tlakovým zařízením v kabině

Závada na přetlakování má stejné účinky za letu jako na zemi, s tím rozdílem, že na zemi se posádka ještě nemusí hypoxie obávat. Dispečer musí při této závadě konzultovat postup s MCC a pomocí MELu zanalyzovat, zdali je let proveditelný. Pokud je možné let provést musí zvolit takovou trasu, která nevyžaduje letadlu vystoupat výše než 25 000 stop na krátkou dobu. Musí spočítat kolik paliva bude letadlo na zvládnutí letu potřebovat, a spočítat

nově weight & balance a následně performance. Musí zkontrolovat počasí při nové trase, jelikož se letadlo nebude moci kvůli omezení výšky letu vyhnout význačnému počasí, a oznámit to vše Eurocontrolu.

II. Závada na systému, který předchází srážkám letadel

Systém předcházení srážek letadel neboli TCAS z anglického Traffic Collision Avoidance Systém. Systém neovlivňuje výkon letadla, ale je v některých zemích z bezpečnostních důvodů vyžadován. Zařízení TCAS pracuje na principu dotazování odpovídačů. Pracuje ve třech různých módech, a to buď A, A/C nebo S. A/C a S módy posádku informují o blízkých letadlech a jejich polohách, případně jí poskytují i další informace. Všechny módy pak podle přijatých informací zjistí, jestli může dojít ke srážce a posádku upozorní. Pokud však není používán systém v módu S, může i tak dojít ke srážce letadel, jelikož systém může poskytnout oběma posádkám stejnou radu. [15]

Pokud je tedy systém nefunkční, letadlo je stále schopné letu. Dispečer tak musí ověřit, zdali trasa nevede přes stát, který vyžaduje funkční systém TCAS. Tuto kontrolu dispečer provede pomocí dokumentu Jeppesen Airway Manual či jiného dokumentu, který mu poskytne v této oblasti věrohodné informace. Dispečer také musí neprodleně s MCC konzultovat postup s údržbou a zjistit, do kdy musí být závada odstraněna, jelikož i přesto, že letadlo je schopné letu, není cestujícím a ani posádce poskytnuto nejvyšší možné pohodlí v oblasti bezpečnosti. Dispečer logicky musí podat Eurocontrolu nový letový plán, jestliže stávající trasa vede přes stát, který vyžaduje funkční TCAS.

III. Závada na startéru motoru

Posádce se může stát, že zjistí, že před vzlétnutím nejsou schopni zažehnout motory. V ten moment je letadlo zataženo zpět na stojánku a posádka o tom informuje dispečera. Dispečer musí ihned kontaktovat MCC, která se pokusí závadu odstranit. Dispečer však musí předejít dalším zpožděním nebo alespoň co nejvíce zmírnit dopady tohoto incidentu. Pokud je startér opraven v relativně krátké době, může letadlo s posádkou pokračovat v plnění letového plánu, jinak musí dispečer najít jiné vhodné letadlo na přepravu cestujících. V obou případech musí dispečer oznámit Eurocontrolu zpoždění.

3.5.2 Nestandardní procesy s letovými plány

Dalším typem nestandardní situace jsou případy, kdy dispečer podává letový plán, který se liší od klasicky podávaných letových plánů. Nejde přímo o vzhled plánku, který podává, ale o to, co je v něm napsáno.

I. Let, během kterého letadlo letí oblastmi bez přístrojů i s přístroji

Kombinovaný let VFR/IFR/VFR je let, během kterého posádka vzlétá a přistává na nepřístrojových letištích, tzn. posádka respektuje pravidla pro let za vidu neboli VFR. Během letu se však letadlo pohybuje v oblasti, kde naopak respektují pravidla pro let podle přístrojů neboli IFR. Při takové situaci musí dispečer správně vypočítat reservu paliva pro let, která je počítána jinak než normálně a zároveň místo klasického letového plánu podávat kombinovaný letový plán. Dispečer zároveň musí kontrolovat počasí a vhodně naplánovat záložní letiště.

II. Suspendace letového plánu

FLS neboli zprávy zastavení letového plánu z anglického flight suspension jsou posílány mezi Eurocontrolem a dopravcem, konkrétně mezi pracovníky ATFCM[11] a dispečerem. Zprávy o suspendaci letu jsou posílány z různých důvodů a dispečer na ně musí adekvátně reagovat, aby bylo letadlo desuspendováno a mohlo následně provést let. Každá zpráva má své opodstatnění a na každou zprávu musí dispečer vhodně odpovědět.

a. Suspendace letu, který není k dispozici

   K suspendaci dojde, pokud let není dlouhodobě připraven a je považován za nevzlétající. Aby let byl desuspendován, musí dispečer potvrdit Network Managerovi, že stojí o jeho provedení.

b. Suspendace z důvodu neznámé dráhové dohlednosti

   Let je suspendován v případě špatného počasí a s tím související špatné viditelnosti. FLS je obdržena, pokud v letovém plánu není vyplněna hodnota RVR[12].

c. Suspendace z důvodu nevyužití slotu

   Let je suspendován, pokud letadlo nestihne vzlétnout v daném čase slotem. Dispečer zašle zprávu pracovníkovi ATFCM, ten let suspenduje, dispečer pak musí let buď zpozdit, nebo udělat nový letový plán. Po oznámení je let desuspendován.

d. Suspendace z důvodu neoznámení vzletu

   Pokud nebylo nahlášeno, že letadlo vzletělo v čase vzletu, let je automaticky suspendován. Let je desuspendován v případě, že dispečer oznámí jeho zpoždění či změnu plánu nebo pokud je následně zaregistrováno, že let byl zahájen.

[11] ATFCM je zkratka pro air traffic flow and capacity management. ATFCM je služba, která doplňuje řízení letového provozu za účelem optimalizace provozních toků podle kapacity řízení letového provozu v jednotlivých oblastech. ATFCM zároveň umožňuje leteckým společnostem provozovat bezpečné a efektivní lety. [16]

[12] RVR je zkratka pro runway visual range, což je v češtině dráhová dohlednost. RVR je vzdálenost, kam až dokáže pilot dohlédnout z kokpitu na runwayi. Ke stanovení této hodnoty se užívají značky u runwayí. [17]

e. Suspendace z důvodu zrušení času odletu

   Letiště může zakázat vzlety a nemusí zatím stanovit, kdy bude možné s letadly vzletět. Důvody k tomuto jsou vždy uvedeny v NOP portálu, jelikož jde o omezení na letišti. Let je desuspendován, pokud dispečer zašle zprávu o zpoždění či změně letového plánu, nebo může být desuspendován letištěm.

f. Suspendace z důvodu nereagování na další zprávy

   Dispečer může obdržet zprávu o novém předpokládaném čase vzletu a čase na reakci. Pokud dispečer nereaguje, je let suspendován a dispečer ho desuspenduje zprávou o zpoždění, či změnou letového plánu. Dispečer může nový čas vzletu přijmout, ale i odmítnout, pokud tak učiní dostatečně rychle, let není suspendován. Tento postup se většinou děje z důvodů velkých zpoždění.

g. Suspendace z důvodu chybné trasy

Let může být suspendován z důvodu chyby v letovém plánu a je desuspendován po jeho opravě. Součástí zprávy FLS je i návrh opravy. [18] Plánování letu se sníženým množstvím paliva pro nepředvídatelné události

Při plánování letu se dispečer může setkat se situací, kdy letadlo není dostatečně výkonné a nemá tak dolet na letiště destinace. Let tak není plánován klasicky z letiště vzletu s cílem v letišti destinace, ale letiště destinace je voleno jako alternativní letiště a dispečer pak musí zvolit vhodné letiště, na kterém posádka případně udělá mezipřistání. Tato technika se nazývá RCF a jde o pokročilý způsob plánování letu.

3.5.3 Nestandardní procesy spojené s počasím

Počasí ovlivňuje práci dispečera výrazným způsobem. Letadla totiž nemusejí moci přistát na destinaci právě kvůli počasí a mohou vznikat výrazná zpoždění. Počasí může způsobit problémy i s plánováním letů, jelikož počasí v libovolné části trasy může být natolik nepříznivé pro provedení letu, že jej není možné naplánovat. Dispečer musí při práci užívat příručky pro práci s plánovacími minimy, pokud není natolik zkušený, že si je pamatuje. Dispečer musí respektovat i minima z Nařízení Komise EU č.965/2012, přičemž všechny minima jsou zároveň ovlivněna aktuálními NOTAMy.

I. Počasí pod použitelná minima

Dispečer se může setkat s takovými meteorologickými podmínkami, které jsou pod minima k přistání či vzletu pro daný typ letadla. Dispečerovi pak nezbývá než posunout čas letu zvolit trasu jinak či změnit úplně letový plán. Pokud nastanou takové meteorologické podmínky až

při letu, musí posádka přistát na záložním letišti. Může se však stát, že nevyhovující meteorologické podmínky jsou i na záložním letišti a dispečer v tom případě musí najít další vyhovující letiště, na kterém by bylo možné s letadlem přistát. Dispečer musí tedy nejprve zkontrolovat NOTAMy na všech letištích, na kterých by letadlo mohlo přistát a následně musí zkontrolovat počasí na letištích, která vyhovují. Následně musí zkontrolovat tabulku plánovacích minim a následně ze zbývajících použitelných letišť vybrat dvě nebo jedno pro možné přistání letadla. Pokud se nevhodné počasí vyskytuje na letišti vzletu, let musí být odložen. [19]

II. Výrazná bouřková aktivita v určité oblasti

Eurocontrol či jiné státní řízení letového provozu může uzavřít určitou oblast s odůvodněním, že v oblasti je předpokládaná výrazná bouřková aktivita. Bouřky se mohou v oblasti vyskytovat buď z důvodu horka, nebo jde o frontální bouřky. Dispečer se o takové události může dozvědět díky NOP portálu a lety plánovat, popřípadě je přeplánovat, tak, aby se letadla bouřkám vyhnula. Změny v letových plánech musí dispečer dát vědět Eurocontrolu.

III. Silný čelní vítr

Dispečer se při své práci může setkat se situací, kdy letadlo pravděpodobně nedoletí do destinace kvůli silnému čelnímu větru. Dispečer v takové situaci musí plánovat let v režimu LRC[13] a zvolit vhodně destinaci. Dispečer při takovém plánování musí upravit rychlost jakou letadlo poletí a výšku, ve které letadlo poletí, jelikož síla a směr větru jsou závislé na výšce, ve které se vítr vyskytuje. Letadlo pak bude mít i jinou spotřebu. Celý upravený letový plán pak musí podat Eurocontrolu.

IV. Teploty ovlivňující performance

Dispečer při výpočtu performance (schopnost letadla vystoupat) může zjistit, že letadlo s aktuálním zatížením a aktuální teplotou na letišti není schopné odletět. Dispečer v takovém případě buďto s letadlem počká nebo sníží jeho zátěž. V případě čekání na snížení teplot, musí dispečer oznámit zpoždění Eurocontrolu. V případě snížení zátěže dispečer nechá letadlo letět s menším množstvím paliva, jelikož cestující ani zavazadla není vhodné na letišti nechávat. Letadlo pak musí provést mezipřistání na trase, pokud není schopné s daným množstvím paliva doletět do destinace. Tyto problémy jsou způsobeny vysokými teplotami, a tak je dispečeři většinou řeší v případě, že let vedou z některého letiště v subtropických či tropických oblastech.

[13] LRC je režim letu pro největší dolet. Posádka a dispečer musí optimalizovat, za účelem největšího doletu, výšku a rychlost. Jelikož má letadlo omezené množství paliva, je důležité, aby posádka a dispečer minimalizovali jeho spotřebu. [20]

3.5.4 Další nestandardní procesy

Další nestandardní procesy, se kterými se může dispečer při své profesi setkat jsou například další techniky pokročilého plánování letů, problémy vznikající kvůli komunikaci s letištěm a handlingovými společnostmi, problémy vzniklé kvůli nestihnutým úkonům posádky, nevhodně slotovaný let, problémy s provozní dobou letiště či jiná omezení ze strany letiště, problémy s posádkou. Vždy ale může jít i o jiné problémy, které nemusí být přímo letecké například výpadek internetu nebo výbuch sopky. [21]

4 Legislativní požadavky

Na základě nařízení Evropské Komise číslo 965/2012 nemusí již Evropské státy požadovat po svých dispečerech licenci. Záleží tak na každém státu, zda se bez licencí obejde, nebo zda bude licence nadále vyžadovat. V případě, že stát u systému licencí zůstane, jsou minimální nároky na získání licence popsány v dokumentu ICAO Annex 1 [22] a je nutné je splnit.

Česká republika se rozhodla povolání dispečera letecké dopravy nevázat na licenci. Každý, kdo tedy splní podmínky dané konkrétním dopravcem pro práci dispečera, se jím může stát. Úřad pro civilní letectví od roku 2012 licence nevydává, a tak ji v České republice není možné získat. Jediné, čím může dispečer prokázat své znalosti a schopnosti, je potvrzení o školení. Toto potvrzení vydává například společnost NAV flight services, u které dispečer může podstoupit různé profesní kurzy. Jeden z kurzů obsahuje vše, co by dispečer musel splnit při získávání licence. Dispečer může podstoupit i další kurzy, z nichž získá další různá potvrzení o jeho schopnostech či znalostech, jak již bylo ale zmíněno, žádná pro vykonávání práce dispečera letecké dopravy nepotřebuje. [23] [24]

EASA je v překladu evropská agentura pro bezpečnost letectví.

„Mezi úkoly agentury patří:

harmonizace předpisů a certifikace

vývoj jednotného trhu EU v oblasti letectví

vypracování technických pravidel v oblasti letectví

typové osvědčení letadel a komponentů

schvalování společností, které zajišťují konstrukci, výrobu a údržbu leteckých výrobků

bezpečnostní dohled a podpora pro země EU (např. v oblasti řízení letového provozu)

prosazování evropských a světových bezpečnostních norem

spolupráce s mezinárodními aktéry s cílem zlepšit bezpečnost v Evropě (např. seznam zakázaných leteckých provozovatelů – tzv. černá listina).“ [25]

Úřad pro civilní letectví je českým leteckým úřadem a upravuje povinnosti leteckých subjektů a provádí v ČR kontroly.

Legislativa, která byla vytvořena Mezinárodní organizací pro civilní letectví (ICAO), zmiňuje pozici dispečera ve dvou ze svých 18 Annexů a později vydala další dva dokumenty, které se na dispečery zaměřují. Annex 1 upravuje povinnosti dispečera k získání licence, jak je

uvedeno výše, v citovaném Annexu. V Annexu 6 jsou upraveny mimo jiné povinnosti dispečera a provozovatelů letecké dopravy. Povinnosti a zodpovědnosti si mezi sebou podle Annexu dispečer a provozovatel mohou libovolně rozdělit. Důležitou částí Annexu 6 je tzv. Emergency response, která nastává, když se dispečer jako první dozví o nouzové situaci letadla, nebo situaci, při které hrozí nebezpečí lidem na palubě letadla. Při emergency response musí dispečer postupovat dle manuálu a zároveň o situaci informovat příslušné orgány a vyžádat si u některých z nich pomoc. ICAO vydalo dokumenty Manual of Procedures for Operations Inspection, Certification and Continued Surveillance, Doc 8335 a Training manual, Doc 7192, Part D-3. Druhý dokument logicky pojednává o výcviku dispečerů a popisuje, jaké znalosti by měl dispečer mít, či získat, a do jaké hloubky by měl dispečer tématům rozumět. Naopak Manual of Procedures for Operations Inspection, Certification and Continued Surveillance je 180-ti stránkový dokument, který poskytuje podporu provozovatelů letecké dopravy tím, že pojednává o organizaci OCC a sdružuje pro ně informace ze všech Annexů. [26][27]

V západním světě se legislativa ICAO rozděluje na dvě části, evropskou, které jsme součástí, a o které jsme hovořili, a americkou, která se řídí legislativou FAA, která je na stejné úrovni jako EASA. FAA, na rozdíl od EASA, řeší otázku dispečerů mnohem podrobněji, dává jim více povinností, větší odpovědnost, ale také lepší pozici. FAA má i jinou představu o podobě OCC a dispečeři musejí být licencováni, zároveň je licence v Severní Americe mnohem významnější. Spojené státy, které si Annexy přepsaly do své národní legislativy pod zkratkou FAR, dispečery více omezují a kladou na ně větší nároky. Výcvik dispečerů v USA vyžaduje 200 hodin teorie a 2 roky praxe a držitel licence je následně každý rok podroben přezkoušení. Dispečer pak může zasahovat do průběhu letu i během cesty, což ale znamená, že dispečer musí let neustále sledovat a má také sdílenou zodpovědnost s posádkou.

5 OCC simulátor

Doba, během které se nový dispečer zaučuje, je oproti ostatním povoláním relativně dlouhá a vyžaduje pozornost dalšího dispečera. Dispečer musí nejdříve splnit teoretickou část výcviku a následně začne trénovat své schopnosti v reálném provozu pod vedením zkušených kolegů. Tento způsob výcviku má dvě úskalí. Jedním z nich je, že stávající zkušený dispečer nemůže vykonávat službu v plném rozsahu a musí svůj čas věnovat kontrole práce cvičeného dispečera. Druhým problémem je, že nový dispečer, který vyjde z praktického výcviku se i tak nemusel setkat se všemi nestandardními situacemi, které mohou nastat při letovém provozu. Při dnešním trendu zvyšování intenzity letecké dopravy je poptávka po dispečerech větší a zároveň jsou zkušení dispečeři více vytíženi svou prací; takže dohled nad novými kolegy pro ně znamená další zátěž. Bylo by tedy vhodné nalézt cestu, kdy se zaučí rychleji větší počet dispečerů. Východiskem by mohl být simulátor, na kterém by se tito začínající dispečeři bezpečně naučili řešit různé situace ať už standardní či nestandardní. Je žádoucí optimalizovat zaučení dispečera tím, že se dispečer bude připravovat na všechny situace, které by způsobily zbytečné množství stresu v reálném provozu, v simulovaném bezpečném prostředí. Nový dispečeři budou muset po výcviku na simulátoru absolvovat další zaškolení v reálném prostředí. Doba tohoto zaškolování bude však kratší a nebude vyžadovat takovou pozornost od služebně starších kolegů.

Výcvik pomocí simulace je hojně využíván v automobilové, železniční i letecké dopravě. V oblasti letecké dopravy simulátory pro piloty i řídící letového provozu již existují a oni jsou tak schopni se na neočekávané a nestandardní situace připravit. Proto je logickým krokem zavedení simulátorů do výcviku i dispečerů letecké dopravy.

Instruktoři simulují pilotům například nestandardní a nebezpečné situace, aby je v reálném provozu řešili spíše podvědomě, než aby nad nimi museli přemýšlet. Pro řídící letového provozu fungují podobné simulátory, které pro ně mají nepostradatelnou roli při výcviku. Hlavní náplní práce řídícího je komunikovat během letu s pilotem za účelem zvýšení bezpečí v leteckém provozu. Virtuální pilot je tedy stěžejní částí simulátoru pro řídící. I přesto že funkcionalita má v názvu virtuální, jde o reálného člověka, který s řídícím v průběhu výcviku komunikuje. Dispečerova práce také vyžaduje komunikaci s pilotem, avšak pro potřeby simulátoru není potřeba virtuálního pilota, jelikož tuto práci může zastávat instruktor, který bude reagovat na všechny aktivity dispečera. V práci je počítáno se simulátorem, který by obsluhoval jeden instruktor a zaučován by byl jeden dispečer.

Simulátory jsou pochopitelně využívány nejen na nácvik řešení nestandardních situací. Subjekt, který je na simulátoru cvičen, by měl nejdříve zvládat řešit standardní situace. Správný postup výcviku pomocí simulátoru by měl dispečera nejdříve naučit reagovat na

standardní situace a postupně během řešení standardních situací přidávat do simulace nestandardní. Dispečer by tak měl na standardní situace reagovat téměř podvědomě ve chvíli, kdy se začnou simulovat nestandardní situace. Díky tomuto postupu by se měla snížit doba zácviku se supervizorem, což pozitivně ovlivní činnost dispečerů letecké dopravy.

Simulátory jsou obecně rozděleny na lehké a plnohodnotné. Lehké simulátory zabírají jen část pracovní plochy, zatímco plnohodnotné zabírají celou pracovní plochu. Například automobilové simulátory jsou buďto tvořeny pouze několika monitory a volantem, což je lehký simulátor. Plnohodnotný automobilový simulátor obsahuje celé vozidlo s virtuálním prostředím. Lehké simulátory je zároveň lehčí nainstalovat a i přemístit, na druhou stranu nedokážou simulovat všechny detaily procesů, které by se odehrávaly v reálných situacích. V případě simulátoru pro dispečery letecké dopravy není potřeba stavět plnohodnotný simulátor, jelikož pracovní plocha dispečera se liší podle prostředí a zároveň je velmi proměnlivá. Lehký simulátor, který bude obsahovat dva počítače a dva telefony, je pro výukové potřeby naprosto dostačující. Počítače i telefony budou spojeny, počítače mohou být vzájemně propojeny pomocí uzavřené sítě LAN a telefony pomocí přímého duplexového spojení. Pokud by v budoucnosti došlo k tomu, že jednomu instruktorskému stanovišti bude připojeno více stanovišť dispečerů, bylo by vhodné použít spojení telefonů pomocí IP protokolu.

Simulátor pak potřebuje dvě softwarové části, a to virtuální prostředí a testovací scénáře. Virtuální prostředí v OCC simulátoru budou tvořit aplikace a zařízení, se kterými bude dispečer získávat informace, vyplňovat letové plánky, poskytovat informace a řešit další problémy spjaté s reálnou prací dispečera. Testovací scénáře jsou úkoly, pomocí kterých bude učitel učit a testovat žáka – budoucího dispečera. Scénáře pro OCC simulátor byly vytvořeny kolegou z FD ČVUT, Ing. Michalem Tvrzníkem a jsou popsány v jeho diplomové práci. Ing. Tvrzník zároveň pro učitele ve své práci popsal případné hodnotící aspekty a jejich stupnici, pomocí které mohou učitelé rychle zhodnotit výsledky scénáře.

6 SW rozhraní a vazby jednotlivých aplikací

6.1 Moduly OCC simulátoru

Systém OCC simulátoru je tvořen jako modulární systém. Různé moduly jsou využívány během různých procesů. Moduly je zároveň možné pomocí aktualizací zlepšovat nebo přidávat nové, tak aby simulátor odpovídal práci reálného dispečera. Při poruše některého z modulů je pak jednodušší oprava, jelikož není potřeba opravit celý simulátor, ale stačí oprava jediného modulu, popřípadě skupiny modulů, pokud dochází k nějaké chybě z důvodu kolize funkcí.

6.1.1 Modul flotily

Modul flotily bude mít za úkol generovat flotilu, kterou bude mít žák k dispozici v simulaci. Modul musí čerpat data z databáze, ve které budou zadány všechny typy letadel, se kterými bude dispečer v průběhu výcviku plánovat lety a se kterými bude komunikovat. V databázi také musí být data o technických charakteristikách letadel, které dispečer bude potřebovat během plánování letu a dalších procesů.

Modul nejprve načte typy letadel z databáze, poté vytvoří další modely se speciálními parametry, které se během scénáře v simulaci budou vyskytovat, a nakonec přiřadí každému typu letadla počet těchto letadel, se kterými bude dispečer pracovat. Modul například nejprve načte všechny typy letadel, poté vytvoří ze základního typu letadla B737 další různé druhy, například B737-8Q8, B737-8CX apod., následně modul určí podle scénáře počet těchto letadel, takže pro určitý scénář by například přiřadil dispečerovi tři B737-8Q8 a dvě B737-8CX. Ze všech letadel následně vytvoří seznam a uloží jej až do konce simulace.

Modul poté musí generovat náhodné poruchy, které bude čerpat z databáze poruch, ve které budou data i o jejich průměrné době řešení. Modul předem vygeneruje všechny poruchy podle scénáře a označí je jako nesmazatelné, budou však nesmazatelné jen pro modul, instruktor je bude moc stále smazat a upravovat. Následně modul doplní náhodně poruchy, pokud to scénář povoluje. Poruchy doplněné náhodně může modul v průběhu simulace z nějakého důvodu smazat. Důvod proč by modul měl nějakou poruchu smazat je uveden níže. Poruchy, které modul generuje nemusíme bezpodmínečně vnímat jen jako poruchy technického rázu. Mezi poruchy jsou v tomto modulu řazeny i problémy s posádkou, jako například chybějící člen posádky. Nějaké problémy proto není potřeba konzultovat s MCC, ale je například potřeba, aby dispečer zavolal náhradnímu pilotovi, který chybějícího člena nahradí.

Další funkcionalita modulu je kontrola poruch. Vyskytne-li se nová porucha, modul zkontroluje, zdali nejsou v okolí poruchy jiné, aby letadlo nebylo porouchané několikrát za sebou. Modul v případě, že v okolí skutečně jsou další poruchy a jsou pro něj smazatelné, je smaže. Nemazatelné poruchy jsou poruchy vytvořené instruktorem a poruchy vytvořené pomocí scénáře.

6.1.2 Modul počasí

Modul počasí generuje počasí pro danou simulaci. Modul čerpá informace o počasí z databáze a následně data poskládá tak, aby odpovídala zvolenému scénáři. Data do databáze budou vzata z reálného světa, jelikož vytvářet umělá data tak, aby dávala smysl, a přitom byla pro simulaci vhodná, by bylo velmi obtížné. Data budou zároveň rozdělena podle druhu počasí a každé počasí bude mít svou sílu. Síla počasí však pro každou kategorii znamená něco jiného, například pro vítr znamená síla rychlost větru v km/h, zatímco pro oblačnost znamená procentuální obsazení oblohy v %. Modul tedy nejprve načte ze scénáře, jaké počasí bude poskládáno a to vytvoří, modul poté vytvoří seznam s časy publikace a uloží jej.

Data budou také obsahovat tzv. indexy návaznosti, které budou určovat, zdali je možné přejít z jednoho počasí do druhého. Indexy návaznosti například zabrání přechodu ze slunečného počasí do deštivého, aniž by se na obloze objevil jediný mrak, nebo zabrání mlze, zatímco vlhkost byla v předchozím čase všude nulová. Modul tedy bude zároveň obsahovat funkci kontroly indexů návaznosti v případě, že je nějaké počasí upraveno, či přidáno. Modul zároveň bude obsahovat funkci, která dokáže zjemnit změnu počasí pomocí indexů návaznosti. Pokud by například bylo změněno v seznamu počasí v jedné půlhodině ze slunečného na sněhové přeháňky, modul zkontroluje další parametry počasí a zjistí, zdali na sebe počasí navazuje, následně může předešlé a následující slunečné počasí změnit na zatažené a postupně zvyšovat vítr a snižovat teplotu, tak aby v daný moment mohly vzniknout sněhové přeháňky.

6.1.3 Modul letišť

Dispečer se musí během výcviku naučit pracovat s aktuálními daty o letištích. Musí tak aktivně vyhledávat informace o letišti v destinaci, o alternativním letišti, ale i o počátečním letišti. Pro simulátor tak musí být vytvořen modul letišť, který bude brát informace z databáze obsahující data o všech letištích a jejich možných stavech. Databáze bude obsahovat otevírací doby a další informace pro každé letiště. Jejich stav se může během simulace měnit, nebo být stabilní. Měnící se parametry by byly zajištěny z historických dat z určitého

dne, který by odpovídal potřebám scénářů. To, jestli se parametry letiště budou měnit, či nikoli, je zvoleno podle scénáře, který instruktor na začátku zvolí.

Databáze bude obsahovat i data o omezeních letišť a případně informaci, které omezení jsou zároveň NOTAMy i s jejich zněním. Modul načte nejdříve letiště s jejich základními parametry pro danou simulaci a uloží je až do konce simulace. Následně načte omezení letišť pro danou simulaci a vytvoří seznam s časem publikace omezení. Omezení, která jsou zároveň NOTAMy, mají NOTAM přiložený.

Modul v případě přidání nového omezení zkontroluje jeho znění, aby se nestalo, že nové omezení obsahuje text, který není v databázi. Modul zároveň v případě nového omezení zkontroluje, zdali omezení není i NOTAMem a případně daný NOTAM přiloží.

Modul letišť v případě zvolení scénáře, který vyžaduje práci se sloty, vytvoří tabulku s letištními sloty. Podle scénáře pak zablokuje ty letištní sloty, které mají být pro dispečera nedostupné do celou dobu simulace. Následně dočasně zablokuje ty letištní sloty, které mají být pro dispečera dostupné až od nějaké chvíle, nebo naopak do nějaké chvíle. Časy změny dostupnosti u dočasně zablokovaných letištních slotů modul do tabulky zaznamená. Nakonec tabulku uloží pro další užití systémem.

6.1.4 Modul komunikace

Dispečer využívá při práci pro komunikaci s různými subjekty telefon, síť AFTN, síť ACARS, VHF, HF a další. Dispečer tak v průběhu simulace tyto prostředky pro komunikaci bude také využívat. Každý z prostředků potřebuje dispečer pro různé subjekty v leteckém provozu, a tak simulátor musí dispečerovi poskytnout všechny tyto prostředky i s jejich omezeními. Dispečer tak bude mít vedle počítače telefon a na počítači budou nainstalované aplikace, pomocí kterých by dispečer v normálním provozu komunikoval s jednotlivými subjekty letového provozu.

Hlavní funkcí modulu je spojení počítačů a aplikací na nich. Z tohoto důvodu je blíže popsán níže, v kapitole 6.4. Propojení modulů a dalších aplikací.

6.1.5 Modul generování letů

Modul generování letů bude v simulaci fungovat částečně jako obchodní oddělení letecké společnosti, pro kterou bude dispečer pracovat. Obchodní oddělení pošle dispečerovi poptávku na let do určité destinace v určitém čase, a následně vygeneruje počet pasažérů. Modul bude generovat destinace podle zvoleného scénáře, instruktor však může poptávky podávat i sám, a tak dispečera může zkoušet.

Při zvolení scénáře modul načte data o letištích a přiřadí k nim čas zveřejnění, díky čemuž bude vědět, kdy má jakou poptávku poslat dispečerovi. Aby modul věděl, jaká data má pro určitý scénář načíst, budou data poptávek propojena s entitou scénářů, přičemž v jejich spojení bude definováno, ke kterým scénářům patří jaká poptávka. Modul pak dispečerovi oznámí, kolik letenek „obchodní oddělení“ prodalo, tzn., kolik bude na palubě pasažérů.

6.1.6 Modul omezení letového prostoru

Modul omezení letového prostoru bude generovat omezení letového prostoru a pokud se dané omezení bude pojit s NOTAMem, přidá jej. V databázi budou všechny poznámky pro letecké subjekty, tzv. NOTAMy, které jsou vydávány řízením letového provozu ve všech státech a všechna omezení letových prostorů. Pomocí historických dat budou vždy načteny kódy zpráv, jejich trvání a čas kdy budou v simulaci vydány.

Modul při spuštění simulace a zvolení scénáře načte posloupnost omezení z nějakého data. Následně vytvoří a uloží seznam těchto omezení s časy publikace během simulace. Omezení, která se pojí s nějakým NOTAMem, mají daný NOTAM přiložený.

Modul obsahuje funkci kontroly nových omezení. Modul zkontroluje, zdali nová, či upravená omezení splňují předepsanou formu. Modul zároveň zkontroluje, zdali se omezení nepojí s nějakým NOTAMem a případně jej přiloží.

V neposlední řadě modul publikuje strategické, předtaktické, taktické a pooperační informace v NOP portálu. Modul nahraje data z databáze a vytvoří, podobně jako s omezeními, seznam s časem publikace, který až do konce simulace uloží.

Modul omezení letového prostoru v případě zvolení scénáře, který vyžaduje práci se sloty, vytvoří tabulku se sloty. Podle scénáře pak zablokuje ty sloty, které mají být pro dispečera nedostupné do celou dobu simulace. Následně dočasně zablokuje ty sloty, které mají být pro dispečera dostupné až od nějaké chvíle, nebo naopak do nějaké chvíle. Časy změny dostupnosti u dočasně zablokovaných slotů modul do tabulky zaznamená. Nakonec tabulku uloží pro další užití systémem.

6.1.7 Modul pozice letadla

Modul pozice letadla vypočítává pozici letadla pomocí délek a maximálních rychlostí v jednotlivých částech trasy letadla. Modul nejprve vezme čas, kdy letadlo má vzletět. Ve chvíli, kdy nastane tento čas během simulace, modul vždy vezme průměrnou rychlost v jednotlivých částech trasy, kterou tam může letadlo letět, pro zjednodušení je rychlost v těchto úsecích vždy konstantní, a postupně se odečítá vzdálenost.

Modul pro výpočet pozice letadla potřebuje znát informace o rychlosti letadla, délce trasy a výškovém profilu trasy, omezeních na trase, o poruše na letadle a rychlosti větru v jednotlivých částech letu. Modul pak přepočítává rychlost letadla podle aktuálních omezení v simulaci, ale zanechává spotřebu. Při omezení provozu na letišti modul pozice letadla připočítá vzdálenost takovou, aby letadlo nad letištěm holdovalo[14] takovou dobu, jakou modul letišť zvolil. Následně modul postupně násobí rychlost v aktuálních částech letu a odečítá vzdálenost od celkové vzdálenosti, kterou musí let uletět. Zároveň průběžně počítá spotřebu.

Pokud nastane porucha letadla na letišti, modul pozice letadla znemožní letadlu vzletět, dokud porucha neskončí. Pokud nastane porucha při letu, dispečer bude muset změnit plán letu a tím se změní i vzdálenosti a rychlosti v daných letových hladinách, takže pozice letadla bude jednoduše počítána dále. Porucha samotná může přidat na spotřebě paliva nebo snížit rychlost v závislosti o jakou poruchu jde.

Pokud má být porucha odstraněna, musí být na letadle domluvena údržba, což znamená, že porucha musí být označena, a letadlo musí být na letišti. Modul následně zprovozní letadlo k dalšímu použití po uplynutí doby, která je zapsána v poruše jako doba řešení poruchy.

Modul má ještě jednu funkcionalitu, a to detekci nedostatečného paliva. Modul získá informaci o množství paliva v letadle a o spotřebě a v případně adekvátně reaguje. Reakci spíše provádí instruktor, modul dá jen impulz k akci od instruktora.

V případě, že je zvolen scénář, který vyžaduje práci se sloty, modul pozice letadla posune vzlet letadla v aplikaci instruktora na čas alokovaného slotu. Sám modul si pak bere informace o poruchách a o počasí až v časech, kdy má let letět podle přidělených slotů.

6.2 Aplikace instruktora

Instruktor začíná simulaci a vytváří podmínky pro dispečera. Může upravovat provoz, pravidla, počasí a další podmínky. Zároveň odpovídá dispečerovi na jeho dotazy a volá dispečerovi jako posádka, Eurocontrol nebo další subjekty uvnitř i mimo společnost. Instruktor při spuštění programu nejprve zvolí, jaký scénář chce s dispečerem procvičit.

6.2.1 Záložka počasí

Během simulace bude instruktor používat několik záložek v aplikaci. Záložka počasí bude obsahovat informace o veškerém počasí, které během simulace bylo, je či bude. Instruktor

[14] Holding je letecký termín, který je používán v situaci, kdy letadlo musí čekat, než dostane nějaké povolení nebo další instrukce od řízení letového provozu. Letadlo holduje nad nějakým bodem tím, že nad ním krouží. [28]

může během simulace v této položce počasí upravovat, mazat či přidávat jiná počasí. Při jakékoli úpravě pošle aplikace informaci modulu, který zkontroluje návaznost na okolní počasí. V případě, že počasí je reálné, aplikace ukáže instruktorovi, že nové počasí bylo uloženo. Zjistí-li však, že počasí nemohou v reálném prostředí navazovat, pošle informaci zpět aplikaci, která upozorní instruktora na nereálné podmínky a nabídne mu korekci. Korekce proběhne tak, že modul vezme jako neměnitelný bod právě upravené počasí instruktorem a okolní počasí se pokusí optimalizovat podle indexů návaznosti. Modul však bude mít zakázané upravovat počasí, která jsou blízko aktuálnímu času v simulaci. Například v simulaci je právě 14:00, změní-li instruktor počasí ve 14:30 na počasí, které nenavazuje na předešlé, modul nemůže nic udělat, jelikož již měnil aktuální počasí. Instruktor může v záložce počasí používat nástroj vyhledávání, který mu poskytne možnost vyhledat určité počasí, které se v simulaci má nebo mělo vyskytnout. Instruktor může vyhledávat podle většiny parametrů, které jsou v tabulce zobrazeny. Instruktor pomocí tohoto filtrování také přidává počasí. Filtrování totiž rovnou ukáže instruktorovi, zdali se počasí již v daný čas v simulaci nevyskytuje a případně jej může instruktor přidat. Instruktor v záložce může ještě používat nástroj generování METARu, ve kterém nastaví čas v simulaci a místo a nástroj mu následně zobrazí METAR, který je aktuálně v simulaci na daný čas a místo nastaven. Poslední funkcí v záložce je mapa, která zobrazuje počasí. Instruktor může v mapě nastavit čas, místo a výšku. Aplikace následně v mapě vygeneruje takové počasí, které je aktuálně na daný čas, místo a výšku nastavené.

6.2.2 Záložka letových plánů a poruch

V záložce letových plánů a poruch bude zobrazena dispečerova flotila, její poruchy v budoucnosti, přítomnosti i minulosti a všechny naplánované lety dispečerem v průběhu simulace. Instruktor může vytvořit na nějakém letadle poruchu tak, že si zvolí letadlo, u kterého bude chtít vytvořit poruchu a poté si u letadla najde políčko vytvoření poruchy, napíše název poruchy a posunutím na časové ose zvolí, kdy porucha začne. Aplikace pak sama vytvoří dobu, za jakou se porucha má opravit, instruktor však posunutím pravé hranice poruchy může dobu opravy změnit. Aplikace také zkontroluje, aby nebyly dvě poruchy rychle za sebou. Aplikace však bude případně mazat jen automaticky generované poruchy a poruchy, které vytvořil instruktor nebo které byly vytvořeny podle scénáře, mazány nebudou. Mazání poruch provede aplikace vždy jen se souhlasem instruktora. Instruktor může poruchy i upravovat a mazat. Úpravu instruktor provede najetím myši na poruchu, následně najede myší na ikonku nastavení poruchy, a nakonec může přepisovat její název. V nastavení poruchy může instruktor také odkliknout opravu poruchy. Mazání poruchy instruktor provede najetím myši do prostoru poruchy a kliknutím na tlačítko smazání poruchy. Instruktor může zasahovat i do letů dispečera, ale mimo prodloužení doby letu či zvýšení spotřeby za účelem

vytvoření zpoždění nebo problémů s plánováním to není vhodné. Instruktor může lety také vytvářet, může tak činit dle svého uvážení, ale jím vygenerované lety budou tvořeny jen počátečním letištěm, cílovým letištěm a dobou cesty. Následně může instruktor upravit i trasu a spotřebu. Tato funkcionalita zatím nemá jasně vymyšlený scénář, při kterém by ji instruktor využil. Po vytvoření simulátoru a úspěšném zavedení do provozu se však očekávají brzké aktualizace, a tak je vhodné funkcionalitu ponechat pro budoucí užití.

Aplikace vždy oznámí instruktorovi, že nastala nějaká porucha a instruktor to musí oznámit dispečerovi, který musí adekvátně reagovat. Instruktor funguje i jako MCC a porucha může být vyřešena jedině ve chvíli, kdy dispečer domluví údržbu a letadlo je na letišti. Kontrola, zdali je letadlo na letišti je jednoduchá, aplikace díky podmínce zjistí, zdali letadlo neletí. Domluvení údržby provede dispečer s instruktorem, který po úspěšné domluvě odklikne domluvení opravy poruchy. Pokud je letadlo stále ve vzduchu, zatímco je domluvena údržba, může instruktor i tak odkliknout domluvení údržby a aplikace pak jen bude kontrolovat, zdali letadlo již přistálo.

6.2.3 Záložka letového prostoru

Záložka letového prostoru umožňuje instruktorovi prohlížet omezení letového prostoru, která se v simulaci vyskytnou. Instruktor zároveň bude mít možnost omezení upravovat, mazat a vytvářet nová omezení. Záložka bude mít velmi podobný vzhled jako záložka počasí. Instruktor tak bude moci prohlížet seznam všech omezení a případně jej filtrovat. Vyhledávačem omezení také bude moci omezení přidávat. Omezení bude moci instruktor také upravovat či mazat a činí tak stejně jako s počasím. Při změně omezení však aplikace nemusí kontrolovat návaznost. Na druhou stranu, některá omezení se pojí s NOTAMem, a tak aplikace pošle zprávu modulu omezení letového prostoru, který zajistí, aby se omezení případně spojilo s NOTAMem. V záložce bude moci instruktor pozorovat mapu, podobně jako v záložce počasí. Mapa bude shodná s mapou v NOP portálu, instruktor však bude mít možnost nastavit čas, pro který má mapa omezení zobrazovat.

6.2.4 Záložka letišť

Záložka letišť je velmi podobná záložce omezení letového prostoru. V záložce letišť jsou totiž instruktorovi zobrazovány omezení letišť a jejich další parametry. Instruktor může nastavit v záložce libovolné parametry jakéhokoli letiště a může přidávat omezení letištím. Omezení může také odebírat či upravovat, stejně jako tomu je v jiných záložkách. Procesy úpravy, odstranění i tvorby omezení jsou shodné s těmito procesy v záložkách omezení letového prostoru a záložce počasí. V záložce bude také mapa, která bude instruktorovi nápomocná

pro vizualizaci a popřípadě mu může pomoci zjistit informace, které by potřeboval, aby upravil scénář podle svých představ.

6.2.5 Záložka obchodního oddělení

Záložka obchodního oddělení funguje jako spojení modulu generování letů s instruktorem. Záložka bude mít podobný vzhled jako záložky počasí, letového prostoru a letišť. Instruktor v záložce může prohlížet tabulku s vygenerovanými poptávkami po destinacích a časem jejich zveřejnění dispečerovi. Instruktor může poptávky filtrovat, upravovat je, odebírat je a přidávat nové. Tyto procesy jsou shodné s procesy filtrování, úpravy, odebírání a přidávání v záložkách počasí, letového prostoru a letišť. V záložce je také mapa, která ukazuje přímé spojnice destinací s domovským letištěm pro poptávky, které instruktor vyfiltroval, popřípadě pro všechny poptávky.

6.2.6 Záložka slotů

V záložce slotů může instruktor prohlížet sloty a přidělovat je letům dispečera. Záložka nebude zpřístupněna, pokud nebudou simulovány určité scénáře, které vyžadují komplikovanější práci se sloty. Zatímco není záložka zpřístupněna, instruktor ji nemůže otevřít a její záložka je šedivá. Dispečerovi tak bude běžně slot vždy přidělen a není ani potřeba, aby instruktor sloty kontroloval. Během scénářů, které však práci se sloty vyžadují, musí instruktor komunikovat s dispečerem a v záložce slotů mu rezervovat sloty. Aby instruktor mohl slot, který může dispečerovi zarezervovat, jednoduše najít, bude mít instruktor možnost sloty filtrovat. Sloty budou čtyř typů, a to blokované, dočasně blokované, dostupné a rezervované. Instruktor může dispečerovi zarezervovat dostupné sloty a stanou se z nich tak rezervované. V průběhu simulace se dočasně blokované sloty uvolní a pokud dispečer zažádá o zlepšení slotu, instruktor mu bude moci vyhovět.

Instruktor nemůže vytvářet ani odstraňovat sloty a úprava slotů může probíhat jen z dostupných na rezervované a z rezervovaných na dostupné. Je to jediná funkce, při které nemá instruktor absolutní moc. Simulovat totiž rezervování slotů by vyžadovalo další provoz v simulátoru, který by pak sám mohl rezervovat sloty. Simulovat by se museli i FLS zprávy od simulovaných dispečerů a pokud by simulátor dokázal nahradit všechny procesy dispečera, nebyl by důvod používat jej jen na výukové účely.

6.2.7 Záložka komunikační aplikace

Poslední záložkou v aplikaci instruktora je komunikační aplikace. Tato aplikace slouží logicky ke komunikaci dispečera s instruktorem. V této práci je uvažováno, že bude komunikační záložky užíváno jen pro psanou formu komunikace, není tak možné pomocí ní volat či

přijímat hovory. Instruktor může v levé části záložky zvolit pomocí jaké sítě či protokolu chce instruktor s dispečerem komunikovat a následně se v centrální části zobrazí komunikační okno s předchozími zprávami, které byli již odeslány. U každé zprávy je zobrazen čas odeslání a čas zobrazení zprávy a u komunikačních kanálů je zobrazen čas poslední aktivity v kanálu. U výběru komunikačního kanálu může také instruktor vidět, zdali není v kanále nějaká nepřečtená zpráva z jeho strany, aby se nestalo, že dispečer bude dlouho čekat na odpověď. Komunikační kanály, ve kterých se vyskytuje nepřečtená zpráva, jsou označeny červeně a komunikační kanál, který je právě zvolen je označen modře. V pravé části záložky pak instruktor může nalézt různá nápomocná okna, ve spodní části je okno s nápovědou pro daný komunikační kanál a v horní části jsou informace o aktuálním dění v simulovaném provozu. Nápověda může například zobrazovat při komunikaci se zprávami FLS význam jednotlivých zpráv; instruktorovi se tak zjednoduší práce a nenastanou tak situace, že by instruktor dlouze přemýšlel, co má dispečerovi odepsat.

6.2.8 Oznamování změn

Během simulace může instruktor pomocí své aplikace jakkoli přidávat či měnit prostředí a podmínky ve kterých dispečer pracuje. Při změně je však vždy vhodné použít i ekvivalentní oznamovací prostředek, který je normálně používán a kterým se dispečerovi běžně změna hlásí. Pro upřesnění, pokud instruktor nasimuluje poruchu motoru, která nedovolí letadlu vzlétnout, tak tuto skutečnost běžně posádka oznamuje dispečerovi, a takto by měl tedy postupovat i instruktor a dispečera informovat. Pokud však například vytvoří nový NOTAM, musí si změny dispečer všimnout sám, jelikož v reálném provoze musejí dispečeři průběžně NOTAMy kontrolovat a sami aktivně vyvozovat z informací NOTAMu závěry.

Tabulka 1: Příklady způsobů oznamování změn v reálném provoze a v simulaci

Změněný faktor	Jak se změna oznamuje v reálním provozu	Jak instruktor změnu ohlásí dispečerovi
Změna počasí, které ještě nevytvoří NOTAM	–	–
Změna počasí, která vyvolá NOTAM	NOTAM je zveřejněn v NOP portálu	NOTAM se automaticky zveřejní na NOP portále
Změna počasí, která uzavře letový prostor (omezení letového prostoru)	Oznámení v NOP portálu	Oznámení v NOP portálu
Porucha na letadle, zatímco je letadlo na letišti	Telefonicky nebo VHF (posádka – dispečer)	Telefon nebo VHF
Porucha na letadle, zatímco letadlo letí	Čímkoli, pokud je to možné (posádka – dispečer)	VHF v komunikační aplikaci
Zpoždění letu, zatímco je letadlo na letišti	Telefonicky nebo VHF (posádka – dispečer)	Telefon nebo VHF
Zpožděn letadla, zatímco letadlo letí	Čímkoli, pokud je to možné (posádka – dispečer)	VHF v komunikační aplikaci
Omezení či uzavření letového prostoru či letiště	Oznámení v NOP portálu	Oznámení v NOP portálu
Zrušení či ukončení omezení či uzavření letového prostoru či letiště	Oznámení v NOP portálu	Oznámení v NOP portálu
Nová poptávka letu	Interní komunikací ve společnosti či emailem (obchodní oddělení – dispečer)	E-mail v komunikační aplikaci
Změny se sloty	FLS zprávy přes AFTN (flight manager – dispečer)	Přeposílání FLS zpráv v komunikační aplikaci
Domluvení údržby	Vhodný komunikační kanál (MCC – dispečer)	Telefon či e-mail v komunikační aplikaci

6.3 Rozhraní dispečera

Simulátor bude využívat dispečer tak, jak by dispečer využíval v reálných situacích všechny přístroje a aplikace, které jsou mu dostupné v takových chvílích. Takže pokud se v reálném prostředí podívá dispečer na počasí pomocí NOP portálu, může tak učinit i v simulátoru.

6.3.1 NAVsystem

Plánování letu bude postaveno na softwaru společnosti NAV flight services, NAV systém. Aplikace dispečerovi výrazně zjednodušuje plánování trasy, jelikož aplikace navrhne trasy a dispečer následně jen vybere z nabídnutých tras a případně ji upraví dle svých představ. Aplikace zároveň nenavrhuje jen možné trasy, ale bere ohled i na letadlo, které let poletí. Pomocí této aplikace dispečer také v reálné situaci vyplňuje letový plánek a následně jej odesílá do Eurocontrolu a pilotovi. NAV systém zároveň umí částečně plánky kontrolovat, což je důležitá část softwaru, kterou je vhodné využít i v simulátoru. [29]

Aplikace zároveň slouží dispečerům v reálném provozu k výpočtu potřebného paliva. Tuto funkcionalitu lze použít i v simulátoru a dispečer tak bude používat NAVsystem i pro naplánování trasy letu. [29]

NAVsystem lze v reálném provoze používat k dalším procesům, které se v letecké společnosti dějí. V simulátoru se však dispečer nesetká se všemi těmito procesy, jelikož není možné nasimulovat celou společnost se všemi pracovníky. V rámci této práce je tedy uvažováno, že nelze použít žádnou další funkci NAVsystemu.

6.3.2 Aplikace NOP portálu

NOP portál je velmi komplikovaná webová aplikace Eurocontrolu, která poskytuje informace dispečerům, a dalším subjektům, o letovém prostoru. Vše, co aplikace dělá a co dispečeři díky ní mohou sledovat je popsáno výše. V této části se však zabývám jejím přenesením do simulátoru. Dispečer skrze NOP portál dělá velkou část svojí práce. Simulátor tedy bude obsahovat aplikaci NOP portálu, která ovšem nemůže čerpat informace z Eurocontrolu, takže dispečer nebude v simulaci pracovat s aktuálním provozem a aktuálními informacemi. Je také potřeba, aby aplikace reagovala na to, co bude dispečer dělat. Aplikace tedy bude čerpat informace z modulů a dispečer díky ní bude reagovat na podmínky, které simulace a instruktor vytvořili.

Aplikace bude zobrazovat čas, který bude odpovídat času simulace, který bude v UTC, takže v počítači by měl být během simulace nastaven čas, který bude mít o dvě hodiny více. Další věc, co musí NOP portál v simulátoru zobrazovat, jsou strategické, předtaktické, taktické a pooperační informace. Tyto informace bude NOP portál čerpat z Počítače instruktora, který zároveň aplikaci poskytuje informace o omezeních letového prostoru a letišť a NOTAMech. Dispečer bude díky NOP portálu posílat instruktorovi zprávy o zpoždění či jiné, například zprávu RFI[15]. Instruktor zprávu nebude přijímat v NOP portálu, ale ve své komunikační aplikaci. Instruktor totiž NOP portál ke své práci nepotřebuje, jelikož omezení letového prostoru, letišť a poruchy vytváří pomocí své aplikace.

6.3.3 Komunikační aplikace dispečera

Dispečer při simulaci bude muset používat správné komunikační kanály a používat tak i různé aplikace pro komunikaci s danými subjekty. Všechny subjekty bude logicky zastávat

[15] RFI je zkratka request for improvement, ale často je v letecké praxi R ve zkratce vnímáno jako ready. Tato zpráva je posílána Eurocontrolu, pokud je letadlo schopné již vzletět, ale nemůže, jelikož má zarezervovaný pozdější slot. Eurocontrol pak může dispečerovi poslat zprávu, že letadlu byl uvolněn dřívější slot a že tedy může vzletět dříve. Slot, který mělo letadlo původně zarezervován je pak uvolněn a Eurocontrol ho může nabídnout dalším. [30]

instruktor, ale dispečer i tak musí komunikovat správně, jelikož v reálném provozu jedna osoba nezastává všechny funkce.

Aplikace pro komunikaci budou velmi podobné, ale budou mít odlišné vlastnosti a dispečer díky nim kontaktuje různé subjekty. V simulátoru budou sice všechny zprávy od dispečera chodit instruktorovi, avšak ten, vzhledem k tomu, že by měl reagovat tak, jak by reagovaly dané subjekty v realitě, nemusí odpovědět, popřípadě může dispečerovi napsat, že mu nerozumí, a že si ho s někým asi plete. Dispečer bude využívat tyto aplikace:

a. Aplikace pro komunikaci pomocí VHF
b. Aplikace pro komunikaci pomocí HF
c. Aplikace pro komunikaci pomocí komunikačního kanálu ACARS
d. Aplikace pro komunikaci pomocí komunikační sítě AFTN
e. Aplikace pro komunikaci pomocí komunikační sítě SITA
f. Aplikace pro komunikaci pomocí e-mailu

6.4 Propojení modulů a dalších aplikací

Moduly a aplikace samy o sobě jsou sice hezké, ale nic nedělají. Vše tedy musí být v simulátoru propojeno a musí spolu komunikovat. Následující kapitola pojednává o propojení výše popsaných modulů a aplikací, které instruktor a dispečer budou používat v průběhu simulace.

6.4.1 Zisk dat z databáze

Většina modulů potřebuje mít pro svůj správný chod aktuální data pro daný scénář. Moduly počasí, flotily, letišť a omezení letového prostoru tak načtou nejprve data o scénáři. Moduly tak zjistí, z jakých dat mají vytvořit seznamy pro simulaci. Jelikož databáze se všemi daty je v rámci této práce na PC instruktora, je přenos dat z databází do modulů jednoduše proveden v rámci jednoho zařízení.

6.4.2 Ukládání dat před začátkem simulace

Moduly počasí, flotily, letišť a omezení letového prostoru jsou spuštěny ještě před začátkem simulace a vytvoří podmínky pro práci dispečera. Všechny seznamy, které vytvoří, se uloží do paměti instruktorova počítače. Instruktorská aplikace i moduly se nacházejí na PC instruktora, a tak je přenos dat zajištěn v rámci jednoho zařízení.

Modul generování letů musí před začátkem simulace také uložit svůj seznam poptávek. Provede ovšem nejdříve krok, který je popsán v následujícím odstavci, jelikož modul musí nejdříve získat data o letištích.

6.4.3 Zisk dat z PC instruktora

Nejprve uložené seznamy využije modul generování letů, jelikož ten potřebuje pro své fungování seznam letišť. Modul ovšem nepotřebuje znát poruchy na letišti, a tak může data získat ještě předtím, než budou k dispozici dalším aplikacím. Jelikož je modul na stejném zařízení, jako data, je pro něj zisk rychlejší a jednodušší.

Instruktorská aplikace nyní disponuje všemi daty, která jsou potřeba pro začátek simulace. Dispečer ke své práci potřebuje funkční NOP portál a NAVsystem. PC instruktora tak v tuto chvíli bude zastávat funkci serveru pro NOP portál a aplikaci NAVsystem-u. Aplikace budou čerpat data o omezeních, o fungujících letištích, o flotile dispečera a o počasí, právě z instruktorova počítače. PC dispečera ze serveru ještě načte čas, který je v simulaci nastaven a počasí, aby nedošlo ke zmatení dispečera během simulace chybnými daty na PC.

Data z PC instruktora v průběhu simulace využívají ještě moduly komunikace, počasí, omezení letového prostoru, letišť, pozice letadla a flotily. Modul komunikace získává data za účelem jejich publikace prostřednictvím komunikačních aplikací, které má dispečer na svém PC. Moduly počasí, flotily, omezení letového prostoru a letišť používají data jen pro kontrolu a případnou opravu instruktorových zásahů do simulace. Modul pozice letadla používá data jako vstupní informace do svého algoritmu pro generování pozice letadla.

6.4.4 Začátek simulace

NOP portál i NAVsystem mají již všechny informace, které aktuálně potřebují. Čas je seřízen. Počasí na PC dispečera nastaveno na počasí v simulaci. Dispečer už jen obdrží svou první poptávku. Komunikace v rámci společnosti většinou probíhá pomocí emailu. Modul komunikace má nyní svůj první úkol, musí poslat ve správný čas zprávu o poptávce dispečerovi na jeho email. Modul komunikace tedy čerpá informace ze seznamu poptávek a kontroluje, zdali nastal čas publikace některé poptávky. Pokaždé, když takový čas nastane, pošle podle uloženého formátu poptávku dispečerovi.

Instruktor má mezitím plné právo tvořit vlastní poptávky, které nejsou vygenerované modulem generování letů. Modul komunikace však registruje jen poptávky, kterým čas právě odpovídá a pokud instruktor vytvoří poptávku, která má čas publikace dříve, než je aktuální čas v simulaci, poptávka již nebude zveřejněna.

Dispečer začne následně plánovat lety s letadly, která jsou k dispozici v NAVsystemu. Naplánuje trasu pomocí NAVsystemu, udělá všechny další potřebné procesy a letový plán podá ke schválení. V průběhu plánování, i ještě před podáním letového plánu, může dispečer chtít komunikovat s instruktorem. Ať je důvod jakýkoli, dispečer musí otevřít aplikaci pro komunikaci se zamýšleným subjektem letecké dopravy a napíše zprávu. Modul komunikace je v tu chvíli znovu spuštěn. Obdrží zprávu, kterou dispečer odeslal a předá ji instruktorovi a aplikaci v záložce komunikační aplikace do okna komunikace, ve kterém dispečer započal komunikaci. Ve chvíli, kdy instruktor odpoví, musí modul provést přesně opačný proces. Modul si zapamatuje informaci, z jakého okna komunikace zpráva byla odeslána a ukáže dispečerovi zprávu v aplikaci pro komunikaci s daným komunikačním kanálem. Při podávání letového plánu proběhne podobná komunikace a je-li letový plán schválen, modul komunikace to oznámí modulu generování pozice letadla.

Modul pozice letadla při přijetí zprávy o přijatém letovém plánu, plán uloží na PC instruktora. Data jsou dispečerovi zobrazena v NOP portálu a instruktorovi v záložce letových plánů a poruch. Modul následně z dat získá informace o trase a zjistí délku trasy s jejím výškovým profilem. Modul pak z PC instruktora získá informace o letadle, o omezeních na trase o počasí a o poruchách, které budou na letadle. Následně je schopen spočítat v průběhu letu pozici letadla díky svému algoritmu. Tuto informaci modul průběžně ukládá do instruktorského PC, odkud tuto informaci čerpá NOP portál.

6.4.5 Používání slotů

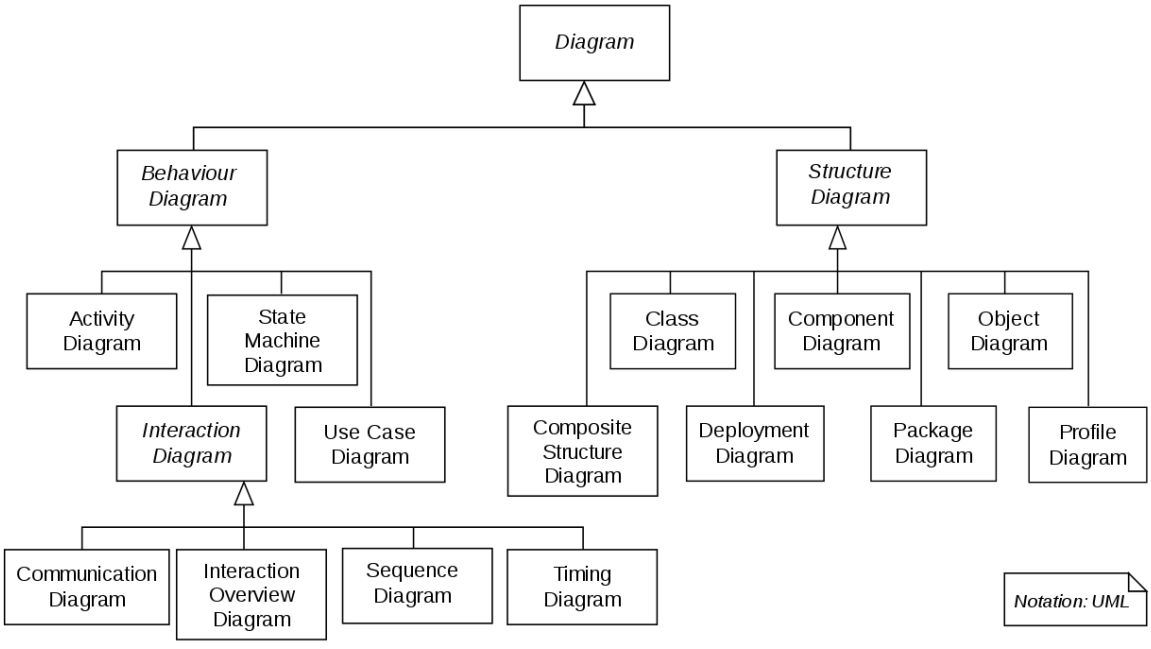
Scénář může vyžadovat složitější užití slotů, konkrétně půjde o scénáře nestandardních situací, kdy dispečer bude muset se sloty pracovat a aktivně komunikovat s instruktorem za účelem zlepšení podmínek pro jeho lety. Při takových scénářích moduly letišť a omezení letového prostoru vygenerují prázdnou tabulku, kterou zaplní časy, kdy je možné provést let. Podle scénáře následně zaplní ty sloty, které mají být v průběhu celého scénáře nedostupné. Následně moduly zaplní sloty pouze časovými blokery, které budou blokovat dané sloty jen po určitou dobu, kterou definuje scénář. Tabulky pak moduly uloží do počítače instruktora a pro dispečera nebudou k dispozici. Instruktorovi pak budou veškeré sloty se zvýrazněnými blokery, časovými blokery a reservovanými sloty k dispozici v záložce slotů. Při podání letového plánu dispečerem pak instruktor zarezervuje dispečerovi některý ze slotů a v průběhu simulace se bude dispečer moci pokusit zlepšit slot určitými postupy.

7 UML návrh OCC simulátoru

7.1 Unified Modeling Language

Jazyk UML je grafický jazyk pro vizualizaci a návrh systémů. Zkratka UML znamená Unified Modeling Language, v překladu sjednocený modelovací jazyk. Jeho vývoj započal v 90. letech 20. století a rychle se stal využívaný po celém světě. Standardizační skupina OMG, Object management group, stále na vývoji pracuje, jelikož pokrok v oblasti IT technologií je velmi rychlý a UML tak musí zahrnovat nové prvky, které může zachytit. Dnes se používá verze UML 2.0, ale již existují nové verze. UML bylo přijato Mezinárodní organizací pro normalizaci jako standard ISO/IEC 19505.

Díky UML mohou vývojáři a další uživatelé zobrazovat různé IT procesy, složení hardwaru či softwaru nebo procesy z reálného života. Aby mohl jeden modelovací jazyk zachytit všechny oblasti reálného i virtuálního života, musí obsahovat mnoho druhů diagramů. Diagramy jsou rozděleny do dvou hlavních skupin, behaviorální a diagramy struktur, které obsahují spousty diagramů. V této práci jsou však využity jen diagramy aktivit, use case a deployment, další typy diagramů tak v práci nejsou popsány.



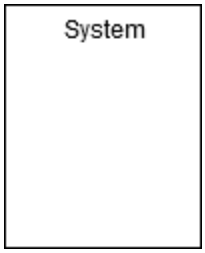
Obrázek 1: Přehled UML diagramů [31]

Pro tvorbu všech diagramů bylo využito bezplatné webové aplikace[16], do které byl nahrán UML modul[17], který obsahuje většinu použitých elementů v diagramech. Další elementy, které nebyly v modulu obsaženy, byly pomocí aplikace také vytvořeny.

7.1.1 Use Case diagram [32]

Tento diagram se skládá ze čtyř základních elementů:

a) Systém je cokoliv, co je vytvářeno pomocí diagramu. Systém může být například webová stránka, část softwaru, proces v podniku, aplikace atd. Systém je reprezentován obdélníkem, který má v horní části napsán název. Název slouží pro identifikaci systému. Vše, co je uvnitř obdélníku, je pak uvnitř systému, naopak vše, co je mimo obdélník je mimo systém.



Obrázek 2: Reprezentace systému v use case diagramech [33]

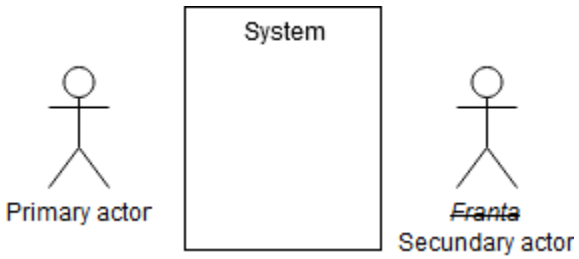
b) Aktéři jsou někdo nebo něco, co používá systém za účelem splnění nějakého cíle. Aktér může být například člověk, organizace, jiný systém, externí zařízení atd. V diagramech je zobrazován pomocí panáčka a jeho název je pod ním.

Obrázek 3: Reprezentace aktéra v use case diagramech [33]

Aktéři jsou vždy mimo systém a nemohou tak být v diagramu umístěni uvnitř obdelníku. Aktéři jsou zároveň pojmenováváni kategoricky. V diagramu tak nejsou konkrétní jména osob, organizací nebo systémů, ale jejich funkce. V diagramu tak například nemůže být pojmenován aktér Franta, ale dispečer. Aktéři jsou rozděleni do dvou skupin, primární a sekundární. Primární aktér iniciuje používání systému, zatímco sekundární reaguje na systém. Obecně jsou v diagramech primární aktéři umístěni vlevo a sekundární vpravo. V rámci této práce byly však role primárních a

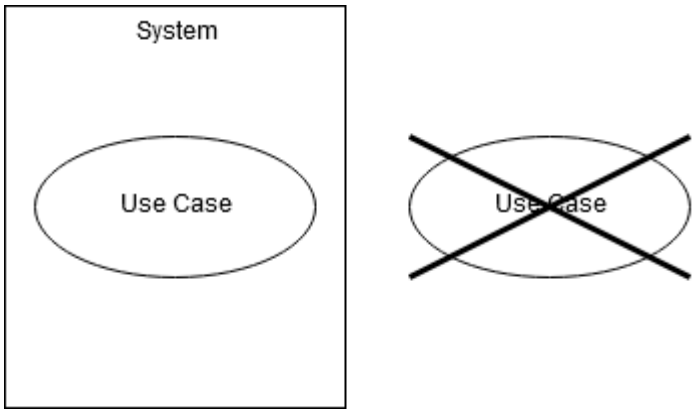
[16] Aplikaci lze najít na stránkách https://www.draw.io.
[17] Modul je obsažen v základní verzi aplikace a je proto také zadarmo.

sekundárních aktérů zanedbány, jelikož jsou diagramy často komplikované a hlavní nosnou informaci nenesou role aktérů.



Obrázek 4: Ukázka aktérů [33]

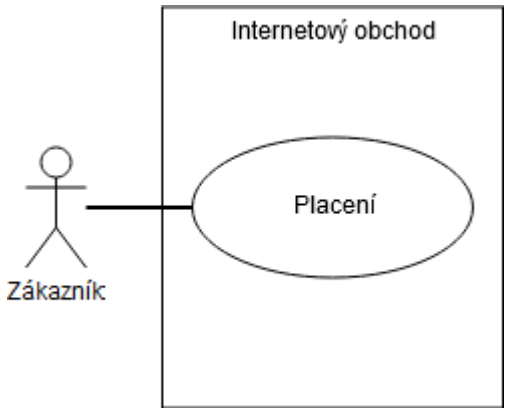
c) Use Case reprezentuje nějakou činnost v systému. Use Case jsou reprezentovány oválem a jejich název je uvnitř oválu. Ovál musí být vždy umístěn uvnitř obdélníku, jelikož aktivity, Use Case, jsou vždy vykonávány uvnitř systémů.



Obrázek 5: Reprezentace use case a jeho správné umístění [33]

d) Vazby spojují různé tvary v diagramu a ukazují tak, co spolu komunikuje, nebo kdo co dělá. Vazby jsou rozděleny do dvou kategorií:

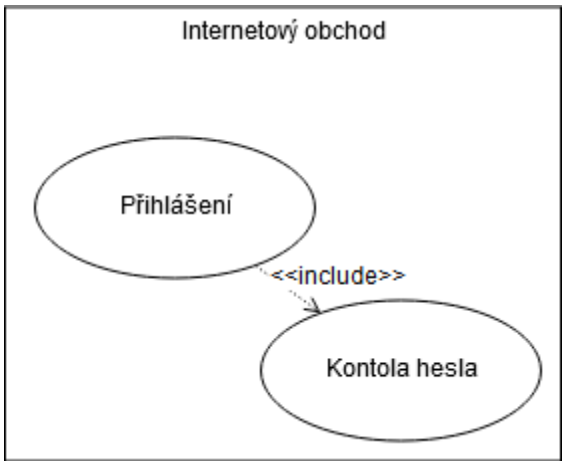
   a. Vazby mezi aktéry a Use Case se nazývají asociace. Logicky pak aktér vykonává činnost, která je zachycena konkrétním Use Case. Tato vazba je znázorňována v diagramech pomocí plné čáry, vedoucí od aktéra k Use Case. Čára není zakončena žádnou šipkou, může však na jejím začátku a konci být napsáno nějaké číslo. Čísla pak znamenají poměr, ve kterém aktér vstupuje do procesu. V rámci této práce však těchto čísel využíváno není a v diagramech jsou asociace značeny pouze plnou čarou.



Obrázek 6: Reprezentace asociace v use case diagramech [33]

b. Vazby mezi shodnými prvky jsou tří typů:

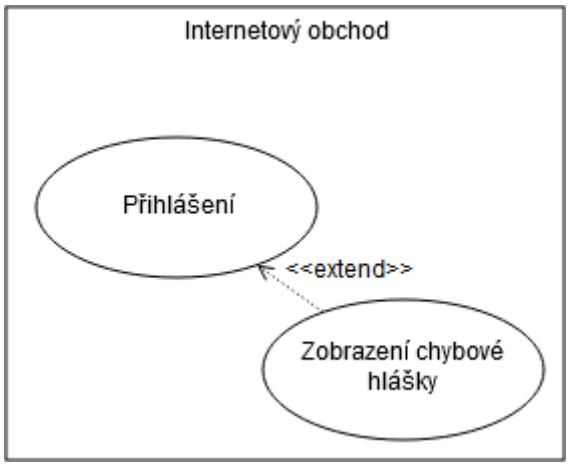
   i. Include je vazba mezi takovými use case, které jsou spuštěny najednou. Pokud například dojde k přihlášení, je ihned spuštěn proces kontroly hesla, který ovšem již není iniciován stejnou osobou jako bylo přihlášení. Obecně jde o to, že základní aktivita, base use case, potřebuje další, included use case, aby byl kompletní. Include vazba je značena v diagramech přerušovanou čarou, zakončenou šipkou. Šipka vždy směřuje od base use case k included use case. K šipce se může přidávat text, který zní „<<include>>“. Jeden base use case může mít více vazeb include, jelikož při spuštění jednoho procesu se mohou automaticky spustit další. Stejně tak i jeden included use case může mít více vazeb include, to je však v diagramech spíše užíváno pro ušetření místa.



Obrázek 7: Reprezentace include vazby v use case diagramech [33]

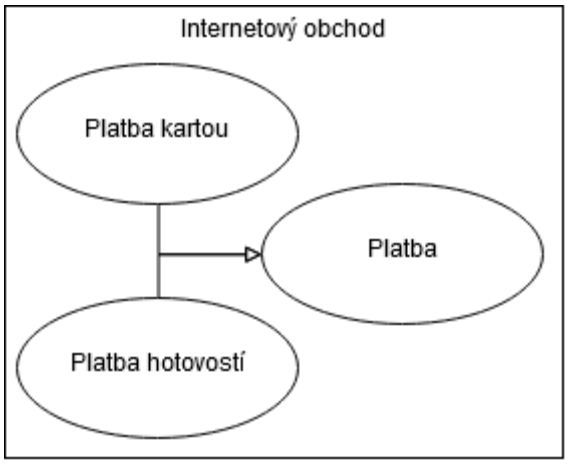
   ii. Extend vazba spojuje base use case s extended use case. Proces v extended use case může, ale nemusí, být vykonán. Pokud je

extended use case vykonáván, je tak vždy společně s base use case. Když se například uživatel přihlašuje, ne vždy se mu zobrazí, že zadal chybné heslo. Extend vazba je značena v diagramech přerušovanou čarou, zakončenou šipkou. Šipka vždy směřuje od extended use case k base use case. K šipce se může přidávat text, který zní „<<extend>>“. Jeden base use case může mít více vazeb extend, jelikož při spuštění jednoho procesu se mohou v různých případech spustit různé procesy. Stejně tak i jeden extended use case může mít více vazeb extend, jelikož jeden proces může být spuštěn při různých procesech při splnění určitých podmínek.



Obrázek 8: Reprezentace extend vazby v use case diagramech [33]

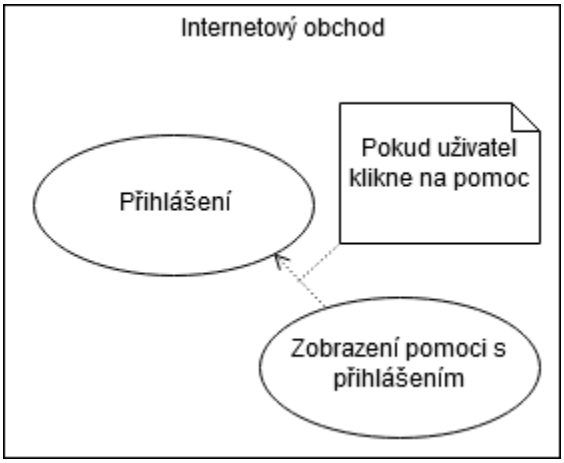
iii. Generalization vazba, také známá jako inheritance, spojuje General Use Case, také známé jako parent, spolu se specializovanými use case, také známé jako children. Každý specializovaný use case sdílí činnost s General Use Case, ale každý specializovaný use case přidává do činnosti nějaký další detail. Například činnost platba se může dělit na platbu hotovostní a kartou. Tato vazba může spojovat i aktéry, například uživatel se může dělit na prémiové uživatele a na běžné uživatele. Specializované use case, popřípadě aktéři, musejí být ve vazbě vždy alespoň dva, jelikož pokud by měl jeden parent jeden children, není potřeba vytvářet vůbec nadřazenou vrstvu a další vazby mohou být rovnou s children. Vazba je znázorněna plnou čarou s šipkou, přičemž šipka vždy vede od children k parent.



Obrázek 9: Reprezentace generalization vazby v use case diagramech [33]

Diagramy, které jsou v této práci využity, obsahují ještě další dva prvky:

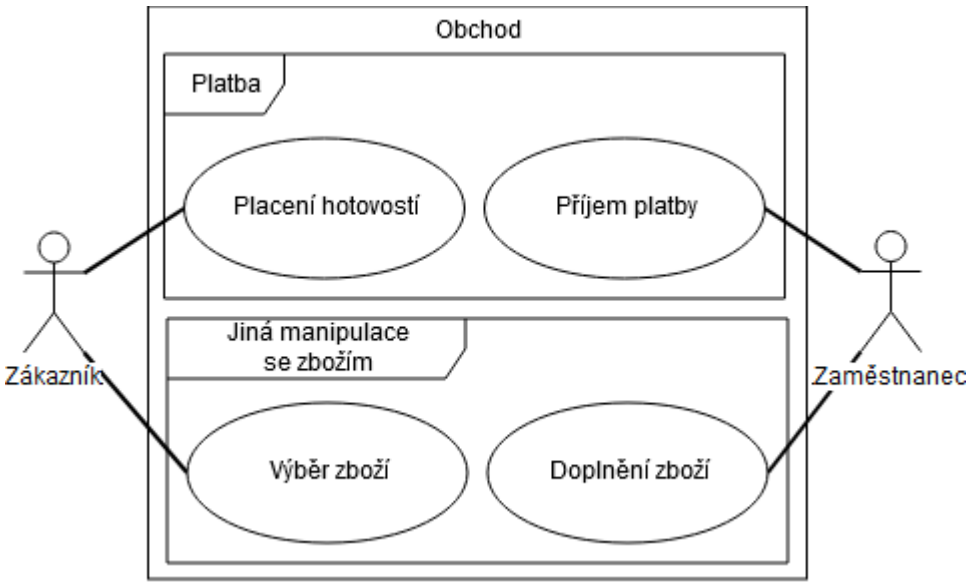
e) Note je prvek, který funguje jako poznámka. Nemá v diagramu žádnou přímou funkci a slouží jako vysvětlení pro čtenáře nebo pro developera. V diagramech se značí lístečkem s ohnutým rohem a poznámka je napsána uvnitř. Poznámka se pojí s objektem v diagramu pomocí přerušované čáry, která ovšem není zakončena žádnou šipkou na žádné straně. Note může například sloužit k osvětlení podmínek, které musejí nastat, aby byl započat extended use case ve vazbě extend. Uvnitř poznámky by tak například bylo napsáno „pokud uživatel klikne na pomoc“ a čárkovaná čárka by spojovala vazbu extend a note.



Obrázek 10: Ukázka použití note v use case diagramu [33]

f) Frame slouží pro oddělení částí systému, které spolu nějakým způsobem souvisejí a jsou oddělitelné od ostatních, ale jsou součástí systému. Frame je v diagramech značen obdélníkem, který má v levém horním rohu v dalším menším obdélníku s uříznutým rohem napsán název. Frame není nijak navazován, funguje podobně jako systém, co je uvnitř frame je jeho součástí a naopak. Například v systému

obchodu jsou od sebe jasně oddělitelné části placení za zboží a jiná manipulace se zbožím.



Obrázek 11: Ukázka použití frame v use case diagramu [33]

Use case diagram může obsahovat i další prvky, které mají své funkce, ale v této práci nebyly využity. Jejich význam a použití v diagramech lze najít na internetu a v různých publikacích. Při tvorbě této práce byla využívána kniha UML 2.0 in a nutshell, která je často používaná v praxi.

7.1.2 Diagram aktivit [34]

Activity diagram je naopak zobrazení po sobě jdoucích aktivit. Může se buďto kreslit zprava doleva, nebo jako v této práci shora dolu. Activity diagram může být buď sekvenční nebo souběžný. Sekvenční aktivity diagram zachycuje aktivity jdoucí po sobě, které jsou v procesu vykonávány, zatímco v souběžných diagramech se aktivity dějí paralelně. Po sobě jdoucí aktivity zachycené v activity diagramu nejsou závislé na čase, takže nelze z diagramu vyčíst, jak dlouho jednotlivé aktivity budou trvat, ale lze vyčíst, které procesy předcházejí jiným. Activity diagram obsahuje několik druhů prvků.

a) Startovací bod je zobrazen vybarveným černým bodem. Obecně se startovací bod dává do horního levého rohu, ale není to pravidlem. Význam startovacího bodu je poměrně jasný a proces musí mít vždy právě jeden začátek.

Obrázek 12: Reprezentace startovacího bodu v activity diagramech [33]

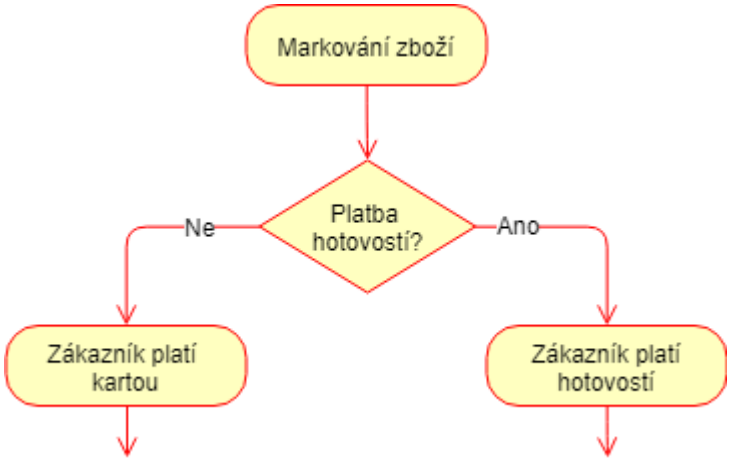
b) Aktivity jsou zobrazovány obdélníkem se zaoblenými rohy a popis aktivity je uvnitř tohoto tvaru. Aktivity musejí být vždy nepřerušitelné, tzn. nemůže v průběhu jedné aktivity začít jiná.

Obrázek 13: Reprezentace aktivity v activity diagramech [33]

c) Action flow, také známé jako edge a path, podle toho, kde se nacházejí, jsou vazby mezi aktivitami a dalšími prvky diagramu. Vždy směřují ve směru, jak jsou procesy za sebou plněny. Pro zobrazení action flow v diagramu se užívá šipek.

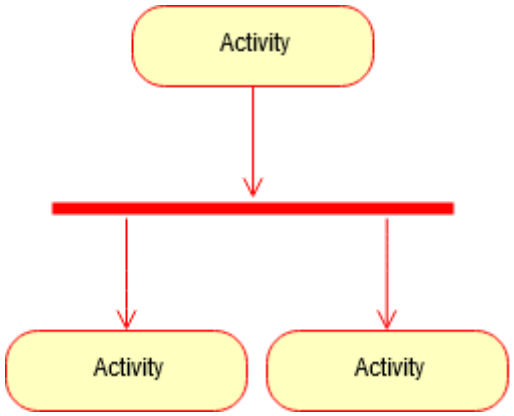
Obrázek 14: Reprezentace edge/path v activity diagramech [33]

d) Guard neboli decision, značený symbolem kosočtverce, je používán pro rozdělení diagramu, podle podmínek, které nastanou v danou situaci. Pokud je například právě dokončena aktivita „markování zboží“, bude následovat buďto aktivita „platba kartou“, nebo „platba hotovostí“, v závislosti na tom, co zvolí zákazník. Podmínka se musí vždy navázat alespoň na 3 prvky v diagramu, a to alespoň jeden vstupní a alespoň dva výstupní. Pokud jde o binární rozhodnutí, text podmínky je většinou napsán uvnitř kosočtverce a na šipkách vedoucích z podmínky je napsáno „ano“ a „ne“. Decision může mít ještě jeden výstup, u něho se pak píše „else“ a je vhodné tuto možnost doplnit poznámkou pro programátora či čtenáře, aby jednoduše pochopil, který action flow má být kdy zvolen.



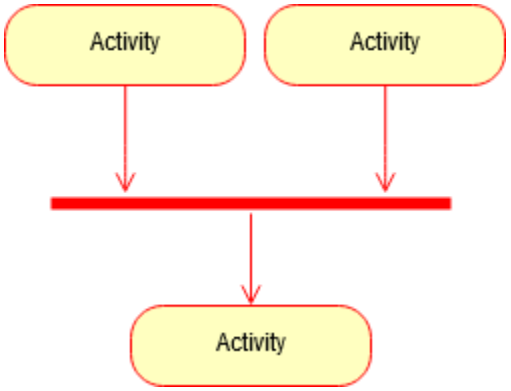
Obrázek 15: Ukázka desicion v activity diagramu [33]

e) Fork je prvek diagramu, který vytváří paralelní procesy. V diagramech se značí širokou plnou čárou, která je kolmá ke směru toku diagramu. Podobně jako u předchozího prvku, musí být fork navázán alespoň na 3 další prvky diagramu. Alespoň jeden prvek musí být vstupní a alespoň dva prvky musejí být výstupní. Fork musí být navázán na více výstupních prvků diagramu než vstupních.



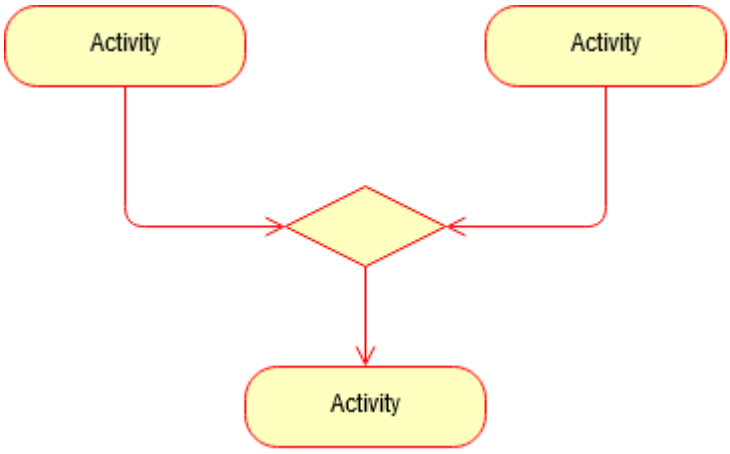
Obrázek 16: Reprezentace fork v activity diagramech [33]

f) Join je naopak prvek, co paralelní procesy znovu sjednotí. Značí se stejně jako Fork, ale join musí být navázán naopak na alespoň dva vstupní a na alespoň jeden výstupní prvek. Zároveň musí být počet navázaných vstupních prvků více než počet výstupních prvků, jinak by se z prvku join stal prvek fork.



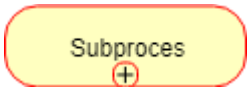
Obrázek 17: Reprezentace join v activity diagramech [33]

g) Merge má opačnou funkci než decision. Stejně jako fork měl následně svůj join, i decision má následně svůj merge. Funkce merge je tedy spojení alespoň dvou activity flow do jednoho. Aktivity, které jsou vykonávány před merge, nesmějí být vykonávány zároveň, tzn. pomocí podmínky se rozhodlo, která z aktivit bude vykonána a pokud se následně proces má zase sjednotit, je použit merge. Pokud byla použita podmínka, není vždy pravidlem, že je použit později v diagramu merge. Jedna z cest podmínky totiž mohla vést k ukončení procesu, a tak není potřeba flow sjednotit. V diagramech je značen pomocí kosočtverce.



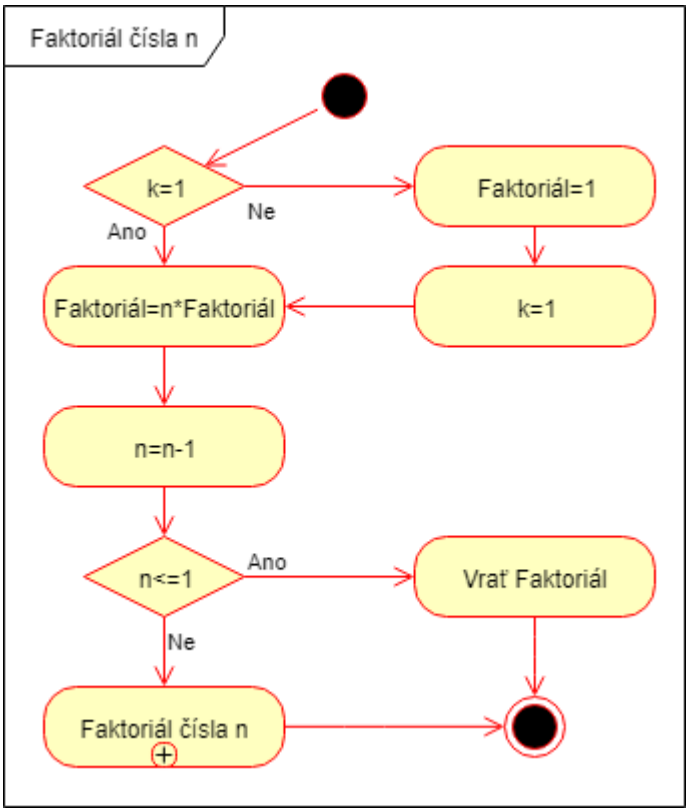
Obrázek 18: Reprezentace merge v activity diagramech [33]

h) Subproces je používán v activity diagramech jako odkaz na jiný proces, který je vymodelovaný jinde. Může jít tedy o často používanou funkci, která by způsobila, že by diagram byl méně přehledný nebo zbytečně dlouhý. Značí se tvarem jako aktivita, ale v dolní části se nachází čtverec, ve kterém je plus. Čtverec může mít podobně jako aktivita také zaoblené rohy.



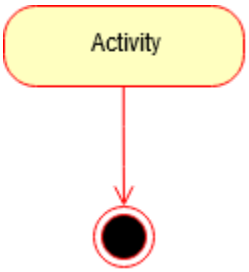
Obrázek 19: Odkaz na subproces v activity diagramech [33]

Samotný subproces, který musí být namodelován, se ohraničuje pomocí frame, díky kterému je možné pojmenovat subproces a následně na něj odkazovat. Prvky užívané v subprocesu odpovídají prvkům používaným v běžných activity diagramech. Uvnitř subprocesu může být vložen další subproces, který odkazuje na další diagram. Jelikož jde o algoritmus, subproces může odkazovat sám na sebe, dokud nebude proces vykonáván do nekonečna. Při odkazování subprocesu samo na sebe, musí být před odkázáním podmínka, kterou je možné při některé následné iteraci vyhodnotit jinak, než jak vedlo k odkázání sama na sebe.



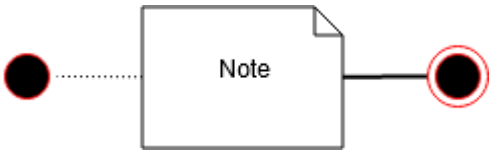
Obrázek 20: Příklad subprocesu v activity diagramech [33]

i) End point, také známý jako stop nebo end, je používán pro ukončení procesu. Proces může mít více konců, a tak není chybné, pokud je v diagramu více end pointů. Značí se kruhem, který má kolem sebe kružnici.



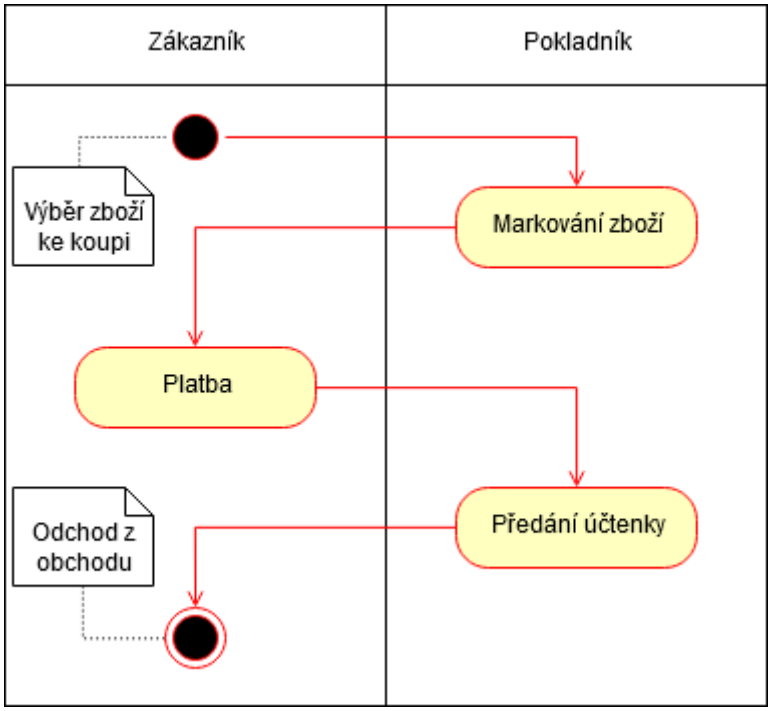
Obrázek 21: Reprezentace konce v activity diagramech [33]

j) Note je poslední, ale velmi důležitý používaný prvek v activity diagramech. Značí se stejně jako note v use case diagramech, tzn. obdélníkem s přeloženým rohem. Jde o jediný prvek v activity diagramech, který není navázán šipkou, ale přerušovanou čarou, popřípadě plnou čarou. Note má stejnou funkci jako v use case diagramu a slouží tak jako vysvětlivka v různých částech diagramu. Žádné doporučení pro jeho používání není a jeho intenzita je tak čistě na tvůrci diagramu. Vždy je ale důležité, aby diagram byl přehledný a jasný, proto je použití note v přiměřeném množství doporučováno.



Obrázek 22: Možné vazby note v activity diagramech [33]

Aby v diagramu bylo vidět, kdo, popřípadě co, aktivity, rozhodování a aby bylo jasné, kdo vůbec proces začíná a ukončuje, jsou všechny prvky uspořádány do sloupců. Tyto sloupce jsou vždy nadepsány určitým aktérem, který proces vykonává.



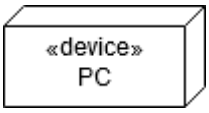
Obrázek 23: Ukázka uspořádání prvků v aktivity diagramu [33]

7.1.3 Deployment diagram

Deployment diagram zachycuje propojení hardwaru a softwaru. Deployment diagram na rozdíl od use case diagramu a activity diagramu nezobrazuje žádným způsobem aktivity systému. Diagram naopak zobrazuje, jak spolu software komunikuje, jak spolu hardware komunikuje a jak je software a hardware propojen mezi sebou. Diagram může zachycovat různé systémy ve světě, ale pro měkké systémy[18] se neužívá. Diagram obsahuje několik druhů prvků.

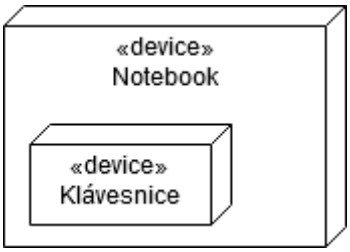
[18] Měkké systémy jsou obtížně identifikovatelné a s nerozpoznatelnou strukturou. Kritériem „tvrdosti“ nebo „měkkosti“ systému není jeho fyzická podstata, ale míra, s jakou může být systém objektivně rozpoznán a popsán formalizovanými prostředky. Tedy stupeň zvládnutí systémové neurčitosti.
„Měkkost“ („softness“) vyplývá z nezvládnuté, resp. nezvládnutelné neurčitosti. Typickými příklady měkkých systémů jsou systémy rozpoznané na objektech sociálních a socio –ekonomických nebo systémy projektů v oblastech vědy a techniky. [35]

a) Hardware node je prvek, který značí obecně určitou část hardwaru. Hardware node je zobrazován v diagramech kvádrem. Může jít například o počítač, server, hard disk, router atd. Pomocí kvádrů jsou však zobrazovány například i operační systémy nebo serverové systémy či firewally apod. Je tak vždy důležité, aby bylo v horní části krychle napsán typ hardwaru či softwarového prostředí a subtyp. Například počítač, nehledě na značku a vybavení, bude zobrazen jako kvádr s nadpisem „<<device>>“ a subtyp bude „PC“.



Obrázek 24: Reprezentace hardwaru v deployment diagramech [33]

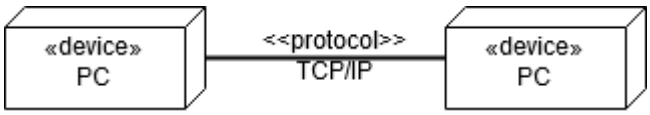
V diagramu je normální, když uvnitř kvádrů jsou další. Například notebook v sobě může mít další zařízení, a to bude klávesnice.



Obrázek 25: Příklad hardwaru vnořeného do jiného hardwaru v deployment diagramu [33]

Databáze mohou být zobrazovány pomocí válce ale také pomocí kvádru. V obou případech je vhodné do jednoho z tvarů napsat „<<database>>“. V této práci jsou však databáze zobrazovány pomocí stejného symbolu jako ostatní hardware.

b) Vazby mezi hardwarem jsou v deployment diagramech značeny plnou čarou. Často se píše typ vazby. Například, pokud bychom dělali diagram pro server a router, které jsou spojeny pomocí protokolu TCP/IP[19], diagram by obsahoval dva kvádry s popisky, které by byly spojeny čarou, u niž by bylo napsáno, že jde o protokol TCP/IP.



Obrázek 26: Reprezentace vazby mezi dvěma prvky hardwaru v deployment diagramu [33]

[19] Protokol, který je dnes používán díky své jednoduchosti, oproti jiným způsobům adresace, všude. Protokol využívá čtyři vrstvy síťového programového vybavení. Protokol na každé vrstvě specifikuje adresu, komu nebo čemu mají data přijít. Protokol tak využívá MAC adresy každého zařízení, nebo IP adresy v síti pro zaměření zařízení. Následně užije číslo portu pro určení aplikace, který data přijme. [36]

c) Schémata reprezentují v diagramech data, která jsou uložena v databázích. Schémata neukazují konkrétní data, která jsou uložena, ale jen atributy[20], které je potřeba ukládat. Schémata jsou v deployment diagramech zobrazována jako obdélníky, který má v pravém horním rohu podtrženou kružnici tak, že čára podtržení je tečnou kružnice. V prvním řádku schématu je napsáno, že jde o schéma pomocí textu “<<schema>>“ a název ukládaného atributu je ve druhém řádku.

Obrázek 27: Reprezentace schématu v deployment diagramech [33]

d) Artefakty jsou v deployment diagramech software, jsou to například soubory s koncovkami txt, exe, jar, xml nebo src. Artefakt však může být i driver, class, konfigurační soubor nebo nějaký jiný soubor. Artefakty jsou v deployment diagramu zobrazovány obdélníkem, v němž je v pravém horním rohu ikonka listu s přeloženým rohem. Aby bylo jednodušší vyčíst, že se jedná o artefakt, píše se do prvního řádku obdélníku text „<<artifact>>“ a teprve dále se píše, o jaký typ souboru nebo programu se jedná. Artefakty je také možné, pro ušetření místa, vypsat přímo do zařízení, ale v této práci toho není využíváno.

Obrázek 28: Reprezentace artefaktu v deployment diagramech [33]

e) Komponenty jsou pojítka softwaru a hardwaru. Komponenty jsou zobrazovány také obdélníkem, ale v pravém horním rohu mají místo listu další obdélník, s dvěma ještě menšími obdélníčky na levé straně. Pro jednoduchost se do prvního řádku komponentu píše text „<<component>>“ a do dalšího řádku se následně píše název komponentu. Název komponenty vychází z funkce, kterou musí dělat. Pokud například je software v bankomatu, který vyžaduje přečtení karty, aby mohl pokračovat s dalšími procesy, komponenta bude pojmenována „čtečka karet“. Pochopitelně v tomto příkladu také musí být software pro čtení karet, který bude také artefaktem, jelikož komponenta neumí sama zjistit, co je po ní chtěno.

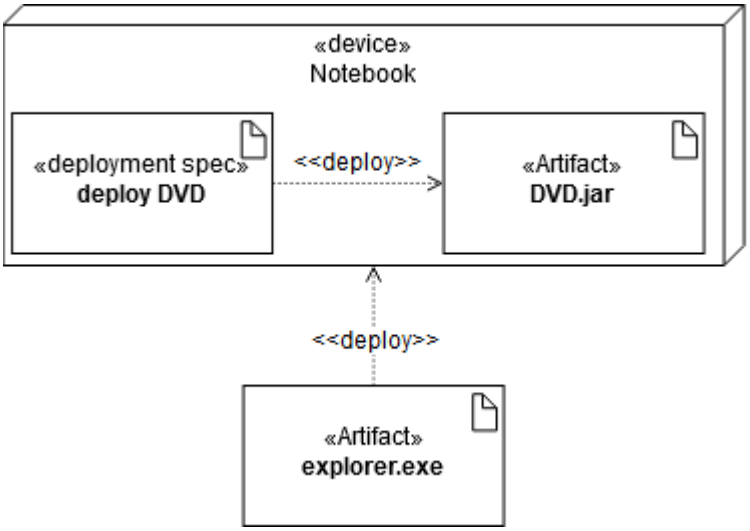
[20] Atribut je v oblasti databází vlastnost dat. Každý mobil má například atribut telefonního čísla, vlastníka, fotoaparátu a tlačítek. Z konkrétního vektoru dat pak zjistíme, jaké je telefonní číslo a vlastník telefonu a jestli má fotoaparát nebo tlačítka. Atribut musí být společný pro všechna data a mají své vlastnosti, tzn. jméno je text a telefonní číslo je číslo a nemůže se tak stát, že by v kolonce jména bylo napsané číslo.

Obrázek 29: Reprezentace komponentu v deployment diagramech [33]

f) Deployment specification je prvek v deployment diagramu, kterým je možné ukázat, jak se artefakt do zařízení dostane. Pokud bychom například na notebook nainstalovali program z DVD, bude tak zobrazeno pomocí deployment specification. Prvek je zobrazován stejně jako artefakt, ale tentokrát není v prvním řádku text „<<artifact>>“, ale text „<<deployment spec>>“. Název deployment specification je pak odvozen v závislosti na tom, co je potřeba vykonat pro instalaci artefaktu.

Obrázek 30: Reprezentace deployment specification v deployment diagramech [33]

g) Vazby mezi artefakty, tzn. softwarem a dalšími prvky, jsou vždy čárkované šipky. Mohou znamenat, že určitý software je nainstalován do určitého zařízení, nebo, že určitý deployment specification instaluje daný artefakt. Šipka vždy směřuje od softwaru do hardwaru, nebo od softwaru, který je spuštěn, k artefaktu, který má být pomocí něho spuštěn či nainstalován. Tento způsob vazby se nazývá deploy a tento název může být u šipky napsán.

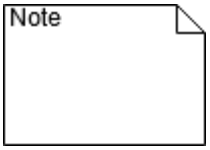


Obrázek 31: Příklad deploy vazby v deployment diagramu [33]

Vazby mezi artefakty a komponenty se jmenují manifesty a jsou také zobrazovány přerušovanou čarou zakončenou šipkou. U vazby je podobně jako u předchozí vazby napsán text, který vazbu upřesňuje, tzn. „<<manifest>>“.

Obrázek 32: Příklad manifest vazby v deployment diagramu [33]

h) Posledním prvkem deployment diagramů, který je používán v této práci, je note. Jeho funkce je shodná s note u use case diagramů a activity diagramů. Note je zobrazován také pomocí obdélníku s přeloženým pravým horním rohem a je vždy navázán přerušovanou čarou, stejně jakou v use case diagramu.



Obrázek 33: Reprezentace prvku note v deployment diagramech [33]

7.2 Hardwarové vybavení simulátoru

Simulátor bude hardwarově poměrně nenáročný. Vzhledem k stavbě simulátoru pro jednoho cvičícího dispečera je potřeba dvou PC se všemi základními periferiemi, jako jsou monitory, myši a klávesnice. Počítače budou spojeny pomocí sítě LAN, pomocí protokolu TCP/IP. Pokud by tak v budoucnosti byl přestavován simulátor pro více dispečerských stanovišť při zachování jednoho instruktorského stanoviště, další dispečerská stanoviště se jednoduše napojí díky routeru. Počítače by bylo možné spojit i přímo a síť by pak byla tvořena jen dvěma počítači. S ohledem do budoucnosti je však řešení s routerem vhodnější.

Vedle počítačů je vhodné, aby dispečer mě během simulace telefon, který by používal v některých případech pro komunikaci. Dispečeři v praxi používají spíše mobilní telefon, pokud by však byl pořízen mobilní telefon pro komunikaci v simulátoru, přidaly by se nezbytné vedlejší výdaje za zprostředkování mobilních služeb a dispečer by během simulace mohl přijít k informacím, které nekorespondují se simulovanými podmínkami. Řešením by bylo zařídit telefonní spojení mezi dispečerem a instruktorem pomocí pevné telefonní linky, nebo použít nějakou PC aplikaci. V rámci této práce je zvoleno řešení pomocí pevné telefonní linky, která je postaveno mimo síť LAN, která bude mezi PC dispečera a PC instruktora.

Poslední částí hardwaru, která by měla být součástí vybavení dispečerského stanoviště, je tablet, díky kterému bude mít dispečer přístup ke knihovně příruček. Knihovna příruček je dispečerům v praxi volně přístupná a hledají v nich potřebné informace o postupech. Informace v tabletu budou jednoduše aktualizovatelné pomocí virtuálního serveru, který bude umístěn na nějakém z již existujících serverů společnosti. Pro aktualizaci tak bude potřeba, aby tablet byl připojen na internet, na druhou stranu se lze jednoduše vyhnout aktualizacím během simulace. Pro optimální použití příruček musí dispečer správně zvládnout teoretickou přípravu před výcvikem na simulátoru.

7.3 Spojení softwaru s hardwarem

Software a hardware v simulátoru nebude potřeba spojit jiným než běžným způsobem. Jelikož simulátor nevyužívá žádných speciálních zařízení, není potřeba žádných komplikovaných driverů. Počítače budou potřebovat drivery na myši, klávesnice a monitory. Aplikace pak budou využívat instruktorský počítač jako server s databází, ze které budou čerpat všechna data. Jen pro upřesnění, instruktorský počítač bude dále využíván instruktorem a bude na něm využívat instruktorskou aplikaci.

Spojení zařízení na síti bude jednoduše provedeno díky funkcionalitám operačního systému, ten zároveň jednoduše spojí aplikace nainstalované na PC s hardwarem PC.

7.4 Postup při vytváření diagramů

Při vytváření simulátoru bylo nejprve využito myšlenkové mapy. Během procesu brainstormingu jsme vymysleli základní strukturu simulátoru a ta byla následně přenesena do use case diagramu. Use case diagram byl tak při vypracování použit spíše jako pomocný nástroj pro další modelování simulátoru a není tak možné v diagramu plně vyčíst, jaké funkce simulátor doopravdy bude mít. V diagramu jsou znázorněni všichni hlavní aktéři a všechny moduly, které byly následně modelovány a byly jim přiřazovány funkce.

Po vymyšlení základní struktury proběhli konzultace s nyní již Ing. Michalem Tvrzníkem a Ing. Otou Hajzlerem a základní představy o simulátoru byly upraveny tak, aby scénáře, které vytvořil Ing. Tvrzník ve své diplomové práci byly implementovatelné do simulátoru. Modulům tak museli být přidány některé funkce. Komunikace mezi dispečerem a instruktorem však nebyla napříč pracemi naprosto optimalizována a každý jsme navrhli jiná řešení komunikace. Obě jsou však proveditelná a jedno může být jednoduše změněno na druhé. Simulátor, přesto že je na komunikaci mezi instruktorem a dispečerem stojí, nemusí být striktně stavěn podle jednoho návrhu komunikace.

Byly tak nakresleny první aktivity diagramy, které ovšem byly rychle nahrazeny novými, jelikož neuskutečňovali předpokládané funkce. Activity diagramy byly nejprve tvořeny jen aktivitami lidí a v průběhu práce byly přidány i moduly až nakonec nyní jsou v diagramech zobrazeny i aktivity aplikací. Aplikace instruktora je nyní přední část systému OCC simulátoru, díky niž může instruktor nastavovat všechny parametry simulace.

Vytvoření deployment diagramu bylo iniciováno až ke konci práce, kdy bylo zjištěno, že pomocí tohoto diagramu je vhodné zobrazit hardware a software v jednom diagramu. Pomocí tohoto diagramu lze sestavit fungující verzi simulátoru

Přiložený activity diagram zobrazuje všechny procesy, které simulátor dělá a jak lze se simulátorem pracovat. Pomocí tohoto diagramu lze naprogramovat fungující systém OCC simulátoru se všemi funkcemi pro plnění provozních scénářů.

Nakonec jsou přiloženy vizualizace aplikace instruktora, která je jediným softwarem, který potřebuje vizualizaci. Aplikace NOP portálu i NAVsystemu budou mít shodné prostředí v simulátoru jako v realitě, a tak jejich vizualizace není potřeba.

8 Závěr

Letecká doprava je jeden z pilířů přepravy. V dnešní době ji využívají milióny lidí a pro značnou část populace se stala nepostradatelnou součástí běžného života. Letecká doprava, podobně jako ostatní druhy dopravy může být nebezpečná. Člověk je tvor velmi vynalézavý a učenlivý tvor, který se snaží minimalizovat rizika a nebezpečí. Letecká doprava se dokáže po každé katastrofě postavit zpět na nohy a vždy se ze svých chyb dokáže poučit. Tento vzorec bohužel není k vidění u všech typů dopravy, a právě proto se dnes letecká doprava stala nejbezpečnějším způsobem dopravy.

Velký vliv na bezpečnost v letecké dopravě mají dispečeři letecké dopravy, kteří svým profesionálním jednáním a včasnými zásahy dokážou mnohá nebezpečí odvrátit. S rostoucím leteckým provozem je poptávka po dispečerech velmi vysoká. Intenzita letecké dopravy roste v dnešní době i z důvodu rostoucí ekonomiky. Lidé i společnosti mají více peněz a mohou investovat více peněz na cesty do zahraničí. Společnosti pak mohou investovat do nového vybavení. Pokud tedy společnost potřebuje vycvičit větší množství kvalifikovaných dispečerů věřím, že by výcvikový simulátor pro dispečery ocenila.

Při vypracování této práce bylo zjištěno, že dnešní výcvik dispečerů letecké dopravy je poměrně zdlouhavý a přitom neefektivní. Důvod je takový, že se dispečer při současném způsobu výcviku reálně nemůže setkat se všemi situacemi, které ho v budoucnu v praxi mohou potkat. Domnívám se, že simulátor na výcvik dispečerů by tento nedostatek eliminoval.

V této práci byl vytvořen softwarový návrh OCC simulátoru, který vytváří pro dispečery srovnatelné podmínky pro výcvik, jako v ostatních profesích v letecké dopravě. Návrh je tvořen pomocí UML diagramů, konkrétně use case diagramu, aktivity diagramu a deployment diagramu a zároveň je celý návrh v práci podrobně slovně popsán. Simulátor je navržen tak, aby se dispečer mohl před závěrečným výcvikem v reálném provozu naučit reagovat na standardní i nestandardní situace, které mohou v při plnění jeho povinností nastat. Simulátor musí zastávat všechny funkce dispečerova přirozeného pracovního prostředí, tak aby si dispečer přechodu do běžného provozu téměř ani nevšiml.

V bakalářské práci jsou pak podrobně rozebrány jednotlivé činnosti, které letecký dispečer při své praxi provádí, ať už jde o standardní či nestandardní situace. Dále jsou v práci jsou popsány způsoby, kterými dispečer své povinnosti plní a nástroje, které při své práci využívá. Na veškeré tyto činnosti je tedy myšleno při tvorbě diagramů, tak aby na simulátoru mohly být procvičeny veškeré možné situace, ke kterým může při práci dispečerů dojít.

Při psaní této bakalářské práce, jsem si rozšířil své prvotní vědomosti o celém systému letecké dopravy, o jejím fungování a o procesech, které probíhají při organizaci leteckého provozu. A čím víc jsem do problematiky pronikl, tím zajímavější a fascinující mi letecký provoz a práce dispečerů připadá. Věřím že, má práce může být přínosem ve vývoji a stavbě simulátoru pro dispečery letecké dopravy.

9 Seznam použité literatury

[1] citace-https://www.eurocontrol.int/network-operations [cit. 2019-08-15]

[2] http://aim.rlp.cz/?lang=cz&p=o-nas[cit. 2019-08-15]

[3] https://www.eurocontrol.int/locations[cit. 2019-08-15]

[4] https://www.eurocontrol.int/network-operations [cit. 2019-08-15]

[5] https://www.livescience.com/27825-jet-stream.html [cit. 2019-08-15]

[6]https://www.aopa.org/news-and-media/all-news/2018/september/flight-training-magazine/technique-weight-and-balance[cit. 2019-08-16]

[7] viz UML_OCC_Activity-Příprava letu

[8]https://blog.aopa.org/aopa/2011/11/01/performance-limitations-on-takeoff/?_ga=2.152097471.723657280.1566500157-1640141147.1566500157 [cit. 2019-08-19]

[9] https://www.flying-revue.cz/provoz-a-udrzba-letadel [cit. 2019-08-17]

[10] https://www.flying-revue.cz/provoz-a-udrzba-letadel [cit. 2019-08-19]

[11] https://www.flying-revue.cz/provoz-a-udrzba-letadel [cit. 2019-08-19]

[12] ICAO Annex 6

[13] https://www.aeroweb.cz/clanky/1109-hypoxie-pri-letani-ve-velkych-vyskach [cit. 2019-08-18]

[14]https://www.skybrary.aero/index.php/Bird_Strike
https://www.telegraph.co.uk/films/sully/miracle-on-the-hudson-how-it-happened/ [cit. 2019-08-22]

[15] PEŠOUT, Martin. *TCAS jako prostředek ke zvýšení bezpečnosti letového provozu*. Praha, 2017. Diplomová práce. České vysoké učení technické, Fakulta dopravní, Ústav letecké dopravy. Vedoucí práce Petr Mrázek

[16] https://ansperformance.eu/acronym/atfcm/ [cit. 2019-08-21]

[17] https://www.skybrary.aero/index.php/Runway_Visual_Range_(RVR) [cit. 2019-08-21]

[18] ATFCM USERS MANUAL *Network Manager* [online], [cit. 2019-08-22]. Dostupné z: https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/content/documents/nm/networkoperations/HANDBOOK/atfcm-users-manual-current.pdf

[19] https://aim.rlp.cz/vfrmanual/actual/enr_2_cz.html [cit. 2019-08-23]

[20] http://xpjet.com/pdf/historical/CTO%20Flight%20Planning%20-%20User%20Manual.pdf [cit. 2019-08-23]

[21] TVRZNÍK, Michal. *Návrh simulátoru pro provozní dispečink letecké společnosti*. Praha, 2019. Diplomová práce. České vysoké učení technické, Fakulta dopravní, Ústav letecké dopravy. Vedoucí práce Ladislav Capoušek.

[22] ISBN 978-92-9231-810-9; 11th edition – 2011; 1st edition 1948; Published by INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION 999 University Street, Montréal, Quebec, Canada H3C 5H7; Annex 1, Personnel Licensing; strany 4-8 – 4-11;

[23] *Nařízení Komise (EU) č. 965/2012 ze dne 5.10.2012; České znění; Hlava AOC – Osvědčování leteckých provozovatelů – Požadavky na personál; strana 63-64; vydání ze dne 22.3.2017*

[24] *Nařízení Komise (EU) č. 965/2012 ze dne 5.10.2012; České znění; Článek 3 Způsobilost k dozoru; strana 4; vydání ze dne 22.3.2017*

[25] https://europa.eu/european-union/about-eu/agencies/easa_cs [cit. 2019-08-23]

[26] *ICAO Annex 6, operation of aircraft part I, international commertial air transport - Aeroplanes; Chapter 3. – Generel – Compiliance with laws, regulations and procedures; page 3-2; ICAO 2010; 9th edition 2010; 1st edition 1969; ISBN 978-92-9231-536-8; INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION 999 University Street, Montréal, Quebec, Canada H3C 5H7*

[27] *Kapitola 4-6 Duties of flight operations officer/flight dispatcher; Annex 6, Operation of Aircraft Part I, International Commercial Air Transport – Aeroplanes; ICAO 2010; 9th edition 2010; published july 2010; INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION 999 University Street, Montréal, Quebec, Canada H3C 5H7; ISBN 978-92-9231-536-8*

[28] https://aviationsafetywiki.org/index.php/Holding_Pattern [cit. 2019-08-23]

[29] http://www.nav.cz/navsystem/ [cit. 2019-08-23]

[30]https://ext.eurocontrol.int/lexicon/index.php/Slot_Improvement_Proposal_Wanted_Message [cit. 2019-08-23]

[31]https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/ed/UML_diagrams_overview.svg/1280px-UML_diagrams_overview.svg.png [cit. 2019-08-23]

[32] zdroj – UML Use Case Diagram tutorial. *YouTube* [online]. [cit. 2019-08-23]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=zid-MVo7M-E

[33] vypracováno autorem

[34] Activity diagram [online]. [cit. 2019-08-22]. Dostupné z: https://www.smartdraw.com/activity-diagram/?id=379031

[35] VOTRUBA, Zdeněk, Jana KLEČÁKOVÁ a Marek KALIKA. *Systémová analýza*. Vyd. 2. V Praze: České vysoké učení technické, 2008. ISBN 978-80-01-04081-2

[36] *Síťový model TCP/IP* [online]. [cit. 2019-08-25]. Dostupné z: https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz_cast.pl?cast=10011

10 Seznam obrázků a schémat

Obrázek 1: Přehled UML diagramů [31] 44
Obrázek 2: Reprezentace systému v use case diagramech [33] 45
Obrázek 3: Reprezentace aktéra v use case diagramech [33] 45
Obrázek 4: Ukázka aktérů [33] 46
Obrázek 5: Reprezentace use case a jeho správné umístění [33] 46
Obrázek 6: Reprezentace asociace v use case diagramech [33] 47
Obrázek 7: Reprezentace include vazby v use case diagramech [33] 47
Obrázek 8: Reprezentace extend vazby v use case diagramech [33] 48
Obrázek 9: Reprezentace generalization vazby v use case diagramech [33] 49
Obrázek 10: Ukázka použití note v use case diagramu [33] 49
Obrázek 11: Ukázka použití frame v use case diagramu [33] 50
Obrázek 12: Reprezentace startovacího bodu v activity diagramech [33] 50
Obrázek 13: Reprezentace aktivity v activity diagramech [33] 51
Obrázek 14: Reprezentace edge/path v activity diagramech [33] 51
Obrázek 15: Ukázka desicion v activity diagramu [33] 51
Obrázek 16: Reprezentace fork v activity diagramech [33] 52
Obrázek 17: Reprezentace join v activity diagramech [33] 52
Obrázek 18: Reprezentace merge v activity diagramech [33] 53
Obrázek 19: Odkaz na subproces v activity diagramech [33] 53
Obrázek 20: Příklad subprocesu v activity diagramech [33] 54
Obrázek 21: Reprezentace konce v activity diagramech [33] 54
Obrázek 22: Možné vazby note v activity diagramech [33] 55
Obrázek 23: Ukázka uspořádání prvků v aktivity diagramu [33] 55
Obrázek 24: Reprezentace hardwaru v deployment diagramech [33] 56
Obrázek 25: Příklad hardwaru vnořeného do jiného hardwaru v deployment diagramu [33] 56
Obrázek 26: Reprezentace vazby mezi dvěma prvky hardwaru v deployment diagramu [33] 56
Obrázek 27: Reprezentace schématu v deployment diagramech [33] 57
Obrázek 28: Reprezentace artefaktu v deployment diagramech [33] 57
Obrázek 29: Reprezentace komponentu v deployment diagramech [33] 58
Obrázek 30: Reprezentace deployment specification v deployment diagramech [33] 58
Obrázek 31: Příklad deploy vazby v deployment diagramu [33] 58
Obrázek 32: Příklad manifest vazby v deployment diagramu [33] 59
Obrázek 33: Reprezentace prvku note v deployment diagramech [33] 59

11 Seznam tabulek

Tabulka 1: Příklady způsobů oznamování změn v reálném provoze a v simulaci 39

12 Seznam příloh

1. Activity diagram OCC simulátoru
2. Deployment diagram OCC simulátoru
3. Use Case diagram OCC simulátoru
4. Vizualizace
    a. Spuštění aplikace
    b. Počasí
    c. Lety a poruchy
    d. Komunikační aplikace
    e. Nesouvisející počasí