



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

---

Fakulta dopravní  
Ústav letecké dopravy

**Letištní data potřebná pro určení vhodnosti letiště pro  
divertní lety**  
**Airport data used for the diversion airport selection optimization**

**Diplomová práce**

Studijní program: Technika a technologie v dopravě a spojkách

Studijní obor: Provoz a řízení letecké dopravy

Vedoucí práce: Ing. Peter Olexa

Ing. Slobodan Stojčić, Ph.D.

**Bc. Marek Hamza**

---

Praha 2022



**K621.....Ústav letecké dopravy**

## **ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE** (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

**Bc. Marek Hamza**

Studijní program (obor/specializace) studenta:

**navazující magisterský – PL – Provoz a řízení letecké dopravy**

Název tématu (česky): **Letištní data potřebné pro určení vhodnosti letiště pro divertní lety**

Název tématu (anglicky): **Airport data Used for the Diversion Airport Selection Optimization**

### **Zásady pro vypracování**

Při zpracování diplomové práce se řiďte následujícími pokyny:

- Cílem práce je prozkoumání možností sběru a distribuce detailních provozních informací komplexní pozemní obsluhy letadel, určení dílčích datových zdrojů a datových parametřů pro vyhodnocování vhodnosti letiště pro diverzní přistání
- Popište problematiku odklonů letů a metodologie výběru náhradních letišť.
- Seznamte se s provozní problematikou poskytovatelů služeb pozemní obsluhy letadel a určete významné faktory ovlivňující provoz služeb.
- Analyzujte současné dostupné letištní informační zdroje, vyberte vhodné datové prvky a určete jejich parametry.
- Navrhňte datovou architekturu a analyzujte funkční a nefunkční požadavky systému sběru a distribuce dat.
- Vytvořte funkční prototyp aplikace umožňující zadávání a distribuci dat, validace ověřením funkčnosti, formulujte závěry práce.



- Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího diplomové práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: YU Gang, QI Xiangtong. Disruption Management. Singapore. World Scientific Publishing Co Pte Ltd, 2004  
PRATHER, Daniel. Airport Management. Newcastle, Washington. Aviation Supplies & Academics, Inc 2015,  
MCWHERTER Jeff, GOWELL Scott, Professional Mobile Application Development ,2012

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Peter Olexa**  
**Ing. Slobodan Stojić, Ph.D.**

Datum zadání diplomové práce: **16. července 2021**  
(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 diplomové práce: **30. listopadu 2022**  
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

doc. Ing. Jakub Kraus, Ph.D.  
vedoucí Ústavu letecké dopravy



prof. Ing. Ondřej Příbyl, Ph.D.  
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.

Bc. Marek Hamza  
jméno a podpis studenta

V Praze dne..... 17. května 2022



---

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
Fakulta dopravní

LETIŠTNÍ DATA POTŘEBNÁ PRO URČENÍ VHODNOSTI LETIŠTĚ  
PRO DIVERTNÍ

diplomová práce  
listopad 2022  
Bc. Marek Hamza

**ABSTRAKT**

Tato závěrečná práce se zabývá problematikou letů odkloněných na záložní letiště a řeší sběr letištních dat zaměřených na pozemní odbavení letadel. Cílem je poskytnout návrh prototypu, který by zvedl informovanost o vytíženosti společností pozemního odbavení letadel, a tím usnadnil proces rozhodování o konečné volbě náhradního letiště. Je detailně popsán datový model sběru dat z prostředí pozemního odbavení letadel. V aplikační architektuře jsou vzneseny návrhy na uspořádání systému a spolu s funkčními a nefunkčními požadavky tvoří podklad pro prototyp. Závěrečná část práce obsahuje popis zkonstruovaného prototypu. Jedná se převážně o webovou aplikaci, kde prostředí databáze je SQL. Validace je řešena jako ověření funkčnosti prototypu.

**Klíčová slova:** pozemní odbavení letadel, odklonění na záložní letiště, datový model, databáze, aplikace



CZECH TECHNICAL UNIVERSITY IN PRAGUE  
Faculty of Transportation Sciences

AIRPORT DATA USED FOR THE DIVERSION AIRPORT SELECTION  
OPTIMIZATION

Master's Thesis  
November 2022  
Bc. Marek Hamza

**ABSTRACT**

This Master thesis deals with the issue of flights diverted to the reserve airport and solves the collection of airport data aimed at the ground handling of aircraft. The goal is to present a prototype design that would increase awareness of airline ground handling workload and thereby facilitate the decision-making process for the final selection of an alternate airport. The data model for collecting data from the aircraft ground handling environment is described in detail. In the application architecture, proposals are made for the organization of the system and, together with the functional and non-functional requirements, form the basis for the prototype. The final part of the thesis contains a description of the constructed prototype. It is primarily a web application where the database environment is SQL. Validation is solved as a verification of the functionality of the prototype.

**Keywords:** ground handling, flight divert, data model, database, application



#### Poděkování

Velmi rád bych chtěl tímto poděkovat svým vedoucím panu Ing. Petru Olexovi a Ing. Slobodanovi Stojícovi Ph.D., za řádné vedení výzkumu při magisterském projektu a také mé závěrečné práce. Mé poděkování věnuji panu Michalu Vozianovi ze společnosti Tipsport a. s., který vedl testování mého prototypu. Hluboký dík patří také mé rodině, která mě vytrvale podporovala i při těch největších krizích studia. Děkuji.



### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Název práce* vypracoval samostatně a použil k tomu úplný výčet citací použitých pramenů, které uvádím v seznamu přiloženém k diplomové práci.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu §60 Zákona č.121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 30. listopadu 2022

*Podpis*





## Obsah

<b>Úvod</b> .....	<b>15</b>
<b>1    <b>Problematika odklonu letů</b></b> .....	<b>17</b>
1.1   Příčiny odklonu letů .....	19
1.2   Metodologie výběru náhradních letišť .....	20
1.2.1   Plochy a stojánky .....	20
1.3   Finanční aspekt .....	22
<b>2    <b>Pozemní odbavení letadel</b></b> .....	<b>23</b>
2.1   Personál .....	24
2.2   Technické vybavení .....	24
2.2.1   Plnění .....	26
2.3   Proces .....	28
<b>3    <b>Informační zdroje</b></b> .....	<b>29</b>
3.1   NOTAM .....	29
3.2   AIP .....	30
3.3   AIXM .....	31
3.4   Airport corner .....	32
3.5   ICAO .....	33
3.6   Pozemní odbavení .....	34
3.7   Sběr dat .....	34
3.7.1   Způsoby sběru dat .....	35
<b>4    <b>Datový model</b></b> .....	<b>38</b>
4.1   Konceptuální datový model .....	39
4.1.1   Primární entity .....	40
4.1.2   Elementární vazby .....	40
4.1.3   Model .....	41
4.2   Logický datový model .....	41
4.2.1   Relace .....	42
4.2.2   Logický model .....	43
4.2.3   Model .....	46
4.3   Fyzický datový model .....	46





4.3.1	Atributy.....	47
4.3.2	Fyzický model .....	49
4.3.3	Model.....	51
4.4	Požadavky na sběr dat .....	52
4.4.1	Dotazník.....	52
<b>5</b>	<b>Aplikační architektura .....</b>	<b>55</b>
5.1	Model aplikační architektury .....	55
5.1.1	Prezentační vrstva .....	56
5.1.2	Aplikační a databázová vrstva.....	56
5.2	Distribuce dat.....	56
5.3	Funkční a nefunkční požadavky.....	57
<b>6</b>	<b>Prototyp .....</b>	<b>59</b>
6.1	Uživatelské prostředí .....	60
6.2	Databáze .....	62
6.3	Prezentační a aplikační vrstva .....	63
6.3.1	Zadávání dat .....	64
6.3.2	Prohlížení dat.....	68
<b>7</b>	<b>Validace.....</b>	<b>69</b>
7.1	Funkční validace.....	69
7.1.1	Pokročilé automatizované testování.....	70
7.1.2	Test.....	70
7.1.3	Výsledek testu.....	71
	<b>Diskuze.....</b>	<b>73</b>
	<b>Závěr.....</b>	<b>75</b>
	<b>Seznam použité literatury.....</b>	<b>76</b>
	<b>Příloha 1 .....</b>	<b>83</b>



## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1-1: Porovnání celkového počtu vykonaných letů a divertních letů, [vlastní dle [2]]	18
Obrázek 1-2: Příklady stání letadel, vlevo angled nose-in a taxi-in/push-out [9], vpravo příklad průjezdných stání na LKPR [15].....	21
Obrázek 2-1: Typické rozložení GSE pro Boeing 737 MAX, [9].....	23
Obrázek 2-2: Vlečení Pilatus PC-24, [56].....	26
Obrázek 2-3: Plnění Pilatus PC-24, [56].....	27
Obrázek 2-4: Ganttův diagram procesu pozemního odbavení Airbus A320, [59] .....	28
Obrázek 3-1: Ukázka NOTAM Praha/Ruzyně, [22] .....	29
Obrázek 3-2: AIP – ADC mapa pro LKPR, [15] .....	30
Obrázek 3-3: AXIM, Aircraft Stands, [57] .....	31
Obrázek 3-4: Diversion Capabilities, [29] .....	32
Obrázek 3-5: Pozorování jevu, [34].....	35
Obrázek 4-1: Pracovní postup datového modelování, [35].....	39
Obrázek 4-2: Elementární vazby, [vlastní].....	40
Obrázek 4-3: Konceptuální model, [vlastní].....	41
Obrázek 4-4: Návrh modelu v závislosti na počtu tabulek [38] .....	42
Obrázek 4-5: Logický datový model, [vlastní].....	46
Obrázek 4-6: Číselný formát, [60] .....	48
Obrázek 4-7: Fyzický model, [vlastní] .....	51
Obrázek 5-1: Třívrstvá architektura, [61].....	55
Obrázek 5-2: Požadavky na kvalitu systému ISO/IEC 9126, [58] .....	57



Obrázek 6-1: Jednoduchý model prototypu, [vlastní] .....	59
Obrázek 6-2: Ukázka stránky dotazníku handlingu (po odeslání dat), [vlastní].....	60
Obrázek 6-3: Stránka prohlížení dat, [vlastní] .....	61
Obrázek 6-4: PhpMyAdmin databáze divertu, [vlastní s [44]] .....	62
Obrázek 6-5: Tabulky obsažené v prototypu, [vlastní].....	63
Obrázek 6-6: Proces odeslání dat do databáze, [vlastní] .....	64
Obrázek 6-7: Chybová hláška v emailu administrátora, [vlastní] .....	65
Obrázek 6-8: Schéma druhého způsobu zadávání dat, šedivě se neaplikuje, [vlastní].....	66
Obrázek 6-9: Prostředí Visual Studio Code s rozšiřujícím modulem REST Client a výsledkem procesu vložení dat. [vlastní s [49] a [50]] .....	67
Obrázek 6-10: Proces prohlížení dat, [vlastní] .....	68
Obrázek 7-1: Rozhraní chytrého telefonu, [vlastní] .....	69
Obrázek 7-2: Výsledek testu - report TestNG, [vlastní dle [55]].....	71
Obrázek 7-3: PhpMyAdmin monitor databáze, [vlastní dle [44]] .....	72
Obrázek 0-1: Flowchart testu, [vlastní].....	83



## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1-1: Finanční náklady na odklonění letu, [vlastní dle [3]] .....	22
Tabulka 4-1: Dotazník pro handling, [vlastní] .....	53
Tabulka 4-2: Dotazník pro paliváře, [vlastní] .....	53
Tabulka 4-3: Dotazník pro provozovatele letiště, [vlastní] .....	54
Tabulka 5-1: Funkční požadavky, [vlastní dle [42]].....	57



## SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

<b>AC</b>	Alternating current	Střídavý proud
<b>A-CDM</b>	Airport Collaborative Decision Making	Rozhodování na letišti ve spolupráci
<b>AIC</b>	Advisory circular	letecký oběžník
<b>AIP</b>	Aeronautical information publication	Letecká informační příručka
<b>AIRAC</b>	Aeronautical information regulation and control	Regulovaný systém řízení leteckých informací
<b>AIS</b>	Aeronautical information services	Letecké informační služby
<b>AIXM</b>	Aeronautical Information Exchange Model	Model výměny leteckých informací
<b>AJAX</b>	Asynchronous JavaScript	Asynchronní JavaScript
<b>API</b>	Application Programming Interface	rozhraní pro programování aplikací
<b>APU</b>	Auxiliary power unit	Pomocná energetická jednotka
<b>ASU</b>	Air starter unit	Zdroj vzduchu pro start motoru
<b>ATM</b>	Air traffic management	Uspořádání letového provozu
<b>ČR</b>	Czech Republic	Česká republika
<b>ENR</b>	En route	Tratě, traťový
<b>EU</b>	European union	Evropská unie
<b>FAA</b>	Federal Aviation Administration	Federální úřad pro letectví
<b>GEN</b>	General	Všeobecný, všeobecně
<b>GPCU</b>	Ground power and conditioning unit	Pozemní napájecí a klimatizační jednotka
<b>GSE</b>	Ground support equipment	Pozemní podpůrné vybavení
<b>HTML</b>	Hypertext Markup Language	
<b>HTTP</b>	Hypertext Transfer Protocol	



<b>Hz</b>	Hertz	Hertz
<b>IATA</b>	International Air Transport Association	Mezinárodní asociace leteckých dopravců
<b>ICAO</b>	International Civil Aviation Organization	Mezinárodní organizace pro civilní letectví
<b>ILS</b>	Instrument Landing System	System pro přesné přiblížení a přistání
<b>JSON</b>	JavaScript Object Notation	JavaScriptový objektový zápis
<b>LKTB</b>	Brno-Turany airport	letišťe Brno-Tuřany
<b>NM</b>	Network Manager	Správce sítě
<b>NOTAM</b>	Notice To Airmen	
<b>RDBMS</b>	Relational database management system	System pro správu relačních databází
<b>REST</b>	Representational state transfer	
<b>ŘLP ČR, s.p.</b>	Air traffic control of the Czech Republic, state company	Řízení letového provozu České republiky, státní podnik
<b>SNOWTAM</b>	Snow NOTAM	Sněhový NOTAM
<b>SQL</b>	Structured Query Language	
<b>ÚLD, FD ČVUT v Praze</b>	Department of Air Transport, FTS CTU in Prague	Ústavu letecké dopravy, Fakulty dopravní, Českého vysokého učení technického v Praze
<b>URI</b>	Uniform Resource Identifier	Jednotný identifikátor zdroje
<b>V</b>	Volt	Volt
<b>WTC</b>	Wake Turbulence Category	Kategorie turbulence v úplavu
<b>XML</b>	Extensible Markup Language	



## Úvod

Z pozice cestujícího není úplně běžné dostat se do situace, kdy je let přeměrován na zcela jiné letiště, než bylo plánováno. Pokud se tak ovšem stane, je to nazýváno odklonění letu na záložní letiště (anglicky *Divert*, pozn. autora). Zde může být let ukončen a cestující přesunuti na náhradní dopravu, anebo se může jednat pouze o technické přistání, kdy je letadlo dotankováno a let poté opět pokračuje. V obou případech tím ale dochází k časovému zdržení a v konečném důsledku k narušení časového plánu jak u dopravce, tak i u samotného cestujícího, který například nemusí stihnout navazující spoj. Řešení takovéto situace bývá výzvou nejen pro posádku afektovaného letu, operační středisko dopravce, ale také pro řízení letového provozu. V minulosti existují případy, kdy bylo letiště náhle uzavřeno, desítky letů musely být zrušeny a letadla ve vzduchu bezpečně řízena na záložní letiště (například událost na letišti Gatwick v roce 2018). Poté se stává výzvou i pro letiště v okolí, zvládnout zvýšenou poptávku.

Optimálním záložním letišťem je takové, které způsobí co nejmenší dodatečné zdržení a zároveň poskytne požadovanou úroveň služeb. Klíčovým je proto hledání volné kapacity na letištích a to zejména volných stání, vybavení pozemního odbavení a jeho personálu, které je v daný čas schopné obsloužit divertovaný let.

Při hledání řešení této problematiky zúžíme náš záběr na obchodní leteckou dopravu. To dává i základní představu o tom, pro jaká letadla (jejich požadavky) i letiště bude návrh vyvíjen. Pohybujeme se tedy na úrovni vícemotorových proudových letounů a mezinárodních letišť.

Cílem této práce je definovat koncept, který se zabývá sběrem provozních informací pozemního odbavení letadel a jejich distribucí. Nebude se však zabývat jejich detailním vyhodnocováním v podobě například statických analýz. Záměrem konceptu je, aby uživateli mohla být poskytnuta informace o aktuální provozní situaci na záložních letištích, a tím usnadnit výběr jednoho konkrétního letiště. Data mohou být využita jak při plánování, tak i během letu.





V první polovině této práce je proveden rozbor problematiky odklonu letů včetně jeho příčin a následků. Je popsána současná metodologie výběru náhradního letiště a parametrů do ní vstupujících. Je poskytnut finanční rozbor problematiky odklonu letů. Na to následuje popis procesu pozemního odbavení letadel. Analýza současně používané techniky a mechanizace poskytne informace o její roli a nezbytnosti. Součástí odbavení letadel je i plnění pohonnými hmotami. Je zaměřeno na jejich roli a samozřejmě i na techniku. Završením této části je analýza obsahu informačních zdrojů, které by mohly být použity jako inspirace při tvorbě konceptu.

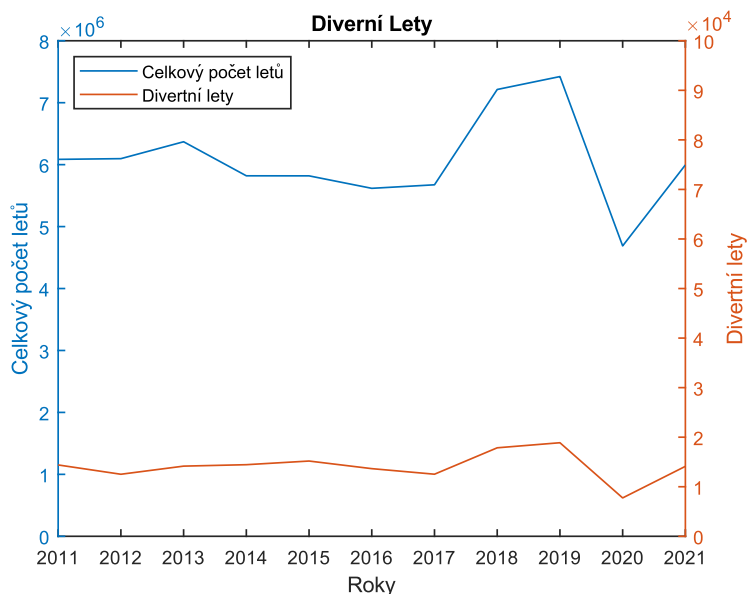
Ve druhé polovině této práce se zabýváme konceptem. Na základě teoretických poznatků z první poloviny je vytvořen datový model, který reprezentuje skutečnost (model reality). Díky tomu získáváme podklad pro tvorbu následujících modelů, které už budou moci být implementovány do databáze nějakého systému. Závěrem práce je funkční validace prototypu a diskuze nad výsledky práce.



## 1 Problematika odklonu letů

Pojem odklon letu není v leteckém prostředí tak jednoznačně definován v porovnání s jinými fázemi letu, jakými jsou například odlet a vzlet. Vzlet chápeme jako zcela izolovanou (sub)fázi samotného odletu a to platí pouze pro rozjezd letadla po vzletové dráze a následné odpoutání od země. [1] Podobné rozdělení je důležité i pro tuto práci. Jako vysvětlující anotace pojmu odklon se zde nabízejí hned dvě: odklon z důvodu stavu nouze a odklon z provozně-meteorologického důvodu. První možnost počítá s tím, že původce odklonu je vyvolán například protiprávním činem nebo vážným technickým problémem, ovšem může být způsoben i zdravotní nouzí cestujícího nebo člena posádky. V této práci se budeme zabývat druhou možností. Přeci jenom stav nouze je v dnešní době ojedinělým jevem a autor je přesvědčen o tom, že této práci nepřísluší hledat optimalizaci zvládnutí této situace za účelem snížení provozně-ekonomického dopadu na úkor jiných aspektů, jako je například samotná bezpečnost letu nebo život postižené osoby. V případě této práce bude za divertní let považován ten, který přistane v jiné než původně plánované destinaci.

Americký úřad dopravní statistiky (Bureau of Transportation Statistics) zveřejňuje na svém webu data o letovém provozu od roku 1988 do loňského roku (v našem případě je to rok 2021) [2]. Srovnání za posledních deset let je vyobrazeno na obrázku níže, kde na jedné straně grafu je vynesena celkový počet letů a na druhé straně počet divertních letů (opět let, který přistál v jiné než původně plánované destinaci). Celkový počet vykonaných letů se pohybuje v průměru ve vyšších jednotkách milionů, tj. šest až sedm. Dále je pak patrný následek pandemie COVID-19 v roce 2020 a následné „zotavení“ v roce 2021. Počet divertních letů se napříč desetiletím pohybuje mezi prvními desítkami tisíc a opět výjimkou je rok 2020 s přibližně poloviční hodnotou. Procentuální vyjádření divertních letů z celkového počtu se pohybuje pod jedním procentem v rozpětí 0,21–0,25 %. Pro úplnost uvedeme, že v roce 2020 je procentuální podíl divertních letů 0,17 %. Pro analýzu situace na opačné straně Atlantického oceánu využijeme publikaci Eurocontrolu *Standard Inputs for Economic Analyses* [3]. Publikace byla sice vydána v roce 2020, ale data o divertních letech jsou z roku 2019. Za tento rok bylo na území EU vykonáno téměř deset milionů letů a z toho 20 257 letů bylo divertováno. Procentuální podíl je 0,20 %, a je tedy obdobný tomu ze Spojených států.



Obrázek 1-1: Porovnání celkového počtu vykonaných letů a diverních letů,  
[vlastní dle [2]]

Několikfázové plánování a řízení letového toku v evropském vzdušném prostoru rozhodně přispívá k plynulosti letecké dopravy. Nicméně události velkého rozsahu mají své konsekvence. Vyskytnuté události pak ovlivňují nejen cestující a náklad, ale i samotné dopravce. Pokud cestující a přepravovaný náklad nekončí svoji cestu v plánované destinaci, a tedy pokračují (transferují) na další letecké spoje, tak dochází k nebezpečí nestihnutí navazujícího spoje. Letecký dopravce má v tomto případě obdobný problém. Většinou letoun nebo posádka nekončí v plánované destinaci, ale jsou plánováni na další lety v blízké budoucnosti. Tím se dopravce dostává do situace, kdy je omezen lidskými nebo technickými zdroji, a tedy není schopen plnit další spoje.



## 1.1 Příčiny odklonu letů

Na začátku této kapitoly byl definován výraz odklon v dostatečném rozsahu pro naše potřeby. Provozně-meteorologický původce odklonu (jak název napovídá) bude pocházet ze dvou hlavních množin, a to provozní a meteorologické. Na provozní množinu se díváme jako na soubor příčin, které pocházejí ze strany dopravce, poskytovatele navigačních služeb (tedy služby řízení letového provozu) anebo provozovatele letiště. Meteorologických faktorů, které často ovlivňují letový provoz, je hned několik, a to například: dohlednost, vítr anebo nadměrný spád srážek (často doprovázený bouřkovým jevem).

Na straně dopravce může vzniknout příčina vedoucí k odklonění letu, jako je technická závada nebo dovršení maximální doby ve službě některého ze členů posádky letadla.

Poskytovatel navigačních služeb se může potýkat s problémy přehledových, navigačních nebo komunikačních systémů (například systémů zajišťujících spojení, letecká stanice – letadlová stanice). [4]

Podobně jako řízení letového provozu, tak i letiště se může potýkat s problémy svých systémů (i letiště mohou spravovat navigační systémy, jako je ILS apod.; pozn. autora), výpadky elektrické energie nebo například události v odbavovacích halách vedoucích k uzavření letiště. Kritická infrastruktura letiště, jako jsou například dráhová světla, jsou zpravidla jistěny bezvýpadkovým zálohovým systémem, zajišťujícím tak nepřetržitou dodávku elektrické energie. Ovšem i tyto systémy mají svoji omezenou dobu chodu danou například množstvím paliva u záložního agregátu. [5] Příkladná situace z minulosti, která nesouvisela s dodávkami elektrické energie, ale vedla k uzavření letiště, byl požár v odbavovací hale letiště Alicante (rok 2020). [4]

V poslední době s rozmachem bezpilotních systémů (UAS) dochází stále častěji k událostem, kdy neukázněný pilot UAS provádí let v těsné blízkosti. Tyto situace vedou k zastavení provozu na daném letišti. [6]



## 1.2 Metodologie výběru náhradních letišť

Příkladná anotace pojmu náhradní letiště je v Části I Předpisu L – 6: „*Letiště, na které letadlo může pokračovat, když přistání na letišti zamýšleného přistání nebo pokračování v letu na toto letiště není možné nebo žádoucí a jsou na něm dostupné nezbytné služby a zařízení, mohou na něm být splněny požadavky související s výkonností letadla, a které je v době očekávaného využití v provozu*“. [7] Předpis dále dělí záložní letiště na tři typy, a to náhradní letiště při vzletu (Take-off alternate), náhradní letiště na trati (En-route alternate) nebo náhradní letiště určení (Destination alternate). [7] V současné době neexistuje závazná metodologie (postup) výběru náhradního letiště. [8] Z výše uvedeného předpisu vyplývá, že divertované letadlo musí být schopné doletět na dané letiště. Dále ovšem existují faktory, které rozhodují o vhodnosti záložního letiště. Tyto faktory lze rozdělit na dvě kategorie, tedy jako elementární a komerční. Mezi elementární faktory patří fyzické rozměry letiště, jako jsou například parametry přistávací a vzletové dráhy (délka, šířka, únosnost). Aktuální situace na daném letišti determinovaná počasím a provozními omezeními nebo výstrahami (NOTAM) také patří do množiny elementárních faktorů. Provozní omezení nemusí nutně vznikat pouze ze strany letiště, ale onou limitací může být i posádka daného letu, která například nevládní dodatečné školení (certifikát) pro přilet na dané letiště.

Komerční požadavky (nebo lépe řečeno: prioritizace požadavků) na záložní letiště se liší od přepravce k přepravci. Nicméně Peter Olexa a Miroslav Špák ve své publikaci *Enhancement of the diversion airport selection methodology* definují několik základních požadavků, jako je vzdálenost od původní trati, velikost letiště a jeho infrastruktura, znalost dané lokality, existence dříve nasmlouvaných služeb, charakter okolí letiště (ubytování, možnost náhradní dopravy atd.). [8] Prioritizaci výše uvedených požadavků poté ještě ovlivní zamýšlený typ scénáře divertu. Jako dva základní scénáře můžeme uvést **technické mezipřistání** (tedy po nezbytném dotankování paliva let opět pokračuje) a **plné ukončení letu** (let dále nikam nepokračuje).

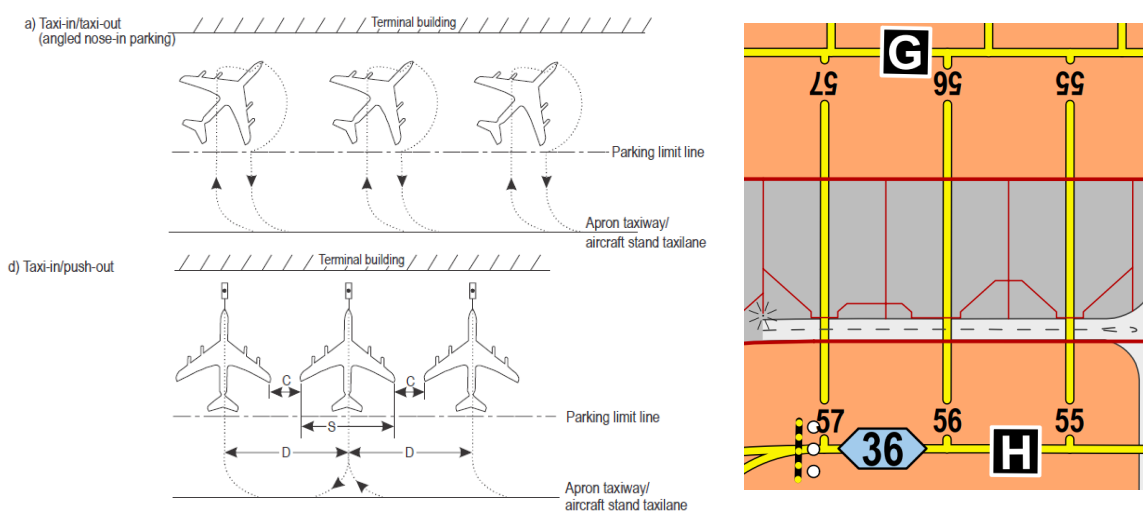
### 1.2.1 Plochy a stojánky

Fyzická charakteristika letiště má přímý vliv na rozhodování při volbě náhradního letiště. Druhá polovina této práce bude věnována sběru letištních dat, kde budou shromažďovány hodnoty konkrétních stavů. Na hodnoty ploch stání a pojízďecích ploch se díváme jako na dynamická data. Uzávěrky za účelem údržby nebo nenadálých

událostí jsou na denním pořádku. Takováto událost může afektovat přilehlé plochy a reakcí na tento fakt může být například snížení maximálního rozpětí v daném místě nebo úseku.

Charakteristika (rozměr) plochy, ať už pojezděcí, nebo stání, může být definován mnoha hodnotami. Těmi běžně publikovanými a dobře dostupnými jsou údaje o únosnosti a maximálním povoleném rozpětí. Pokud se jedná o stání, jsou obvykle dostupné i údaje o zeměpisné poloze.

Stání letadel pro naše potřeby rozdělíme na dvě kategorie podle toho, zda (letadla s pouze dopředným tahem) jsou schopna zajet/vyjet z konkrétního stání, anebo pro vyjetí potřebují asistenci pozemní mechanizace – tahače. Mezi typické stání Taxi-in/Taxi-out se například řadí angled nose-in, kdy přídě letadla směřuje k budově terminálu jako tomu je na obrázku níže a v opačném smyslu je angled nose-out. Dále mezi Taxi-in/Taxi-out se řadí průjezdná stání, která se typicky nacházejí mezi dvěma pojezděcími drahami a ve větší vzdálenosti od budovy terminálu. Stání vyžadující tahače Taxi-in/Push-out bývá běžně situováno kolmo k budově terminálu. [9]



Obrázek 1-2: Příklady stání letadel, vlevo angled nose-in a taxi-in/push-out [9],  
vpravo příklad průjezdných stání na LKPR [15]



### 1.3 Finanční aspekt

Odklonění letu na záložní letiště generuje pro dopravce finanční ztrátu. Často samotnému zahájení manévru odklonu může předcházet fáze vyčkávání na trati (anglicky  *Holding*, pozn. autora) za různým účelem například zlepšení situace v destinaci (meteorologické, provozní), nebo k řešení vlastní situace. [10] Na náhradním letišti musí přepravce uhradit přistávací a parkovací poplatky, služby společnosti pozemního odbavení a jejího vybavení a samozřejmě plnění palivem. Eurocontrol ve své výroční zprávě zveřejnil orientační finanční náročnosti divertu rozdělené dle původně plánované vzdálenosti letu. [3] Hodnoty finanční náročnosti jsou zaneseny v tabulce níže.

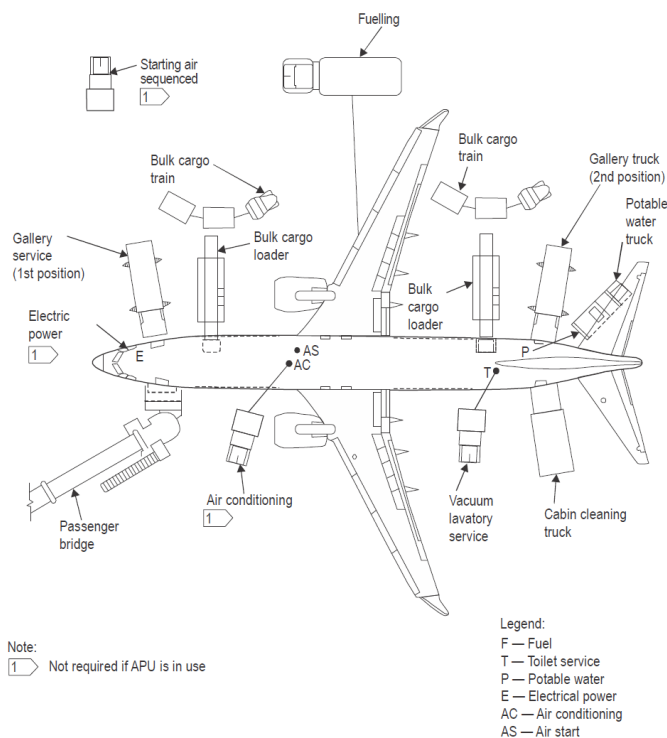
Druh letu	Cena [€]
Regionální let	900–6200
Kontinentální let	1200–9300
Mezikontinentální let	6200–9300
Soukromý let (Business aviation)	7800

Tabulka 1-1: Finanční náklady na odklonění letu, [vlastní dle [3]]



## 2 Pozemní odbavení letadel

Pozemní odbavení letadel chápeme jako množinu operací, které jsou vykonávány v jistém pořadí, anebo zcela nezávisle na sobě. Obecným cílem tohoto procesu je jak připravit letadlo k letu po technické stránce (např. dotankováním, nakládkou zavazadel, cateringu atd.), tak zajistit koordinovaný nástup cestujících (uvažujeme normální situaci). V běžné letecké obchodní dopravě si přepravní společnosti zprostředkovávají pozemní odbavení svých letadel skrze nějakého kontraktora, kterého označujeme jako handlingovou společnost. Standardy služeb pozemního odbavení letadel publikuje například Mezinárodní asociace leteckých dopravců (IATA) ve svém dokumentu Airport Handling Manual [11] a Ground Operations Manual [12]. Kromě personálu pozemního odbavení letadel se procesu účastní také pozemní pomocné vybavení Ground Support Equipment (GSE), které je znázorněno na obrázku níže.



Obrázek 2-1: Typické rozložení GSE pro Boeing 737 MAX, [9]



## 2.1 Personál

Pozemní odbavení letadel v dnešní době není plně automatizovaný proces, a proto je nezbytná účast člověka. Po zjetí letadla na stojánku pracovníci handlingu zaklínají kola letadla a připojí k pozemním zdrojům. Při běžném procesu pracovníci zajišťují například vykládku a nakládku zavazadel nebo cateringu, úklid letadla, servisování odpadních vod nebo tankování letadla. Pokud je typ stání push-out tak také zajišťují vytlačení letadla ze stání. V dříve zmíněných případech figurují také GSE a s těmi pracovníci handlingu musí manipulovat nebo je řídit (přistavit na pozici k letadlu a naopak odstavit). [11]

## 2.2 Technické vybavení

Pozemní zařízení pro letadla neboli anglicky Ground Support Equipment (GSE) jsou nedílnou součástí procesu odbavení. Tento pojem rozdělíme na dvě kategorie, a to zařízení motorizované (samohybné) a nemotorizované. Do motorizovaných GSE spadají například tahače, cisterny, autobusy anebo nakladače kontejnerů. Do nemotorizovaných GSE nejčastěji spadají nástupní schody, pozemní zdroje, klimatizační jednotky a jakákoliv přívěsná zařízení za tahač.

### Schody

Nástupní schody primárně dělíme podle operačního rozsahu neboli výšky dveří letadla od země, kterou jsou schopny obsloužit. Dalším rozlišovacím kritériem může být řešení pohybu schodů. Nemotorizované schody vyžadují hnací jednotku nebo fyzickou sílu pracovníků, aby byly přistaveny k letadlu. Naopak motorizované nástupní schody mají vlastní pohon, a tedy jedině, co vyžadují, je pozemní pracovník, který by je operoval. Úroveň, ve které budeme rozlišovat a definovat nástupní schody, není příliš detailní. Náš zájem omezíme pouze na dostupnost.

### Pozemní zdroje

V dnešní době i ty nejjednodušší konstrukce letadel s vlastní pohonnou jednotkou mají elektrický systém. Pokud bychom porovnali elektrický systém malého letadla z kategorie všeobecného letectví (GA) a dopravní proudový letoun, tak dojdeme k závěru, že oba systémy jsou odlišné v úrovni komplexnosti, ale i přesto mají základní komponenty stejné. [13] K výrobě elektřiny se v závislosti na letadle používají generátory nebo alternátory. Ty jsou typicky poháněné hlavními pohonnými jednotkami, ale mohou být také poháněné pomocnými zdroji (APU). V rozvodech stejnosměrného proudu (jak u letadel GA a tak i dopravních) bývá napětí převážně 28 V DC, ale existují i konstrukce



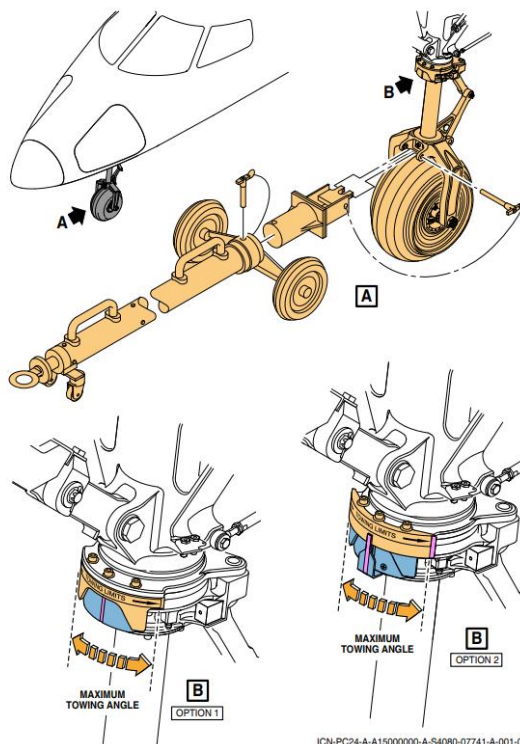
s 14 V DC nebo 12 V DC. U dopravních letadel je výstup z generátoru typicky 115 V AC a 400 Hz. [14]

Po vypnutí hlavních pohonných jednotek se tedy nabízí využít buď baterie, nebo pomocný zdroj elektrické energie. Jelikož baterie nejsou určeny pro primární dodávku elektrického proudu, ale pouze pro start systémů a jejich nouzový chod (který je k tomu časově omezen na kapacitu baterie) nebo pohonných jednotek. Spuštěním APU sice bude zajištěna dodávka elektrické energie, ale bude podmíněna odběrem paliva z nádrží letadla. Místní postupy některých letišť sice dovolují chod APU, ten ovšem podmiňují časovým omezením. Konkrétním příkladem je Letiště Praha, které požaduje připojení vnějšího pozemního zdroje GPU (Ground Power Unit) do 5 minut po zastavení. [15] Typ přistaveného pozemního zdroje respektive jeho výstupní napětí se musí shodovat s palubní sítí letadla.

Dalším technickým vybavením jsou klimatizační jednotky, které zajišťují (klimatizování) dodávku vzduchu o požadovaném množství a teplotě na palubu letadla. Existují také kombinace pozemního elektrického zdroje a klimatizační jednotky v jednom zařízení Ground Power and Cooling Unit (GPCU). Pohonné jednotky dopravních letadel se startují pomocí stlačeného vzduchu odebíraného z APU nebo jiné pohonné jednotky (pokud letadlo není vybaveno startér-generátorem). V případě nefunkční jednotky APU je start realizován pomocí pozemního zařízení Air Start Unit (ASU). [14]

### **Pushback**

Jak bylo popsáno v první kapitole, stání typu Nose-in neumožňují (letadlům s výhradně dopředným tahem) vyjetí, a proto musí být použita pozemní technika pro vytlačení letadla ze stání. Tahače určené k tomuto účelu se nazývají anglicky Pushback. Jejich konstrukce se liší dle požadovaného rozsahu váhy letadel, se kterou musí manipulovat. Mezi základní rozlišovací prvky u tahačů patří způsob vlečení/tlačení, který tažné zařízení (tyč) buď obsahuje, nebo neobsahuje. Tažné zařízení se u dopravních letadel běžně připojuje k předovému podvozku skrze speciální čelistový mechanismus (nebo spojovací kolík). Nicméně i onen speciální mechanismus je připevněn k přírubě tažného zařízení pomocí střížných šroubů, které se v případě větší síly poškodí, a tím zabrání poničení předového podvozku. Pokud způsob vlečení/tažení neobsahuje tažné zařízení, jedná se o tzv. „towbarless“ tahač. Opět se pohyb realizuje skrze předový podvozek, ale tentokrát je uchycen skrze speciální rampu a zvednut od země.



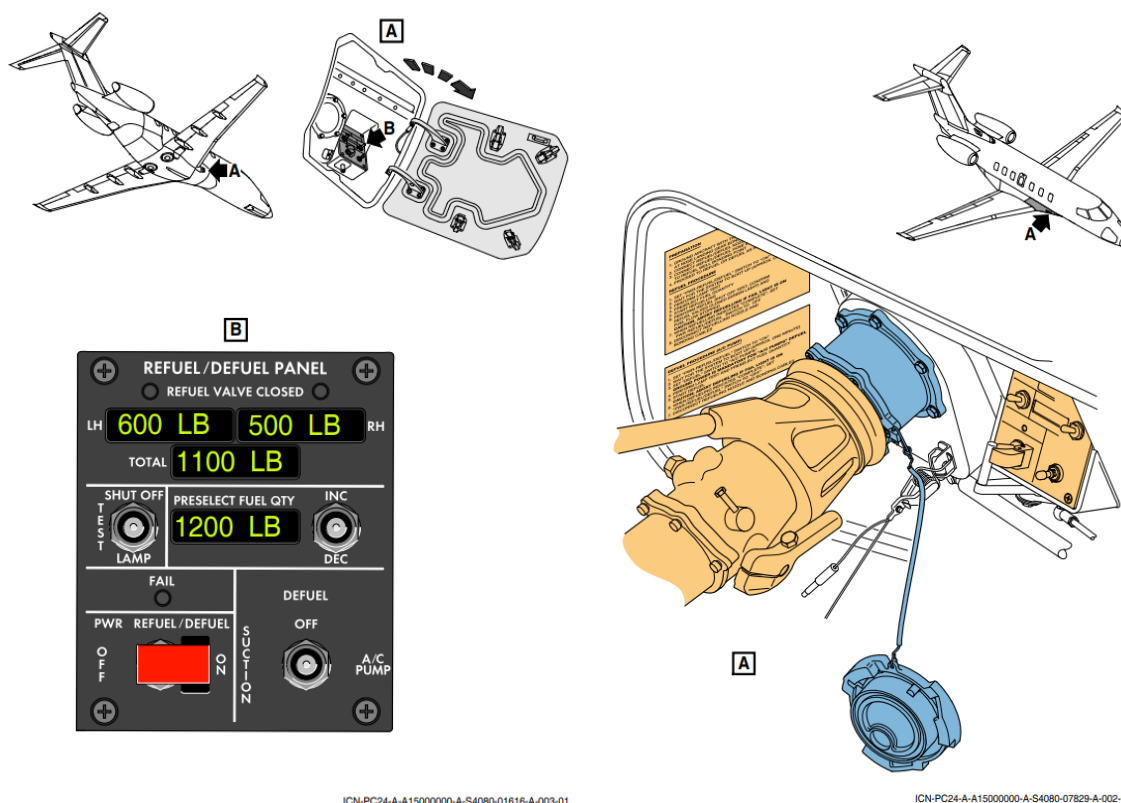
Obrázek 2-2: Vlečení Pilatus PC-24, [56]

### 2.2.1 Plnění

Výsledné množství paliva pro let v obchodní letecké dopravě se skládá z několika dílčích částí, které reprezentují fáze přepravy. Zpravidla to bývá fáze pojiždění, letu po trati a nepředvídatelné události (rezerva). V konečném důsledku provozovatel odpovídá za dostatečné množství paliva dle nařízení Evropské komise (EU) 965/2012: „*Provozovatel stanoví zásady určování množství paliva pro účely plánování letů a přeplánování za letu, aby při každém letu zabezpečil na palubě dostatek paliva pro plánovaný let a zálohu k pokrytí odchylek od plánovaného letu. Zásady určování množství paliva a veškeré jejich změny vyžadují předchozí schválení příslušným úřadem.*“ [16]

Plnění letadel pohonnými hmotami je realizováno dvěma způsoby, a to spádovým plněním, nebo tlakovým plněním. Spádové plnění je svým způsobem podobné plnění nádrže osobního vozu, a to skrze výdejní pistolí umístěnou do hrdla nádrže. Druhý způsob je oním běžnějším způsobem plnění dopravních letadel a jako častý název se objevuje plnění „zespodu“, protože přípojný bod nemusí být (není) nad hladinou kapaliny v nádrži. Letadla uzpůsobená pro tento typ plnění mají vlastní řídicí jednotku, do které

palivář přednastaví požadované množství plnění a řídicí jednotka zajistí dodržení požadované hodnoty, ale i distribuci paliva v soustavě nádrží.



ICN-PC24-A-A15000000-A-S4080-01616-A-003-01

ICN-PC24-A-A15000000-A-S4080-07829-A-002-01

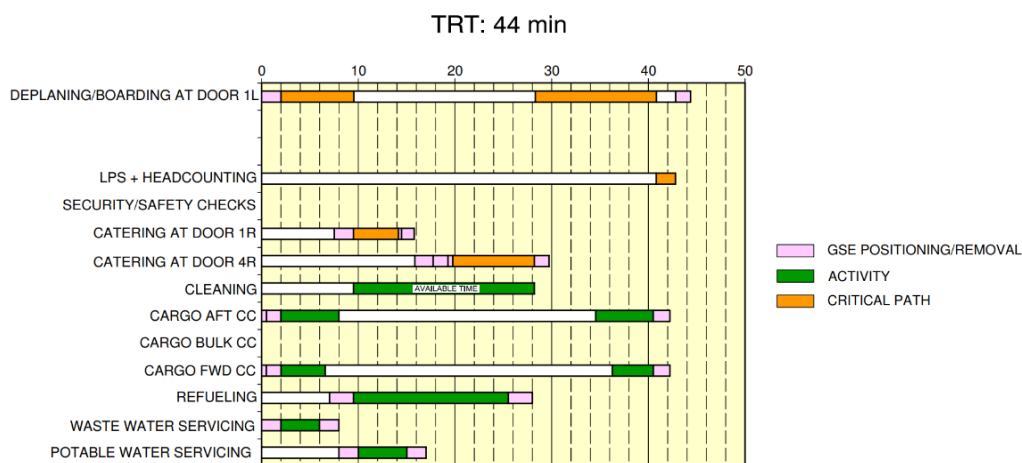
Obrázek 2-3: Plnění Pilatus PC-24, [56]

Palivové cisterny můžeme rozlišovat dle druhu přepravované pohonné hmoty a kapacity nádrže. Na větších mezinárodních letištích, kde by velký výdej paliva cisternovým rozvozem byl velmi frekventovaný, se používá hydrantový systém. Podzemní přípojka systému se nachází přímo na daném stání letadla a k plnění se využívají speciální vozy bez nádrže.

Druhy paliv v letectví se liší v závislosti na pohonné jednotce. Pístová letadla využívají nejčastěji stooktanový nízkoolovnatý benzín (AVGAS 100LL). Dieselové pohonné jednotky však používají paliva z řady JET. V obchodní letecké dopravě kde jsou majoritně používané proudové pohonné jednotky je to nejběžněji používané palivo, které se dělí na dva druhy: JET A a JET A-1. Jejich primárními rozdíly jsou teplotní body tuhnutí (vytváření zmrázků v palivovém systému).

## 2.3 Proces

Poté, co letadlo zajede na stání a je zaklínováno, může začít proces pozemního odbavení (anglicky také nazýván jako „*Turnaround*“; pozn. autora). Na opačné straně proces končí zahájením vytlačení ze stání nebo začátkem poježdění. Výpočet délky procesu se zjistí z rozdílu časů, kdy je letadlo zaklínováno („*On-Block Time*“) a odklínováno („*Off-Block Time*“). Průběh odbavení se skládá z mnoha operací, které lze provádět simultánně, anebo subsekventně. Operací, která je prováděna hned zkraje, je přistavení pozemního vybavení k letadlu; pozemní zdroje elektrické energie a klimatizační jednotky nevyjímaje. [17] Mezi simultánní operace patří kontrola technického stavu, plnění palivem [18], vykládka/nakládka zavazadel a obsluha systému odpadních vod. Jasně je, že vykládka předchází nakládce. Z operací vyžadujících souslednost dominuje pohyb cestujících. Poté, co cestující opustí letadlo, lze započít s úklidem a kontrolou kabiny. Spolu s výše uvedenými činnostmi probíhá zároveň doplnění cateringu. V pomyslné druhé polovině procesu probíhá nástup cestujících a následuje kontrola kabiny dle kontrolního seznamu („*Checklist Procedure*“). [19]



Obrázek 2-4: Ganttův diagram procesu pozemního odbavení Airbus A320, [59]



### 3 Informační zdroje

V této kapitole se budeme zabývat zdroji informací, které mají vypovídající charakter o technickém stavu, rozměrech anebo provozní situaci. V dnešní době jsou informace primárně distribuovány v elektronické podobě. Příkladem může být Letecká informační služba při ŘLP ČR, s.p., která je zodpovědná za shromažďování a distribuci informací z území České republiky a vzdušného prostoru nad ním. Výstupní informace jsou obsaženy v leteckých příručkách (AIP) a jejich suplementech, leteckých mapách, NOTAM a leteckých oběžnících (AIC). [20] Mezi další zdroje informací mohou být zařazeny portály mezinárodních organizací, jako je ICAO nebo Eurocontrol.

#### 3.1 NOTAM

NOTAM (*Notice To Air Mission nebo Notice To Airman*; pozn. autora) obsahuje esenciální informace týkající se provozu, které jsou nezbytné pro situační povědomí. Charakter informací je buď dočasný, nebo není znám natolik dopředu, aby informace byla publikována jinými kanály. Svojí povahou zasahují do plánování letu, neboť mohou obsahovat například výstrahy před nebezpečím kdekoliv na trati včetně místa odletu a příletu. [21] Národní NOTAMy pro území ČR jsou vydávány pod pěti různými písmeny. Páry A, B a X, Y jsou vydávány se stejnou informací, ale různým zněním (A, B) v anglickém jazyce a (X, Y) v českém jazyce. Písmeno A, respektive X se používají pro oblasti mezinárodních a regionálních letišť. Druhá dvojice B a Y obsahují provozní informace ostatních letišť nebo informace nezařazené do první dvojice. Posledním písmenem je S pro SNOWTAM a slouží pro přenos informací o nebezpečných jevech na provozní ploše způsobených sněhem. [20]

##### A1345/22

A) LKPR B) 2211171440 C) 2211181000  
E) FLASHING LIGHT SYSTEM RWY 24 U/S.

##### X1345/22

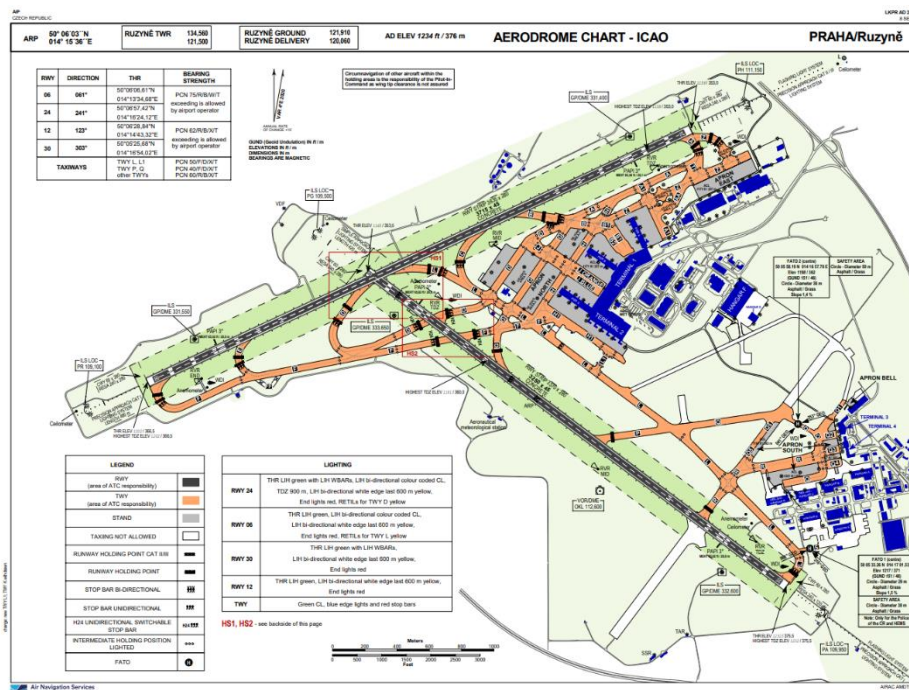
A) LKPR B) 2211171440 C) 2211181000  
E) SVETELNA ZABLESKOVA SOUSTAVA PRO RWY 24 U/S

Obrázek 3-1: Ukázka NOTAM Praha/Ruzyně, [22]



### 3.2 AIP

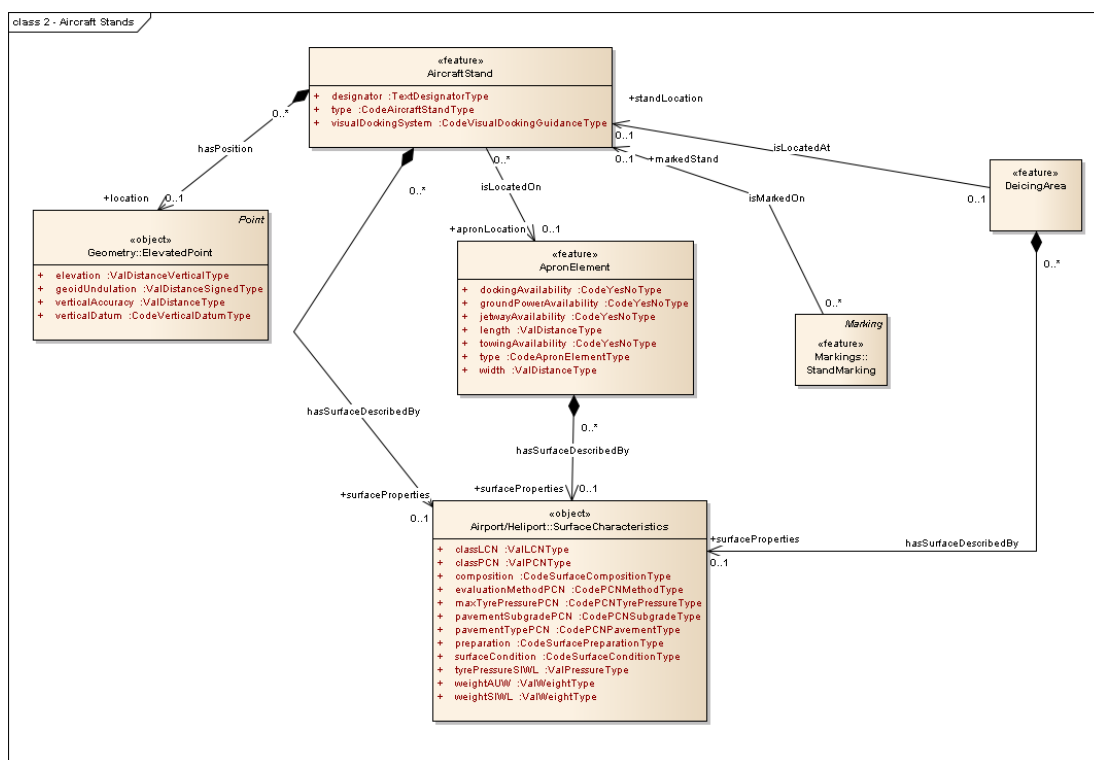
Publikace obsahující letecké informace statického charakteru, které jsou nezbytné pro leteckou navigaci, je známá jako Aeronautical Information Publication (AIP); Letecké informační služby, Předpis L15. [23] AIP obsahuje informace o pravidlech, postupech a dalších faktorech důležitých pro provoz letadel v konkrétní zemi na kterou se vztahuje (ve které je vydán). Často jsou vydávány příslušným úřadem pro civilní letectví a slouží jako primární informační zdroj. Annex 15 ICAO uvádí postupy, které musí letecká informační služba dodržovat při shromažďování, organizaci, úpravě, publikování, ukládání a distribuci konkrétních leteckých informací/dat. Cílem je splnit požadavek na konzistenci a jednotnost při poskytování leteckých dat/informací potřebných pro provozní využití mezinárodním civilním letectvím. [24] AIP je rozdělen do celkem tří částí a to GEN (všeobecný), ENR (traťový) a AD (letiště). Většinu mapových v dokumentů nalezneme v sekci AD, která obsahuje také informace a mapy všech veřejných letišť. [24] Aktuálnost informací je dosažena prostřednictvím rutinních revizí v předem definovaném cyklu. Cyklus AIRAC (Aeronautical Information And Control) se používá pro provozně významné změny informací; revize (obvykle jedna za 28 dní) se vytvářejí každých 56 dní (dvojitý cyklus AIRAC) nebo každých 28 dní (jeden cyklus AIRAC). [23]



Obrázek 3-2: AIP – ADC mapa pro LKPR, [15]

### 3.3 AIXM

Jedná se o společný projekt FAA a Eurocontrol výměny leteckých informací (AIXM – Aeronautical Information Exchange Model) a má za cíl umožnit poskytování leteckých informací, které spadají do působnosti leteckých informačních služeb v digitálním formátu (AIS). Vysoká kvalita dat a efektivita nákladů jsou další požadavky v globálním systému řízení letového provozu (ATM). V současné době AIS (obecně myšleno) přechází od tištěných publikací k digitálním datům, aby tím uspokojil požadavky tohoto stále více automatizovaného prostředí. [25] Jádrem modelu AIXM jsou právě letiště/heliporty a jejich přilehlé plochy, struktura vzdušného prostoru atd. Model AIXM je na konceptuální úrovni znázorněn pomocí diagramů UML a model pro výměnu dat mezi aplikacemi je znázorněn ve schématu XML. [26] Existují prohlížeče, které převádějí data AIXM do grafické podoby, jako je například FAA AIXM Viewer. [27] Níže na obrázku je schéma struktury UML pro stání letadel. Je patrné rozdělení informací do objektů dle jejich charakteru, jako tomu je například u polohových údajů stání. Tato dokumentace obsahuje kromě údajů o uchovávaných skutečnostech také definice jejich datových typů (text, číslo apod.).



Obrázek 3-3: AIXM, Aircraft Stands, [57]



### 3.4 Airport corner

Eurocontrol jako správce sítě (Network Manager – NM) spravuje mnoho aplikací pro sdílení informací souvisejících s letovým provozem. Jednou z nich je aplikace Airport corner, která slouží k snazšímu sdílení informací mezi letišti, řízením letového provozu a přepravci. Tato aplikace spolu s 130 partnerskými letišti pokrývá tři fáze letového provozu, a to strategické fáze, předtaktické fáze a divertní kapacity oněch letišť. Strategická fáze je určena pro dlouhodobější plánování a obsahuje informace o předpovědích počasí, provozu, ale i místních událostech, které by mohly ovlivnit provoz. Jeden den před dnem provozu se nazývá předtaktická fáze a obsahuje informace o nepříznivých povětrnostních podmínkách, stávkách zaměstnanců a dalších subjektů zapojených do letového provozu či neplánovaných odstávkách systému. Informace z této fáze jsou použity NM k přípravě předtaktického plánu. [28]

Na webovém portálu Airport Corner v záložce Strategic nalezeneme logicky rozdělené informace do několika okruhů jako je: letištní kapacita, stav A-CDM, meteorologické údaje a další. Pro nás je důležitá záložka Diversion Capabilities, která ve veřejné sekci obsahuje informace volných neobsazených stání letadel na letišti. Stání jsou rozdělena dle Aeroplane Design Code, který koresponduje s Aerodrome Reference Code. [29]

**EDDF / FRA - Frankfurt**

Type	From		To		Days Of Week						
	Date	Time (UTC)	Date	Time (UTC)	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
Tactical	27/07/2022	13:50	TBD	TBD	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Aeroplane Design Code	Number Of Parkings Positions	Aeroplane Constraints	Flexible Parking Position among them
F	1	No	No
E	2	No	No
D	0	No	No
C	4	No	No
B	0	No	No
A	0	No	No

Additional Information:  
In case of a diversion please contact Airside Duty Management +49 690 77777 or ADM@fraport.de

Obrázek 3-4: Diversion Capabilities, [29]



### 3.5 ICAO

Mezinárodní organizace pro civilní letectví byla založena Chicagskou úmluvou v roce 1944 a mezi jejími signatáři bylo i tehdejší Československo. Tato organizace publikuje mezinárodní standardy v letectví, a tím v konečném důsledku přispívá k bezpečnosti v dopravě. [30] Naše Letecké předpisy řady L vydávané Ministerstvem dopravy jsou založeny na oněch Annexech ICAO. Mimoto shromažďuje informace týkající se letectví a distribuuje je prostřednictvím Application Programming Interface (API). [31] Pomocí speciálního jednotného identifikátoru zdroje (URI) je odeslán dotaz na server poskytovatele a jako odpověď se typicky zobrazí ve struktuře JavaScript Object Notation (JSON). Platforma ICAO API nabízí 56 okruhů informací, ze kterých jsou některé ideální pro diverzní lety. Na začátku této kapitoly byla znázorněna potřeba znát provozní omezení v daném místě v podobě NOTAMu. Tato platforma obsahuje celkem šest okruhů týkajících se NOTAM. Dalším důležitým aspektem při rozhodování je znalost lokálního počasí a k tomu se využívají letištní meteorologické informace METARy. Zprávy METAR jsou vydávány každou půlhodinu (na frekventovaném letišti) nebo hodinu.

Příklad: Dotaz na server ICAO API pro zjištění povětrnostních podmínek:

[https://applications.icao.int/dataservices/api/current-conditions-list?api\\_key=&airports=LKTB&states=&format=json](https://applications.icao.int/dataservices/api/current-conditions-list?api_key=&airports=LKTB&states=&format=json)

A následná odpověď ve formátu JSON:

```
[{
  "airport": "LKTB",
  "visibility": 0,
  "wind": 0,
  "precipitation": 0,
  "freezing": 0,
  "dangerous": 0,
  "VMC_IMC": 0,
  "date": "22-11-06",
  "airport_name": "BRNO/TURANY",
  "latitude": 49.15138888888889,
  "longitude": 16.69388888888889,
  "countryCode": "CZE",
  "raw_metar": "LKTB 061830Z 07006KT 9999 FEW030 06/04 Q1017 NOSIG 22-11-06",
  "datetime": "2022-11-06T18:30:00.000Z"
}]
```



### 3.6 Pozemní odbavení

Žádný ze všech dohledaných informačních zdrojů neobsahoval informace o stavu služeb pozemního odbavení na letišti nebo se nejednalo o koncept podobný této práci. Vybraný scénář divertního letu je „Fuel and Go“ a obecný proces odbavení „Turnaround“ byl také popsán v dřívější kapitole. Z pohledu handlingové společnosti je pro co nejrychlejší odbavení divertního letu důležité mít všechnu potřebnou techniku a mechanizaci připravenou k dispozici, lidské pracovní síly nevyjímaje. Aby bylo zajištěno co nejrychlejší plnění letadla pohonnými hmotami, je zapotřebí podobně jako u handlingové společnosti mít dostupnou techniku určenou pro konkrétní druh paliva. Z článků „*Enhancement of the diversion airport selection methodology*“ [8] a „*Static Validation of the Enhanced Diversion Airport Selection Methodology*“ [32], které se zabývají problematikou výběru náhradního letiště, vyplynula ještě jedna potřeba, a to mít informační vstup od samotného provozovatele letiště. Informační okruhy se týkají složek zdravotních a složek požárních a policejních.

Požární složky a jejich asistence bývá mandatorní například při plnění letadla s cestujícími na palubě, jako tomu je v Brně Tuřany, viz AIP AD 2-LKTB: „*Plnění paliva do letadel s cestujícími na palubě letadla (sedící, vystupující nebo nastupující) musí probíhat s požární asistencí. Velitel letadla je povinen informaci o přítomnosti cestujících na palubě letadla, v souvislosti s požární asistencí, sdělit svému handlingovému agentovi. Plnění paliva do letadla s cestujícími na palubě se dále řídí vnitřními předpisy poskytovatelů služeb.*“ [33] Policejní složky se skládají kromě pořádkové policie také například z cizinecké policie, jejíž služba je úzce spjata s leteckou dopravou, a tedy její stav dostupnosti je pro nás nezbytný.

### 3.7 Sběr dat

Ještě před analýzou způsobů sběru dat je dobré provést rozbor původců dat, a tedy určit možné zdroje. Obecně jsou definovány tři strany, které se liší dle toho, odkud získaly potřebná data. První jsou data první strany (First-party data), která získala tyto informace přímo od svých zákazníků nebo partnerů. Jedná se o data, která bývají nejméně nepřesná, a tedy nejvíce spolehlivá. Další jsou data druhých stran, a jak název napovídá, konečná organizace je získala zprostředkovaně skrze první stranu. Často je tento stav označován jako data z druhé ruky a je využíván například při prodeji produktů, kdy z toho obě strany mají vzájemný benefit.

Poslední jsou data třetích stran, což jsou data, která byla shromážděna, prodána nebo pronajata společnostmi, které nemají vazby na kupující/najímající společnost. [34]

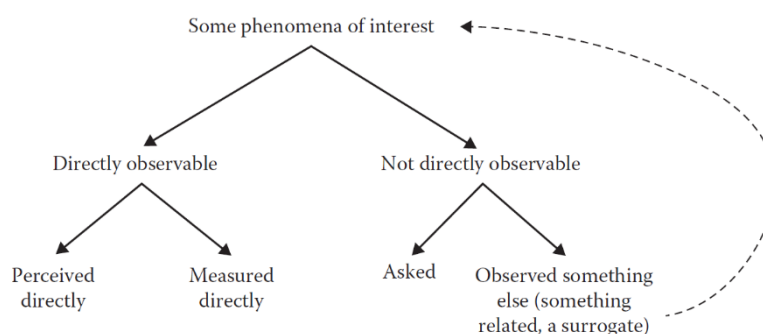
### 3.7.1 Způsoby sběru dat

V této kapitole budou popsány čtyři způsoby sběru dat, a to následujícími metodami: průzkumem, rozhovorem, pozorováním a dotazníkem. Různých způsobů sběru dat však existuje mnohem více (jako další příklad můžeme uvést třeba online sledování za pomoci cookies nebo sociálních platforem), ale výše uvedené čtyři způsoby jsou vhodné pro analýzu naší problematiky.

#### Survey

Sběr dat za použití průzkumu je vhodné provést například po nějaké události, kde je žádoucí získat zpětnou vazbu přímo od účastníků akce. To může poskytnout představu o tom, co se účastníkům líbilo (nelíbilo) a kde jsou možnosti pro zlepšení. Nasbíraná data mohou být jak kvalitativního, tak kvantitativního charakteru a v obou případech mohou být dále podrobena statistické analýze.

Možným úskalím průzkumu je zkreslení dat, ke kterému může dojít ze dvou důvodů. Prvním z nich je správná formulace otázek se správně zvolenými slovy. To zajistí, že dotazovaný subjekt bude odpovídat přesně dle položené otázky. Druhým úskalím je možná předpojatost dotazovaného, kterému je znám záměr průzkumu i to, kdo bude jeho odpovědi vyhodnocovat. To může způsobit, že odpovědi budou zkreslené ve prospěch některé ze stran. [34]



Obrázek 3-5: Pozorování jevu, [34]



### **Interview**

Rozhovor, kdy se jeden tazající ptá jednoho tázaného, je jedním ze způsobů provádění průzkumu. Vedení rozhovoru je v režii tazajícího a nabízí flexibilitu ve skladbě otázek a jejich případné ad-hoc úpravě tak, aby rozhovor byl veden přímo k jádru věci. Další výhodou je, že lze získávat vedle dat z odpovědí také jejich sociální rozměr ve formě emocí, které tázaný emituje. Nevýhodou vedení rozhovorů je jejich časová náročnost. Aby byl zkrácen čas, který uplyne mezi zahájením rozhovorů a vyhodnocením dat, je nutné optimalizovat (navýšit) personální sílu do procesu zapojenou. [34]

### **Observation**

Sběr dat pozorováním je možný tehdy, pokud to zkoumaný jev nebo infrastruktura nějakého systému umožňuje. Takovým příkladem může být dopravní průzkum nebo v e-komerci například pohyb uživatelů v elektronickém obchodě. Výhodou jsou data dostupná v reálném čase, ať už je to průjezd vozidel, nebo interakce uživatelů s platformou elektronického obchodu. Pozorování může být provedeno fyzickými osobami přihlížející nějakému jevu, anebo prostřednictvím systému k tomu určeného. [34]

### **Forms**

Formuláře a dotazníky jsou velmi častým prostředkem sběru dat. Jejich největším benefitem je relativní časová nenáročnost na tvorbu a hlavně nízká pořizovací cena. Skládají se z polí, kde jsou odpovědi na otázky otevřené (nezodpovězené), nebo předem definované. Tam, kde by mohla být otázka zavádějící, se používají poznámky pod čarou. [34] Pokud se jedná o nějaký dotazník/formulář, který bude použit v rámci jedné společnosti, je možné využít vnitřní zdroje k proškolení zaměstnanců ohledně správného vyplňování dotazníku/formuláře. [35]





### **Zvolený způsob**

Sběr letištních dat za účelem ohodnocení vhodnosti letiště pro divertní přistání má rysy průzkumu. Získávání informací prostřednictvím rozhovorů by sice bylo možné, ale negativní atributy (časová a pracovní náročnost) převažují nad výhodami. Zjišťování fáze průběhu pozemního odbavení skrze pozorování byla v závěrečných pracích při ÚLD, FD ČVUT v Praze několikrát zmiňována, ale vždy pouze v teoretické rovině bez konkrétního fyzického řešení. Jako zvolený způsob sběru dat tedy využijeme způsob prostřednictvím **formuláře**, protože budou zúročeny jeho benefity, jako jsou nízké pořizovací náklady a replikovatelnost.



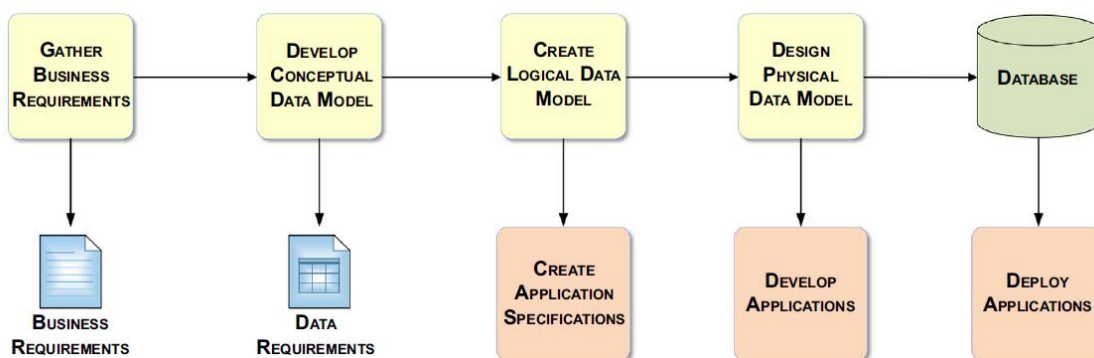


## 4 Datový model

V této kapitole je popsán datový model na základě poznatků z předchozí teoretické části. Tento výsledný model reprezentuje základ, nebo lépe řečeno podklad pro vývoj samotného prototypu. Možných přístupů, jak lze modelovat data, existuje několik. Softwarové inženýrství (konkrétně nějaký(á) inženýr(ka)), do něhož spadá datové modelování, tak běžně úzce spolupracuje se zadavatelem, který má typicky svůj obchodní záměr. Naprosto dokonalým příkladem je internetový obchod, kdy zadavatel (majitel obchodu / prodejce) definuje rozsah zamýšlených funkcí, jako je sběr dat o kupujícím, fakturaci, platbách nebo odesílání zásilek. Softwarový inženýr poté zformuje model, kde jsou obsaženy právě ony entity (definované zadavatelem). [36]

Datové modelování je tedy proces, při kterém se formuje vizuální reprezentace buď celého informačního systému, nebo jeho části. Cílem je ilustrovat typy dat používaných a ukládaných v systému, vztahy mezi těmito datovými typy, způsoby seskupování a organizování dat a jejich formáty a atributy. Datové modely jsou postaveny na obchodních potřebách. Pravidla a požadavky jsou definovány předem prostřednictvím zpětné vazby od obchodních partnerů, takže je lze začlenit do návrhu nového systému nebo upravit v iteraci stávajícího systému. [37] Data lze modelovat na různých úrovních abstrakce. Proces začíná shromažďováním informací o obchodních požadavcích od zúčastněných stran a koncových uživatelů. Tato obchodní pravidla jsou poté převedena do datových struktur, aby se mohl vytvořit konkrétní návrh databáze. Datový model lze přirovnat k cestovní mapě, architektonickému plánu nebo jakémukoli formálnímu diagramu, který usnadňuje hlubší pochopení toho, co je navrhováno. [36] Datové modelování využívá standardizovaná schémata a formální techniky. To poskytuje společný, konzistentní a předvídatelný způsob definování a správy datových zdrojů v rámci organizace nebo i mimo ni. V ideálním případě jsou datové modely živými dokumenty, které se vyvíjejí spolu s měnícími se obchodními potřebami. Hrají důležitou roli při podpoře obchodních procesů a plánování IT architektury a strategie. Datové modely lze sdílet s dodavateli, partnery a/nebo kolegy v oboru. [35]

Je zaujat podobný postup, kdy jsou nejdříve definovány jednotlivé entity datového modelu, a tím je vytvořen konceptuální datový model. Ve druhém kroku je pohybem v nižší úrovni abstrakce a definováním konkrétního obsahu jednotlivých entit vytvořen takzvaný logický model. V implementační fázi je fyzický model, kde je definován charakter obsahu jednotlivých entit (tedy v jaké podobě jsou data ukládána).



Obrázek 4-1: Pracovní postup datového modelování, [35]

#### 4.1 Konceptuální datový model

Konceptuální datové modely jsou vytvářeny během procesu shromažďování prvotních požadavků vývoje například nějakého systému. V teoretické části jsme si ukázali, jaké subjekty jsou zapojeny do procesu odbavení letadla. Nyní tyto entity musíme vůči sobě poskládat tak, aby výsledný model tvořil podklad pro logický model (ten však bude zmiňován až v další kapitole). Protože se zde pohybujeme v nejvyšší úrovni abstrakce, budou nás zajímat mimo jiné jejich elementární vazby.

Jako hlavní otázku si položíme – co je naším středobodem zájmu. Záměrem našeho systému je sběr dat o nějakém letišti (anebo letištích), která nás zajímají. Charakter dat musí v konečném důsledku vypovídat o vytíženosti letiště. Díky tomu bude potom možné data dále analyzovat a podrobovat výpočtům. [8] Odpověď na otázku, co je naším středobodem zájmu, tedy zní: letiště.

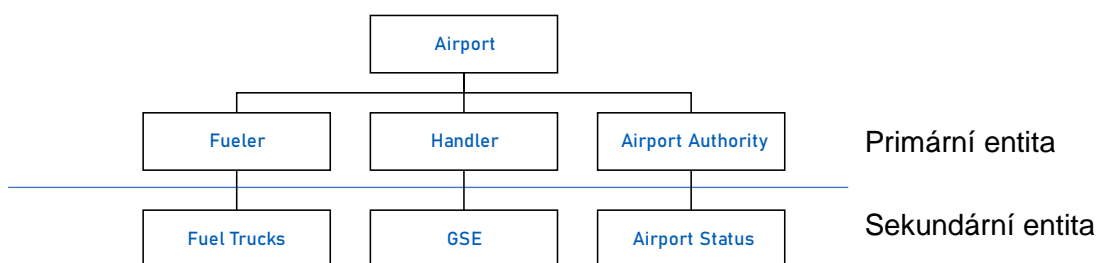


#### 4.1.1 Primární entity

V našem scénáři modelové situace „Fuel and Go“ vystupuje handlingová společnost – **handler**, petrolejářská společnost – **fueler** a provozovatel letiště – **airport authority**. Všechny zmíněné společnosti vnímáme jako dodavatele služeb – **vendor**. Úkolem handlera je letadlo po zajištění na stojánku zaklínovat a přistavit požadovaný pozemní zdroj se schůdky. Palivář zajistí plnění letadla pohonnými hmotami daného typu a množství. Od provozovatele letiště budeme požadovat informace o aktuálním stavu letiště. Plnohodnotná informace o stavu letiště bude obsahovat údaje o dostupnosti záchranných složek a stání pro letadla.

#### 4.1.2 Elementární vazby

Hlavním středobodem našeho zájmu je sice letiště, ale z pohledu shromažďovaných dat a jejich vazeb (vztahů) by bylo nepraktické v tomto duchu dále pokračovat. V prvotním návrhu konceptuálního modelu se ukázalo jako zbytečně složité propojovat jednotlivé entity skrze letiště. Optimální řešení je rozdělit entity na primární a sekundární. Z jejich názvu vyplývá i jejich podstata, a to, že primární entita je nadřazena té sekundární a že sekundární entita spadá pod některou z entit primárních.

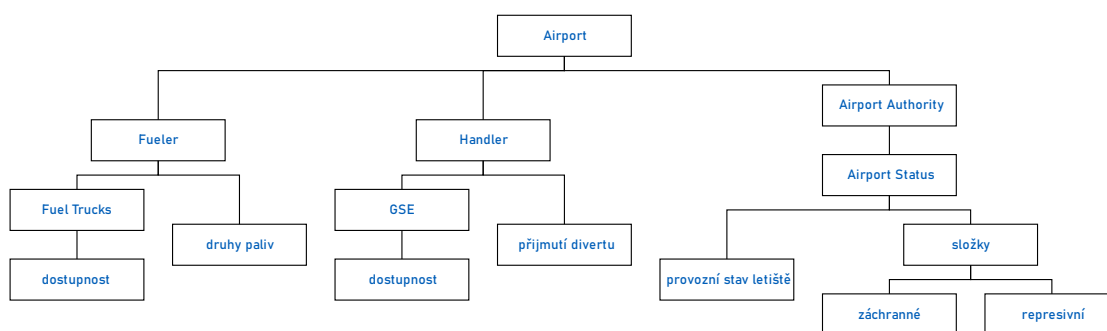


Obrázek 4-2: Elementární vazby, [vlastní]

Ke každému vendorovi patří i tabulka stavů jeho vybavení nebo služeb. U handlera je to technika a mechanizace; podobně je tomu i u fuelera, kde nás zajímá dostupnost palivových cisteren. Speciální tabulku má provozovatel letiště, kde nás zajímá jak stav letiště, tak vybavenost záchranných a represivních složek.

### 4.1.3 Model

Konceptuální model je postavený na základě analýzy reálného prostředí a počítá se třemi dodavateli na každém letišti – **handler, fueler, airport authority**. Handlingová společnost na základě svého aktuálního vytížení vyhodnotí své možnosti přijmout divertní let tak, aby se mu v konečném důsledku věnovala maximálně (podobně jako řádně plánovanému letu). Z aktuální provozní situace handling vyhodnotí dostupnost pozemní techniky a mechanizace pro onen divertní let. Pohonné hmoty poskytované petrolejářskou společností jsou z její strany předem dané, ale dynamické hodnoty jsou v dostupnosti jednotlivých palivových cisteren. Informace o provozním stavu letiště poskytuje jeho provozovatel spolu s informacemi o stavu složek (záchranných, represivních).

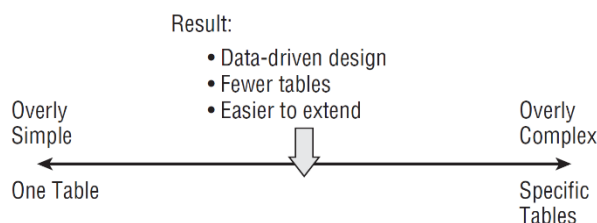


Obrázek 4-3: Konceptuální model, [vlastní]

## 4.2 Logický datový model

Na méně abstraktní úrovni se nachází logický datový model, který ve výsledné podobě řeší finální relaci mezi datovými tabulkami databáze. Na druhou stranu je oproštěn od definování specifik pro nějakou konkrétní databázi. Konceptuální model (jinak také model reality) nám ukázal, jak na sobě závisí primární a sekundární entity. Abychom model reality dokázali přenést do databázového prostředí, musíme provést transformaci

entit tak, abychom na konci měli co nejmenší počet tabulek. Tím předejdeme příliš komplexnímu řešení, které není ideální pro další úpravy a rozšiřování databáze. [38]



Obrázek 4-4: Návrh modelu v závislosti na počtu tabulek [38]

Jak již bylo dříve zmíněno, není nejvhodnější propojovat jednotlivé entity přes letiště. Proto si vytvoříme novou entitu s názvem **vendor** (přeloženo jako dodavatel/poskytovatel služeb a v našem případě poskytovatel informací). Nyní můžeme říci, že handler, fueler a airport authority jsou dodavatelé informací do našeho systému. Tím jsme získali nový mapovací středobod, který je flexibilnější pro kladení vztahů mezi entitami.

#### 4.2.1 Relace

Zbavit se nadbytečných (duplicitních) dat je jedním z cílů vynikající databázové architektury. Chceme-li toho dosáhnout, musíme rozdělit data do více tabulek podle předmětu a zajistit, aby každá skutečnost byla v každé tabulce uvedena pouze jednou. Opětovné propojení uložených dat realizujeme pomocí tzv. relací. Mezi tři základní relace řadíme 1:1, 1:N a M:N.

##### 1:1

Relace 1:1 (jedna ku jedné) udává, že jeden záznam v první tabulce odpovídá maximálně jednomu záznamu v tabulce druhé. Tato relace nebývá tolik častá, protože většinou jsou tyto záznamy uchovávány právě ve společné tabulce. Ovšem existují zde výjimky, kdy například bezpečnostní situace vyžaduje tyto záznamy uchovávat odděleně. [39]

##### 1:N

Relace 1:N (jedna ku mnoha) je zcela běžnou součástí relační databáze. Relace 1:N udává, že jednomu záznamu v tabulce první odpovídá více záznamů v tabulce druhé. Když použijeme algoritmus internetového obchodu (který zde byl dříve naznačen), tak relace 1:N je vhodná pro spojení tabulek „zákazníci“ a „objednávky“. V tabulce



„zákazníci“ máme uchované základní informace o kupujících a v tabulce „objednávky“ jsou uchovávány informace o objednávkách. Nepraktické řešení je mít jednu tabulku, která by obsahovala jak informace o kupujících, tak informace o objednávkách. Tím důvodem je jednak velikost tabulky, ale i její přehlednost. Relace 1:N nám v tomto případě říká, že jeden zákazník může mít více objednávek. [39]

### **M:N**

Relace M:N (mnoho ku mnoho) je tou nejkomplexnější relací, protože v první entitě je více atributů, které odpovídají atributům ve druhé entitě. V případě internetového obchodu by relace M:N byla například mezi tabulkami „produkty“ a „objednávky“. Tedy jedna objednávka může obsahovat více produktů a naopak jeden výrobek se může objevit ve více objednávkách. Komplexita relace narůstá se třetí tabulkou, kterou je nutné vytvořit tak, aby byla správně nastavena ona relace, a tím získáme dvě relace typu 1:N. Její název bývá často v publikacích označován jako mapovací či spojená tabulka. [39]

## **4.2.2 Logický model**

Z nově nabytých poznatků můžeme přistoupit k transformaci navrženého konceptuální modelu do podoby vhodné pro databáze. V konečném důsledku zde budeme popisovat jednotlivé tabulky (dříve jsme si ty základní představili jako entity). Onou velkou změnou bude vytvoření nové mapovací tabulky, protože vázání dodavatelů přímo k letišti bylo odůvodněno jako nepraktické. V kapitole popisující relace je zmíněna relace M:N a její definice odpovídá situaci vztahu dodavatelů a letišť. Jedno letiště může mít více dodavatelů a jeden dodavatel může figurovat na více letištích. Ve finálním výčtu jsou datové tabulky následující.

### **airport**

Tabulka airport má celkem šest sloupců a slouží k ukládání dat o letištích. Informace se ukládají do řádků příslušného sloupce, kterému náleží daná informace. Jako první sloupec je unikátní číselný identifikátor letiště *idairport*, který má podobný smysl jako například číslo zaměstnance. Dále je zde prostor (sloupec) pro název letiště *airport\_name*. V letecké dopravě se letiště označují pomocí kódu. Mezi dva primární se řadí kódy ICAO a IATA – to jsou následující dva sloupce *icao\_code* a *iata\_code*. V posledních dvou sloupcích je uložena přibližná poloha letiště *lat* a *lon*.



### **vendor**

Tabulka *vendor* je dosud nezmíněnou součástí modelu a vznikla pro uchování základních informací o jednotlivých dodavatelích. Skládá se z celkem pěti sloupců, z nichž prvním je *id*, který slouží jako unikátní identifikátor dodavatele. Následuje sloupec s názvem onoho dodavatele *vendor\_name*. Sloupec *note* slouží (jak název napovídá) k uchování poznámek nebo informací potenciálně důležitých pro uživatele databáze. Nechybí zde ani kontakt *contact* na příslušnou osobu nebo středisko na straně dodavatele.

### **handler**

Tabulka *handler* pro nás není nijak nová, ale doposud nebylo definováno, jaká data se do ní budou přesně ukládat. První sloupec je opět unikátní identifikátor *id*, tentokrát nikoliv dodavatele, ale v tomto případě záznamu neboli řádku v tabulce. Následuje *vendor\_id*, který nám označuje dodavatele pomocí jeho identifikátoru, kterému přísluší onen záznam. V dalších třech sloupcích budou uchovávány informace o tom, kolik letadel je daný handling schopen přijmout a odbavit. Jsou rozděleny celkem do tří kategorií: malá *able\_small*, střední *able\_medium* a velká *able\_heavy*. Toto rozdělení má korespondovat s váhovou kategorií v Wake Turbulence Category (WTC) dle dokumentu ICAO Doc 8643/50. [40] Kategorie Light obsahuje letadla jejichž maximální vzletová hmotnost (Maximum Take Off Weight – MTOW) není větší než 7000 kg a našem případě se jedná o pole *able\_small*. Druhá kategorie je Medium v našem případě *able\_medium* a spadají do ní letadla těžší než Light, ale ne více než 136000 kg. Poslední je kategorie Heavy jež obsahuje všechna letadla váhově těžší Medium a v našem případě se jedná o *able\_heavy*. Protože považujeme za důležité dát prostor vyjádřit se k provozní situaci detailněji než jen číslem, je zde sloupec pro poznámky *remark*. Kromě toho, že ukládané záznamy mají svá pořadová čísla, je zde navíc i časový otisk, kdy byla informace uložena do systému *stamp*.

### **gse**

Tabulka *gse*, jak název napovídá Ground Support Equipment (GSE), slouží k ukládání informací o dostupnosti pozemního vybavení. K utřídění uložených záznamů tabulky opět slouží *id*. Abychom dokázali přiřadit konkrétní záznam ke konkrétnímu dodavateli (*handler*), máme zde *vendor\_id*. Následují sloupce s druhy pozemního vybavení, které bylo dříve popsáno *gpu*, *acu*, *gpcu* a *stairs* (schody). Podobně jako tabulky *handler* i zde bude ukládán časový otisk momentu vložení záznamu.



### **fueller**

Tabulka fueller obsahuje pouze tři sloupce *id*, *vendor\_id* a *fuel*. Hodnoty ve sloupci *id* slouží k označení záznamu (řádky) v tabulce a *vendor\_id* k určení společnosti. Sloupec *fuel* je určen pro popis nabízených pohonných hmot.

### **fuel\_trucks**

Tabulka fuel\_trucks má podobné využití jako handler a v zásadě se jedná tabulku s aktuální dostupností palivových cisteren. Ovšem ten první sloupec *id*, stejně jako téměř vždy, slouží k označení záznamu v tabulce a druhý *vendor\_id* k určení paliváře, který tam onen záznam vložil. Mezi tři základní typy paliv využívané v leteckém sektoru patří JET A, JET A1, AVGAS 100LL. Proto následující čtyři sloupce reprezentují ony typy paliv, respektive udávají aktuální počet dostupných cisteren určených pro rozvoz daného paliva. Není vynechán prostor pro poznámku související s provozní situací a jako poslední sloupec opět časový otisk momentu vložení stavu.

### **airport\_authority**

Tabulka airport\_authority je určena pro provozovatele letiště. První sloupec *id* slouží k označení vloženého záznamu pořadovým číslem a druhý *vendor\_id* k identifikaci strany, která vložila záznam do databáze. O stavu dostupnosti záchranných a represivních složek vypovídá celkem sedm sloupců. Dva jsou určeny pro policejní složky *police*, *police\_remark*, dva pro zdravotnické složky *medic*, *medic\_remark* a tři pro požární složky *fire*, *fire\_remark*, *fire\_category*. Tabulka je tvořena tak, že každá složka má jeden sloupec pro numerické vyjádření stavu a k tomu jeden sloupec určený pro poznámku. Nechybí ani prostor pro poznámku provozovatele letiště týkající se provozní situace a časový otisk chvíle vložení záznamu.

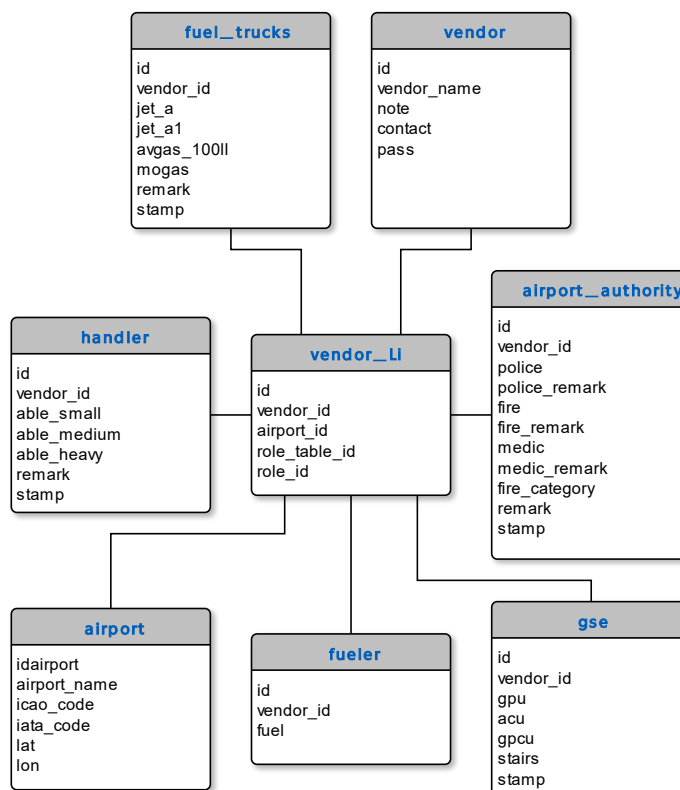
### **vendor\_Li**

Tabulka vendor\_Li je propojovací (asociativní) tabulkou mezi dodavateli, jejich rolími a místem působení. Jako první sloupec *id* slouží k označení vloženého záznamu. Sloupec *vendor\_id* označuje onoho dodavatele v příslušném řádku tabulky. Místo působení *airport\_id* je zaneseno pomocí číselného identifikátoru daného letiště. Abychom rozlišili jednotlivé dodavatele v rovině jejich poskytovaných služeb (pozemní odbavení, palivář, provozovatel letiště), použijeme číselné označení jejich role v našem systému *role\_id*.



### 4.2.3 Model

Výsledný logický model dle popisu z předchozí podkapitoly vypadá následovně. Asociativní tabulka vendor\_Li je společnou mapovací entitou. Na ní navazují zbylé entity jako tabulky handler, fuelera a airport authority.



Obrázek 4-5: Logický datový model, [vlastní]

### 4.3 Fyzický datový model

Proces modelování fyzických dat zahrnuje převod logického modelu z jednoduchého komerčního návrhu na takový, který je optimalizován pro použití v konkrétním prostředí. Při provádění fyzického modelování je třeba vzít v úvahu faktory, jako je konkrétní relační databáze RDBMS, hardwarové prostředí, frekvence přístupu k datům a cesty přístupu k datům. Přidávání atributů, jako je prostor, volné místo a indexy, je součástí modelování fyzických dat. Možná je i změna logických struktur. Logické struktury mohou projít řadou různých fyzických úprav správcem databáze.



Vzhledem k tomu, že tato práce je tvořena až po samotném spuštění prototypu, bude fáze optimalizace momentálně vynechána a bude zahrnuta v závěrečné diskuzi.

### 4.3.1 Atributy

Nashromážděná data v jakékoliv entitě mají vlastnost vypovídat (informovat) o nějakém stavu nebo popisovat onu entitu. Data jsou systematicky zanesena do sloupců, které mimo jiné také nazýváme atributy. Každý atribut má vlastnost popsat pouze jeden fakt. [38] V předchozím modelu jsme si definovali, které informace budou tabulky obsahovat. Nezbyvá než rozhodnout, jakého datového typu budou data ukládána. Model navrhujeme pro databázové prostředí, a proto omezíme výčet datových typů, které lze v našem případě použít. Mezi tři základní datové typy patří: znaky, čísla a datum.

#### Znaky

Znaková data lze uložit jako řetězce pevné nebo proměnné délky, s tím rozdílem, že řetězce s pevnou délkou zabírají vždy stejné množství bajtů a jsou vpravo doplněny mezerami (pokud místo není využito), ale řetězce s proměnnou délkou nikoli. Při vytváření sloupce musíte zadat největší řetězec, který lze uložit do sloupce. Znakový řetězec pevné délky deklaruujeme jako `char` a proměnné délky jako `varchar`. Za deklaraci udáváme do závorky maximální počet znaků, a pokud tedy chceme, aby pevný řetězec měl například deset znaků, zapíšeme jako `char(20)`. Zatímco sloupce `varchar` mají maximální délku 65 535 bajtů, sloupce `char` mají aktuálně maximální délku 255 bajtů. Pokud je zapotřebí ukládat delší řetězce (jako jsou e-maily, dokumenty XML atd.), používá se jeden z typů textu (`mediumtext` nebo `longtext`).

Aby systém rozeznal, jaké znaky se mají ukládat, používají se předem definované znakové sady (`Character Set`). Touto problematikou se nebudeme podrobněji zabývat, a proto si můžeme zjednodušit popis znakových sad do tvaru, že jakákoliv sada byla vytvořena pro nějaký konkrétní jazyk, kterým se lidé dorozumívají. Mezi úsporné jazyky (ve smyslu malých nároků na úložiště) patří například angličtina, která využívá latinskou abecedu. Je to právě díky tomu, že na popsání jednoho znaku stačí jeden bajt. Opačným příkladem jsou jazyky, jako je korejština nebo japonština, kde je velikost znaku několik bajtů, a proto se jim říká *multibyte character sets*.



## Čísla

Formát číselného zápisu do úložiště může být proveden několika způsoby, ale rozhodujícím faktorem je vypovídající hodnota onoho čísla. V zásadě se jedná o to, zda se má ukládat celé číslo, anebo číslo s desetinným místem. Když se nám jedná o stav, který nabývá pouze pravdy, anebo nepravdy (výroková logika), používáme tzv. boolean. V tomto případě číslo může být pouze 1 – pravda, nebo 0 – nepravda. Mezi nejběžněji ukládaná čísla patří celá čísla a jsou ukládána jako *integer*. Dle velikosti (hodnoty) jsou čísla rozdělena do kategorií, z nichž pro nás ty nejdůležitější jsou: Tinyint, Smallint, Int.

Type	Signed range	Unsigned range
Tinyint	-128 to 127	0 to 255
Smallint	-32,768 to 32,767	0 to 65,535
Mediumint	-8,388,608 to 8,388,607	0 to 16,777,215
Int	-2,147,483,648 to 2,147,483,647	0 to 4,294,967,295
Bigint	-9,223,372,036,854,775,808 to 9,223,372,036,854,775,807	0 to 18,446,744,073,709,551,615

Obrázek 4-6: Číselný formát, [60]

Rozsahy intervalů jednotlivých kategorií se rozprostírají na obě strany (kladné a záporné) číselné osy. Pokud víme, že stav v daném sloupci nikdy nenabude záporných hodnot, můžeme jej definovat jako *unsigned*, a tedy rozměr absolutní hodnoty intervalu přenést pouze do kladné části číselné osy s počátkem v nule. Speciálním číselným prvkem je *float*, který vyjadřuje desetinná čísla. Obdobně, jako je tomu u celých čísel, i zde se určuje počet celých čísel a desetinných míst. V literatuře to bývá označováno jako míra přesnosti.

## Datum

Nepostradatelným datovým typem pro návrh systému je datum a čas, jehož unikátní zápis umožňuje ukládat časové údaje do databáze. Je zde možnost vkládání data za pomoci celých čísel například YYYYMMDD (D – den, M – měsíc a Y – rok) 20221010, ale v tomto případě bychom museli vyvinout vlastní kód, který by systém „naučil“, jak zacházet s takovýmto zápisem. Datový typ to udělá za nás. Kromě ukládání dat o čase a datu je tento typ schopen práce s intervalem mezi dvěma časy nebo daty. Časový otisk (také označováno jako časová značka) je funkce systému ukládat aktuální časový údaj k nějaké provedené operaci. Různých zápisů časové značky je celá řada, mezi základní se definuje ISO 8601 (YYYY-MM-DDTHH:MM:SS(čas UTC) 2022-11-19T18:20:00Z).



## Klíč

Klíč je jednou ze základních vlastností entity, přičemž rozlišujeme dva základní typy klíčů – primární a cizí klíče. Primární klíč umožňuje identifikovat řádek a atributy k němu přiřazené; zde se jedná o kořenová data. Příkladem může být osobní číslo studenta, zaměstnance, číslo objednávky nebo číslo vygenerované systémem. Cizí klíče také pomáhají identifikovat přiřazené řádky v entitě, ale nyní jsme v případě, kdy existují entity dvě – primární a sekundární. Cizí klíč vznikne replikací primárního klíče v sekundární entitě. Pokud použijeme započatou analogii výše, tak u osobního čísla studenta to mohou být v sekundární entitě studijní výsledky, u zaměstnance mzdový výměr a u prodávajícího detaily objednávky. [38]

### 4.3.2 Fyzický model

Fyzický model vychází z logického modelu, a proto zde nebudou znovu popsány důvody existencí jednotlivých tabulek, ale budou pouze upřesněny jejich atributy.

#### airport

První sloupec v tabulce *airport* je *idairport*, je mu přiřazen primární klíč, a tedy hodnota identifikátoru nikdy nenabude nuly. Zároveň každá hodnota je celé číslo *tinyint* a je unikátní, toho docílíme funkcí automatického inkrementu. Každý název letiště *airport\_name* má jiný počet znaků, a proto datový typ *varchar(50)*. Považujeme padesát znaků za dostatečné. Kódy letišť mají přesný počet znaků ICAO čtyři a IATA tři. Proto tedy *icao\_code* je *char(4)* a *iata\_code* je *char(3)*. Pozice letišť *lat* a *lon* je ukládána jako *decimal(9,7)*. Typ *decimal(X,Y)* je ve zkratce vysvětleno stejný jako *float()*. Hodnoty *X* a *Y* definují velikost čísla. Hodnota *X* udává celkový počet číslic a hodnota *Y* říká, kolik číslic bude za desetinnou čárkou.

#### vendor

Identifikátorem v tabulce *vendor* je *id*. Podobně jako u tabulky letiště je zde *id* nastaveno jako *tinyint* s primárním klíčem. Název dodavatele (neboli jeho jméno) je kombinace znaků, a tedy *varchar(50)*. Považujeme padesát znaků za dostatečné. Pole poznámek je také uzpůsobeno pro ukládání slov a vět, ovšem nikdy nevíme velikost poznámky a přisuzujeme větší počet znaků *varchar(255)*. Sloupec *contact* je nastaven podobně (*varchar(255)*).



### **handler**

Sloupec *vendor\_id*, který nám označuje dodavatele pomocí jeho identifikátoru, musí být stejný jako u tabulky *vendor id*. V dalších třech sloupcích *able\_small*, *able\_medium* a *able\_heavy* se jedná o numerická pole, kde nepředpokládáme, že se bude číslo pohybovat výše jak 255, tedy *tinyint*. Poznámky *remark* jsou textová pole s *varchar(500)*. Časový otisk je *stamp*.

### **gse**

K utřídění uložených záznamů tabulky slouží *id* s nejasným počtem záznamů, při budoucím testování je nastaveno *int*. *Vendor\_id* je stejné jako ve všech předchozích případech. Následují sloupce s druhy pozemního vybavení, které bylo dříve popsáno *gpu*, *acu*, *gpcu*, *stairs* a podobně jako u případu *able\_xxx* je zde určeno *tinyint*. Časový otisk je *stamp*.

### **fueller**

První sloupec *id* v tabulce *fueller* obsahuje pouze označení záznamu, a jelikož záznamů nebude více, než je počet záznamů ve *vendor\_id*, bude nastaveno stejně jako *vendor\_id*. Sloupec *fuel* je určený pro textový zápis poskytovaných pohonných hmot. Zároveň neslouží jako pole pro poznámky, a tak je počet znaků omezen *varchar(45)*.

### **fuel\_truck**

První sloupec *id*, stejně jako téměř vždy, slouží k označení záznamu v tabulce s nejasným maximálním počtem záznamů a je přidělen *int*. Druhý *vendor\_id* k určení paliváře má stejný typ jako všechny případy výše. Počet dostupných cisteren dle přepravovaného paliva *jet\_a*, *jet\_a1* a *avgasl\_100ll* je vyjádřen číslem *tinyint*. Místo pro poznámky *remark* má maximální rozsah *varchar(255)*.

### **airport\_authority**

První sloupec *id* pořadové číslo záznamu je *int* a druhý *vendor\_id* k identifikaci strany, která vložila záznam do databáze. Stav dostupnosti záchranných a represivních složek je popsán vždy stejně, a to nejprve *boolean* pro *police*, *medic*, *fire*. Pro slovní doplnění *remark\_* je vyčleněn *varchar(255)*. *Fire\_category* je nastaveno jako *tinyint*. Všeobecné poznámky *remark* jsou nastaveny pro celkovou kapacitu *varchar(1000)* vzhledem k rozsahu dotazovaného okruhu. Časový otisk *stamp* je *timestamp*.

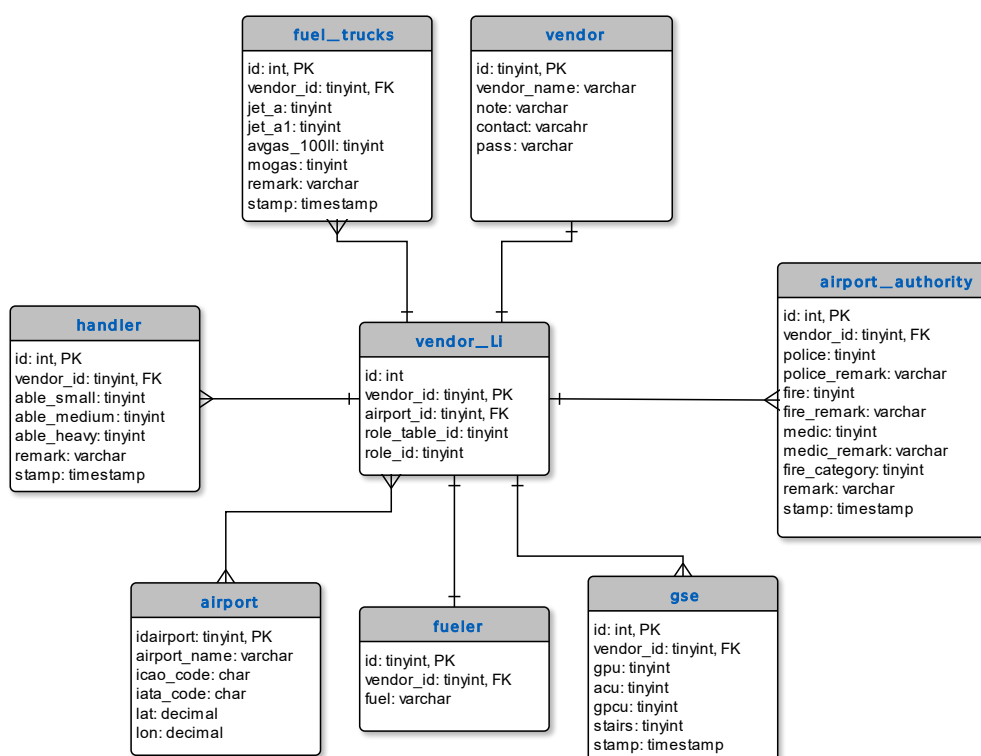


## vendor\_Li

První sloupec *id* pořadové číslo záznamu je *int*. Určení role *role\_id* a tabulky *role\_table\_id* je krátké číslo, a proto *tinyint*. Zbytek sloupců je nastaven dle dříve definovaných parametrů.

### 4.3.3 Model

Hlavní změnou od logického modelu je uzpůsobení schématu pro konkrétní databázové prostředí. K atributům jsou přidány jejich datové typy a klíče (PK primární, FK cizí klíč), které navzájem propojí tabulky v databázi.



Obrázek 4-7: Fyzický model, [vlastní]



#### 4.4 Požadavky na sběr dat

Poskytování dat může probíhat na základě dvou eventů – pokud dojde ke změně sledovaného stavu a vendor sám poskytne data, nebo pokud je vendor vyzván k poskytnutí informací bez znalosti tazatele, zdali došlo ke změně. [37] Při použití dotazníkové metody je radno využít oba způsoby, a tedy nechat uživatele (poskytovatele), aby sám poskytoval svědomitě data, jakmile nastane změna nějakého sledovaného stavu. Zároveň implementovat hlídací mechanismus, který bude hlídat expiraci informace. Systém tedy musí být v provozu a přístupný nepřetržitě (vyjma pravidelných odstávek údržby).

##### 4.4.1 Dotazník

Zobrazený dotazník musí být pro uživatele srozumitelný a jednoduchý pro práci. V případě složitějšího dotazníku (speciální zkratky, formulace otázek atd.) musí být uživateli k ruce seznam vysvětlivek nebo před započítím práce poskytnuto zaškolení správného používání. Vstupní pole jak textová, tak numerická jsou opatřena základní validační logikou, která snižuje chybovost při zadávání dat uživatele a zároveň upozorňuje uživatele, pokud nevyplní požadované pole. V blízkosti dotazníku musí být zřízeno pole výsledku procesu odeslání dat – úspěch, chyba. Návrh otázek je uveden v tabulce níže spolu s navrhovaným vstupním polem v HTML. Následující tabulky v této podkapitole definují dotazník v rovině otázek, typu vstupního pole pro odpověď a k tomu příslušného sloupce respektive tabulky, od kterého budou data odesílána.



První tabulka je určena pro handlera a v prvním sloupci obsahuje otázky dotazující se na možnost přijetí divertního letu dle dřívějšího našeho rozdělení letadel. Ve spodní druhé polovině obsahuje dotazy na dostupnost GSE. Ve spodním řádku je otázka na doplňující poznámky. Prostřední sloupec je typ vstupního pole aplikovatelný v HTML. Poslední třetí sloupec obsahuje SQL zápis atributu a entity.

Handler		
Otázka	Typ vstupního pole	tabulka.sloupec
How many of SMALL you are able to accept?	Number	handler.able_small
How many of MEDIUM you are able to accept?	Number	handler.able_medium
How many of HEAVY you are able to accept?	Number	handler.able_heavy
How many GPUs are available?	Number	gse.gpu
How many ACUs are available?	Number	gse.acu
How many GPCUs are available?	Number	gse.gpcu
How many Stairs are available?	Number	gse.stairs
Remarks and Limitations	Textarea	gse.remark

Tabulka 4-1: Dotazník pro handling, [vlastní]

Druhá tabulka je určena pro fuelera a v prvním sloupci jsou obsaženy otázky na dostupnost palivových cisteren dle druhu přepravovaného paliva. Poslední otázka je určena pro doplňující poznámky a jiné omezení. Prostřední sloupec udává typ vstupního pole ( aplikovatelný v HTML) pro odpověď. Třetí sloupec přiřazuje entitu a atribut ke vstupnímu poli a je v zápisu SQL.

Fueler		
Otázka	Typ vstupního pole	tabulka.sloupec
How many of JET A Fuel Trucks are available?	Number	fuel_trucks.jet_a
How many of JET A1 Fuel Trucks are available?	Number	fuel_trucks.jet_a1
How many of Avgas 100LL Fuel Trucks are available?	Number	fuel_trucks.avgas_100ll
Remarks and Limitations	Textarea	fuel_trucks.remark

Tabulka 4-2: Dotazník pro paliváře, [vlastní]





Třetí poslední tabulka je určena pro airport authority a v prvním sloupci jsou otázky na dostupnost služeb na daném letišti. Poslední otázka je pro doplňující poznámky a jiná omezení. Druhý sloupec definuje typ vstupního pole (pro HTML). Třetí sloupec definuje jaká entita a atribut přísluší danému vstupnímu poli respektive kam budou data vložena. Tento zápis je znázorněn v SQL (stejně jako v předešlých tabulkách). Poslední sloupec neslouží pro dotazník, ale jen jako vysvětlivka.

Airport Authority			
Otázka	Typ vstupního pole	tabulka.sloupec	Poznámky
Police, Customs, Immigration	Checkbox Textarea	airport_authority.police airport_authority.remark_police	Checkbox slouží pro rychlou referenci booleovské logiky (služba je dostupná - ano x ne).
Fire Fighting Service	Checkbox Textarea	airport_authority.fire airport_authority.remark_fire	
Rescue (Medic) Service	Checkbox Textarea	airport_authority.medic airport_authority.remark_medic	
Rescue and Fire Fighting Category	Number	airport_authority.fire_category	Textové pole je pro detailnější vysvětlení stavu služby.
General Remarks a Limitations	Textarea	airport_authority.police	-

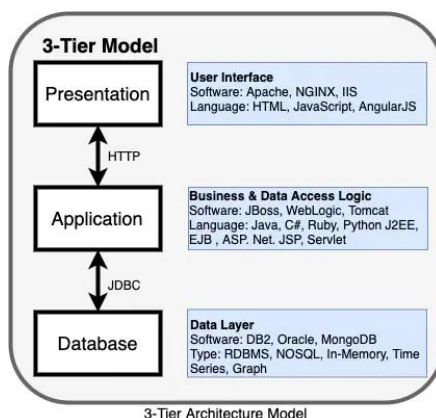
Tabulka 4-3: Dotazník pro provozovatele letišť, [vlastní]

## 5 Aplikační architektura

Aplikační architektura poskytuje rámec, který funguje jako podklad pro sestavení softwarové aplikace a popisuje, jak by spolu měly interagovat její části. Tyto části se také nazývají moduly. Popis aplikační architektury rovněž slouží jako podklad pro budoucí vývoj, udržovací práce nebo při škálování aplikace a v konečném důsledku přispívá ke stabilitě celého systému.

### 5.1 Model aplikační architektury

Kromě datového modelu je nezbytné navrhnout prostředí mezi uživatelem a datovým úložištěm. Ono prostředí definuje aplikační architektura, která se dále dělí na vrstvy a úrovně. Navrhovaný prototyp musí plnit požadavky nepřetržité dostupnosti a aktuálnosti pro kteréhokoliv uživatele. Jinými slovy, kterémukoliv uživateli (který má potřebná oprávnění) musí být umožněn přístup do databáze (čtení a zápis). [41] Tyto požadavky ideálně plní internetové prostředí, které nám dává podklad pro třívrstvou aplikační architekturu. Třívrstvá aplikační architektura se dělí na tři vrstvy, a to prezentační, aplikační a databázovou. Prezentační vrstva je obrazně řečeno navrchu kterékoliv aplikace a je to právě ona, přes kterou uživatel vykonává své požadavky. V internetovém prostředí je to typicky webová stránka a sousedí s aplikační vrstvou, kterou si můžeme představit jako prostředníka mezi webovou stránkou a databází. Na jednu stranu připravuje data přijatá od uživatele pro vložení do databáze a na druhou stranu žádaná data z databáze pro zobrazení v prezentační vrstvě. V obou případech svou práci vykonává dle předem definovaného skriptu. Poslední, a tedy tou nejspodnější vrstvou je datová vrstva. Hlavním úkolem je uchovávat data dle předem stanoveného datového modelu. [39]



Obrázek 5-1: Třívrstvá architektura, [61]



Následující popis jednotlivých vrstev je obecného charakteru a slouží jako definice, co navrhovaný systém obsahuje (co by měl prototyp obsahovat).

### 5.1.1 Prezentační vrstva

Prezentační vrstva je ta, která poskytuje funkcionalitu uživatelského rozhraní. V počítačovém prostředí je zobrazována na displeji uživatele a její design by neměl být matoucí, ale naopak jasný a přehledný. Prezentační vrstva se musí přizpůsobit dnešní době se širokým výběrem různých velikostí displejů a v nejlepším případě se správně zobrazovat na všech typech displejů. Zároveň se v této vrstvě zobrazují data z databázové, aplikační vrstvy a v opačném směru uživatel zadává svá data do předem určených polí. Nechybí ani prvek zpětné vazby, který uživateli ukáže výsledek procesu (v pořádku odeslaná data nebo chyba při zpracování/odeslání dat). Chybová hláška pak uživateli oznamuje přibližnou povahu chyby.

### 5.1.2 Aplikační a databázová vrstva

V anglické literatuře často označována jako Business Tier je aplikační vrstva. Jak anglický název napovídá, tato vrstva obsahuje veškerou potřebnou logiku (Business Rules), prvky validace. Poskytuje prezentační vrstvě služby, příkazy a data. Spolupracuje s datovou vrstvou při získávání dat a manipulaci s nimi. Slouží tedy jako jakýsi moderátor. [39]

V našem případě řídí pohyb uživatelů v prostředí systému. Dále na základě jejich role při pozemním odbavení jim generuje dotazník a přijímá odeslaná data. Následně data zpracovává a ukládá do databáze. V opačném případě uživatelům zprostředkovává data z databáze.

Databázová vrstva obsahuje komponenty pro uchovávání dat a jejich správu. Zároveň poskytuje a přijímá data z aplikační vrstvy. Ideálním datovým úložištěm (databáze) je například relační databáze (RDBMS).

## 5.2 Distribuce dat

Data jsou distribuována mezi jednotlivými vrstvami systému a uživateli promítána v prezentační vrstvě. Pokud bude umožněno odesílání dat mimo systém, pak se to musí dít za předpokladu nějakého standardizovaného zápisu souboru, jako je například



JSON, XML atd. Zároveň musí být stanoveno, jak bude probíhat autentizace uživatele požadující odeslání dat.

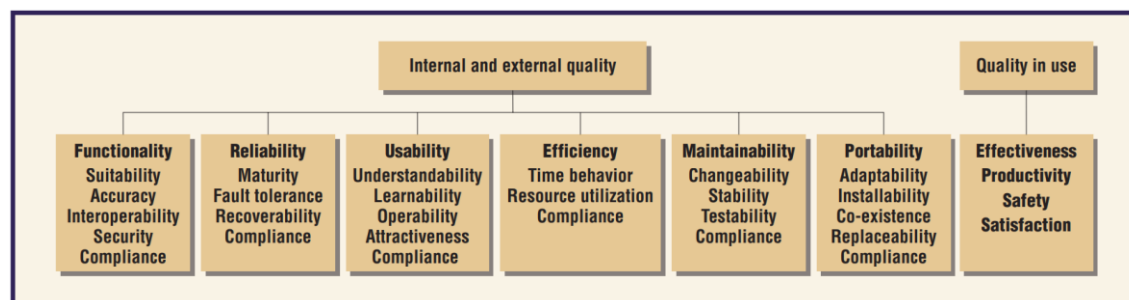
### 5.3 Funkční a nefunkční požadavky

Funkční požadavky definují základní akce, které musí software uskutečnit při zpracování požadavků uživatele. V našem případě se jedná o vkládání dat a jejich následné čtení. Tyto procesy jsou obecně popsány v dřívější části této práce, a tedy implikují ony požadavky na funkčnost – funkční požadavky. Dle mezinárodního standardu ISO/IEC/IEEE 29148:2018(E) by funkční požadavky měly obsahovat minimálně tyto okruhy. [42]

Okruh	Zahrnut?	Reference	Poznámky
1) Kontrola na vstupu dat	ANO	Datový model	Dále viz. Bod 3)
2) Funkční popis systému	ANO	Datový model, Aplikační architektura	-
3) Odezva na mimořádné situace a) Přetečení b) Komunikační c) Zvládnání chyby a obnova	ANO	Aplikační architektura	a) se neaplikuje, v úrovni konceptu není potřeba
4) Vliv parametrů	ANO	Datový model	-
5) Vztah vstupů a výstupů a) Sekvence vstupů a výstupů b) Převodník vstup/výstup	ANO	Aplikační architektura	b) se neaplikuje

Tabulka 5-1: Funkční požadavky, [vlastní dle [42]]

Proto zde nebudou funkční požadavky znovu jednotlivě rozebírány a tato podkapitola bude dále věnována dosud nezmíněným nefunkčním požadavkům. Nefunkční požadavky jsou kontrastem k funkčním požadavkům (které popisují, co by měl systém dělat); tedy popisují, jak by systém měl spíše vypadat. [43] Různých přístupů, jak by tyto technické nefunkční požadavky měly být posuzovány a jaké okruhy by měly být zváženy, je celá řada. U funkčních postupů byl zvolen přístup za pomoci standardu ISO, který byl



Obrázek 5-2: Požadavky na kvalitu systému ISO/IEC 9126, [58]



poté aplikován na navrhovaný systém. U nefunkčních požadavků (které obsahují atributy kvality, ale nejedná se o to samé) je zvolen obdobný postup za pomoci standardu ISO/IEC 9126, respektive ISO/IEC 25010. Obsahují atributy jako funkcionalitu, spolehlivost, použitelnost, efektivnost, udržitelnost nebo přenosnost [43].

Požadavky na funkcionalitu jsou více než prosté, a to takové, že systém musí být schopen vykonávat příkazy uživatele. Výsledky jednotlivých procesů musí být předpověditelné a systém se nesmí chovat náhodně. Zároveň musí být systém schopen spolupracovat s jinými systémy, které byly v návrhu definovány. Systém musí mít implementovány bezpečnostní prvky, které znemožní neoprávněný přístup k systému nebo jeho datům.

Systém musí být spolehlivý a maximálně dostupný v rozsahu, který je definován v návrhu. Znamé chyby nebo nedostatky systému musejí být evidovány a odstraněny. Pokud se vyskytne chyba, systém musí být schopen ji zvládnout v procesu „recovery“, aniž by došlo ke ztrátě dat.

Použitelnost systému musí být široká. Uživateli musí být umožněn přístup z více různých zařízení s různými operačními systémy. Uživatelské prostředí nesmí být komplikované, mělo by být vizuálně atraktivní a jeho ovládací prvky by měly být řádně označeny. Pro prostředí musí být také snadno zapamatovatelné pro kteréhokoliv uživatele. Ovládání systému musí být jednoduché a procesy nastaveny na co nejméně kroků.

Systém musí pracovat tak, aby uživateli co nejrychleji poskytl odezvu na jeho vykonaný příkaz. Hardwarové požadavky musejí být co nejmenší s ohledem na definovaný systém.

Udržitelnost systému bude zaručena, pokud budou objevené chyby podrobeny bližšímu zkoumání, izolovány a následně odstraněny. Jednotlivé části (komponenty) systému musejí být jednoduše modifikovatelné nebo nahraditelné jinými komponenty. Škálovatelnost systému musí být jak horizontální, tak i vertikální. Celý systém poté ovšem musí být stále spolehlivý. Musí být umožněno testování nových komponent.

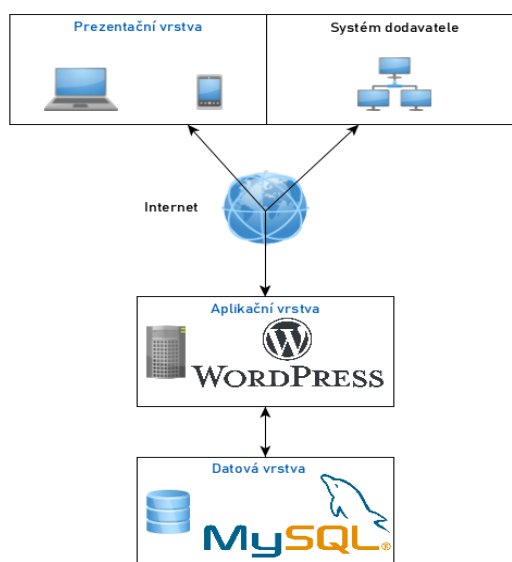
Systém musí být přenositelný do jiného prostředí, proto je klíčová jeho řádná dokumentace. Spuštění systému nebo jeho instalace má vyžadovat od administrátora co nejmenší úsilí.

## 6 Prototyp

Aby prototyp splňoval požadavky snadné dostupnosti, byla spuštěna webová stránka [divert.fd.cvut.cz](http://divert.fd.cvut.cz), na které je prototyp implementován. Nejedná se pouze o webovou stránku samotnou, nýbrž prototyp zasahuje do všech vrstev systému. Tedy i do jejího tzv. Back End. Dále bude popsáno složení jednotlivých vrstev a upřesněna jejich vzájemná provázanost.

V datové vrstvě se vyskytuje pouze databáze, která slouží a je využívána primárně k ukládání dat. Správa databáze je realizována prostřednictvím programu PhpMyadmin, který je vytvořen v programovacím jazyce PHP a v rámci našeho prototypu využíváme jeho verzi 5.1.1. [44] Tento nástroj má vlastní tzv. Front End, přes který uživatel prostřednictvím webového prohlížeče zadává příkazy do databáze.

Aplikační vrstva obsahuje program WordPress, který byl zvolen jakožto publikační software. [45] Do aplikační vrstvy ho řadíme, protože na jeho úrovni se generují data v podobě HTML kódu pro prezentační vrstvu. Dále mimo program WordPress byly vyvinuty vlastní skripty, které řídí datový tok mezi prezentační a datovou vrstvou. Prezentační vrstva obsahuje kód webové stránky, který je načten ve webovém prohlížeči uživatele. Skrze vstupní pole a tlačítka na webové stránce uživatel ovládá prototyp (zadává data).



Obrázek 6-1: Jednoduchý model prototypu, [vlastní]



## 6.1 Uživatelské prostředí

Uživatel systému, který je v roli poskytovatele informací, se nejprve přihlásí svým uživatelským jménem a heslem. Po úspěšném přihlášení je uživatel přesměrován na svou stránku, kde je v levé části dotazník obsahující všechna pole, která jsme si definovali dříve. Do polí jsou z databáze načtena poslední uživatelem zadaná data. Jedná se o jeden ze způsobů, jak urychlit proces zadávání dat, a tím zkrátit čas potřebný pro jejich zadání. To přináší benefit méně invazivní povinnosti do běžné pracovní náplně uživatele. Po zadání a odeslání dat se uživateli zobrazí banner s výsledkem procesu. V případě chyby se objeví i její stručný popis. Pokud není zapotřebí dalšího zadávání dat, může se uživatel odhlásit ze systému pomocí odhlašovacího tlačítka. K zobrazení dat (tabulky a grafy) byl použit software Google Charts. [46]

The screenshot shows the 'Data Handover Page' interface. At the top, there is a logo and the text 'Good AirportData makes good decisions.' followed by navigation links: 'About This Project', 'Data Handover Page', and 'Vendor Area'. A search icon is also present.

### Data Handover Page

Please insert your data to the form sheet.  
Don't forget to check your Vendor ID.  
You are logged as marek\_handling, your ID is 1

**Everything Well Received!**

How many of SMALL you are able to accept?  
123

How many of MEDIUM you are able to accept?  
0

How many of HEAVY you are able to accept?  
0

How many GPUs are available?  
32

How many ACUs are available?  
45

How many GPCUs are available?  
127

How many Stairs are available?  
127

Remarks and Limitations  
Say something nice

**SUBMIT YOUR INFORMATION**

Entry ID	Vendor ID	Company Name	Airport	Abile To Do SMALL	Abile To Do MEDIUM	Abile To Do HEAVY	Remarks and Limitations	Time Stamp
97	1	marek_handling	Praha Václav Havel	123	0	0		2022-07-02 21:12:36
96	1	marek_handling	Praha Václav Havel	1	0	0		2022-07-02 20:52:04
93	1	marek_handling	Praha Václav Havel	1	0	0		2022-07-02 20:25:22
92	1	marek_handling	Praha Václav Havel	1	0	0		2022-07-02 20:25:16
91	1	marek_handling	Praha Václav Havel	1	0	0		2022-07-02 20:25:09
90	1	marek_handling	Praha Václav Havel	1	0	0		2022-07-02 20:13:35
89	1	marek_handling	Praha Václav Havel	1	0	0		2022-07-02 20:13:03
88	1	marek_handling	Praha Václav Havel	1	0	0		2022-07-02 19:16:42
87	1	marek_handling	Praha Václav Havel	1	0	0		2022-07-02 19:16:15
86	1	marek_handling	Praha Václav Havel	1	0	0		2022-07-02 19:16:12

Entry ID	Vendor ID	GPU	ACU	GPCU	Stairs	Time Stamp
88	1	32	45	127	127	2022-07-02 21:12:36
87	1	1	1	1	1	2022-07-02 20:52:04
84	1	1	1	1	1	2022-07-02 20:28:22
83	1	1	1	1	2	2022-07-02 20:20:16
82	1	1	1	1	1	2022-07-02 20:20:09
81	1	1	1	1	1	2022-07-02 20:13:35
80	1	1	1	1	1	2022-07-02 20:13:03
79	1	1	1	1	1	2022-07-02 19:18:42
78	1	1	1	1	1	2022-07-02 19:16:15
77	1	1	1	1	1	2022-07-02 19:16:12

Obrázek 6-2: Ukázka stránky dotazníku handlingu (po odeslání dat), [vlastní]



Uživatel, který je příjemcem dat, je po přihlášení přesměrován na stránku uzpůsobenou pro prohlížení dat. V horní třetině stránky je vyobrazen celkový přehled o situaci a v dolním zbytku po zvolení letiště zájmu je vyobrazena detailní informace o daném letišti. Horní část obsahuje mapový podklad s vyznačenými letišti, které jsou sledovány respektive existuje onom místě dodavatel informací do systému. [47] Napravo od toho je sloupcový graf, který slouží k rychlému přehledu vytíženosti letišť. Dolní část stránky vyobrazuje detailní informace o daném letišti a to v pořadí: handlingové společnosti, provozovatel letiště a plnící společnosti.

Good AirportData makes good decisions.

[About This Project](#)
[Data Handover Page](#)
[Vendor Area](#)

## Data Stream Page

**Contributors Map**

**Quick Overview Chart**

**Airport Detail**

Choose an airport:

ODESLAT

**Handling Detail**

Company Name	Avail for SMALL	Avail for MEDIUM	Avail for HEAVY	Remarks and Limitations	Time Stamp
marek_handling	3	4	1	iphoto test	2022-11-25 08:25:09
bot_handler_11	5	5	5	Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. sed diam	2022-11-24 21:01:06
bot_handler_12	3	3	3	Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. sed diam	2022-11-24 21:01:17
bot_handler13	2	2	2	Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. sed diam	2022-11-24 21:01:07
bot_handler_14	6	6	6	Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. sed diam	2022-11-24 21:01:16
bot_handler_15	3	3	3	Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. sed diam	2022-11-24 21:01:14

**GSE Detail**

Company Name	Avail GPU	Avail ACU	Avail GPCU	Avail Stairs	Time Stamp
marek_handling	10	3	1	20	2022-11-25 08:25:09
marek_bino	2	0	0	0	2022-06-21 19:20:25
bot_handler_11	5	5	5	5	2022-11-24 21:01:06
bot_handler_12	3	3	3	3	2022-11-24 21:01:17
bot_handler13	2	2	2	2	2022-11-24 21:01:07
bot_handler_14	6	6	6	6	2022-11-24 21:01:16
bot_handler_15	3	3	3	3	2022-11-24 21:01:14
hamcamar	0	0	0	1	2022-11-13 11:59:40

**Airport Authority Detail**

Company Name	Avail Police	Remarks	Avail Fire	Remarks Fire	Avail Medic	Remarks Medic	Current Fire Category	Remarks and Limitations	Time Stamp
Letiste Praha	1	Customs 24h before	1	NIL	1	NIL	7	A043422 QJ LKAA/QCAAHV/BAE/0009995506N01416E005 A) LKPR B) 2205100711 C) 2208102359 EST E) VFR MIXED FLT AND IFR FLT TRAINING ACTIVITY WITHIN CT1 PRAHA AND TMA PRAHA. DUE TO REDUCED A/C CAPACITY FOLLOWING RESTRICTIONS ARE APPLIED: 1. ENTRANCE TO CTR RULZYNE WILL BE ALLOWED FOR LDG AND DEPART FROM LKPR OR CTR RULZYNE ONLY. DELAYS MAY BE EXPECTED. RESTRICTION WILL NOT BE APPLIED FOR ACFT IN EMERGENCY. HELMS FLT. SAR FLT. POLICE FLT. MIL FLT AND CALIBRATION FLT 2. PILOTS INTENDING TO CHANGE OF VFR TO IFR RULES WITHIN CT1 PRAHA MUST BE COORDINATED WITH PIC PRAHA TEL +420 220374393 AND APP PRAHA TEL +420 220374548 BEFORE DEPARTURE. 3. IFR FLT TRAINING ACTIVITY WITHIN CT1 PRAHA AND TMA PRAHA WILL NOT BE ACCEPTED EXCEPT FLT RULES/DESP LKPR COORDINATED IN ACCORDANCE WITH AIP ENR 1.1.11	2022-11-28 23:59:25
Letiste Praha	1	For investigate n call 155	1	temporary increased	1	NIL	10		2022-11-28 23:59:39

**Fueler Detail**

Company Name	Fuel Type	Notes
marek_fueler	JET A, JET A1	testovací palivo!
marek_fueler_GA	Avgas 100LL, MOGAS	Fuel only for General Aviation

**Fueler Trucks Detail**

Company Name	Avail JETA	Avail JET A1	Avail Avgas 10LL	Remarks and Limitations	Time Stamp
marek_fueler	5	5	5		2022-11-29 17:21:15
marek_fueler_GA	0	0	1	For MOGAS call 24h prior: See contact	2022-11-29 17:20:00

Obrázek 6-3: Stránka prohlížení dat, [vlastní]

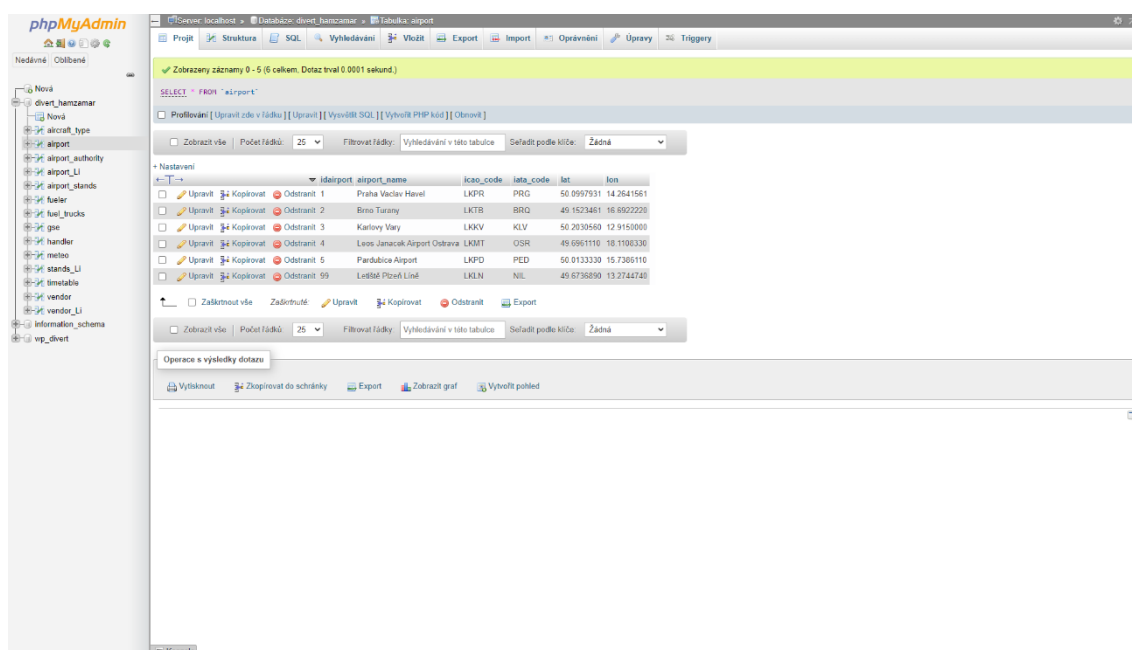




## 6.2 Databáze

Databáze, která se používá pro sběr letištních dat, je nezávislá na databázi programu WordPress. Jinými slovy prototyp obsahuje celkem dvě separátní databáze. To přináší benefit diverzifikace rizika náhlé ztráty dat například vlivem aktualizace publikačního programu. Obecně řečeno, budoucí aktualizace může přinést změny, které nemusejí být slučitelné se současně nastavenými procesy. Na druhou stranu nevýhodou je potřebný vývoj skriptů, které budou řídit datový tok mezi vrstvami. To s sebou přináší rizika nesprávného naprogramování, jako je zbytečně komplikovaná logika zatěžující výpočetní zařízení, chabě definované argumenty apod.

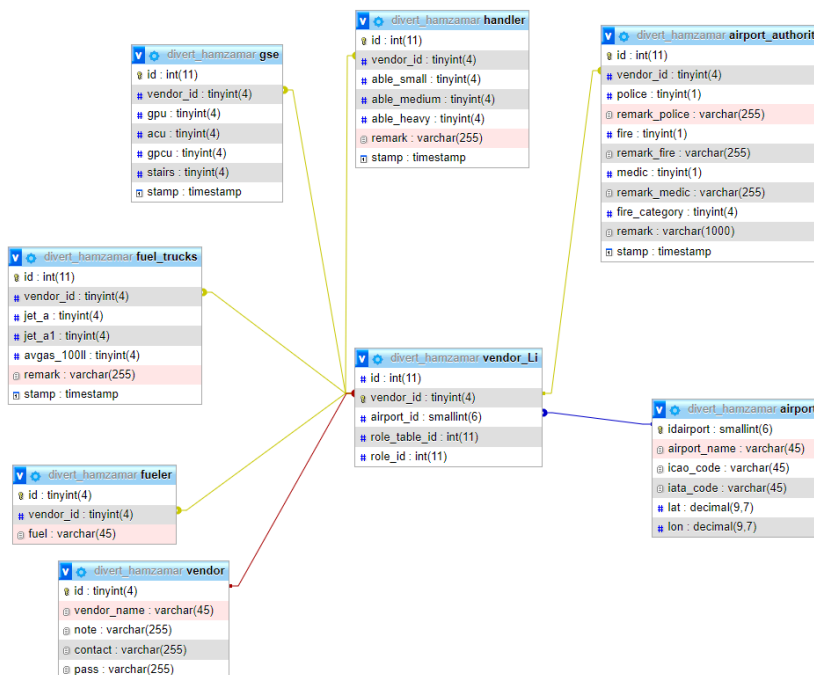
Prototyp využívá databáze MySQL, která se řadí mezi relační databáze. [48] Data jsou formátována pomocí InnoDB a kódování je utf8\_czech\_ci (toto základní nastavení bylo provedeno administrátorem webu a bez možnosti jej změnit; poznámka autora).



Obrázek 6-4: PhpMyAdmin databáze divertu, [vlastní s [44]]



Tabulky, které tato práce navrhuje v rámci datového modelu byly již popsány a proto lze přistoupit k ukázce, jaké tabulky jsou zahrnuty do prototypu. Níže na obrázku lze vidět, jaké atributy a datové typy mají jednotlivé tabulky.



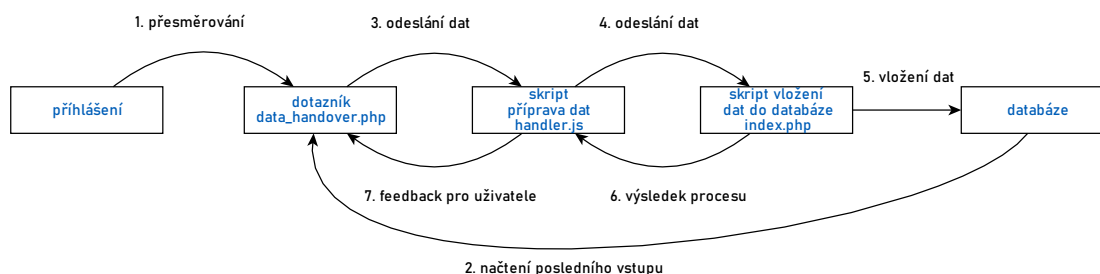
Obrázek 6-5: Tabulky obsažené v prototypu, [vlastní]

### 6.3 Prezentáční a aplikační vrstva

Hlavní platformou aplikační vrstvy je publikační program WordPress, který řídí nejen generování webových stránek pro prezentáční vrstvu, ale má na starosti i transfer dat z dotazníků do databáze a naopak do tabulek a grafů.

### 6.3.1 Zadávání dat

Sběr dat do databáze je realizován skrze textová a numerická pole dotazníku. Je tvořen tak, aby uživateli maximálně připomínal běžné dotazníky, se kterými přichází do styku, a nebyl maten odlišným ovládáním nebo zobrazením. Po přihlášení uživatele do systému proběhne dle jeho role přesměrování na další webovou stránku. V tomto případě se jedná o stránku s dotazníkem. Uživatel provede revizi dat (která jsou načtena z databáze z posledního vstupu) a potvrdí odeslání dat. Nejedná se o přímé vložení dat z dotazníku do databáze, ale odeslaná data procházejí skrze dva skripty, které je postupně upraví a provedou samotné vložení. Výsledek procesu se poté uživateli objeví ve formě barevného banneru. Model procesu vypadá následovně.



Obrázek 6-6: Proces odeslání dat do databáze, [vlastní]

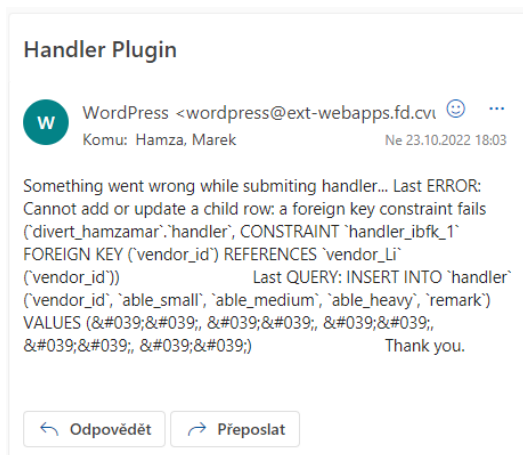
Jednotlivé kroky si nyní detailněji popíšeme. Odesílání dat a dotazník řídí skript `data_handover.php`, který je načten jako template webové stránky. Vzhledem k tomu, že v době odevzdání této práce je prototyp a webová stránka stále v provozu, nebude zde z bezpečnostních důvodů detailně popisován proces přihlášení a přesměrování. Pouze bude uvedeno, že bezpečnostní aspekt nebyl zanedbán, natož opomenut. V dalším kroku je na základě role uživatele (`role_id` v tabulce `vendor_Li`) vygenerován konkrétní dotazník. Ještě před vygenerováním dotazníku jsou načtena poslední vložená data uživatelem a načteny tabulky posledních deseti odeslaných stavů, které slouží jako ukázka historie pro uživatele. Dotazník je tvořen v jazyce HTML a konkrétně se k tomu využívá element `<form>`. Po načtení webové stránky uživateli se zobrazí vstupní pole s posledně zadanými daty a po jejich revizi uživatel potvrdí odeslání tlačítkem „submit your information“.



Tato akce spustí skript handler.js (pro fuelera\_form.js a pro provozovatele letiště airport\_from.js), zde dochází k první přípravě dat. K odeslaným datům jsou přiřazeny jejich atributy a odeslány skrze asynchronní JavaScript AJAX do následujícího skriptu index\_handler.php (pro fuelera index\_fueller.php a pro provozovatele letiště index\_airport.php). Zde jsou data vložena do databáze dle páru hodnoty a přiřazeného atributu.

### Výsledek procesu

Po skončení vkládání dat je výsledek procesu vyhodnocen podmínkou, zdali proběhl správně anebo nastala chyba. V obou případech je výsledek procesu zaznamenán do formátu JSON a odeslán zpět do skriptu handler.js. Zde nyní probíhá “parsování” (parsing) přijmutého JSON, aby byly zjištěny vstupní hodnoty pro banner zpětné vazby. Po skončení parsování a dle zjištěných hodnocení je vygenerován banner #response\_div, který se zobrazí uživateli nad dotazníkem. V případě, že nastala chyba, tak je odeslán email administrátorovi (nebo na libovolnou adresu, která je tam přednastavena) obsahující informace o kompletní chybové hlášce a vkládaná data. Chybová hláška v emailu vypadá následovně.

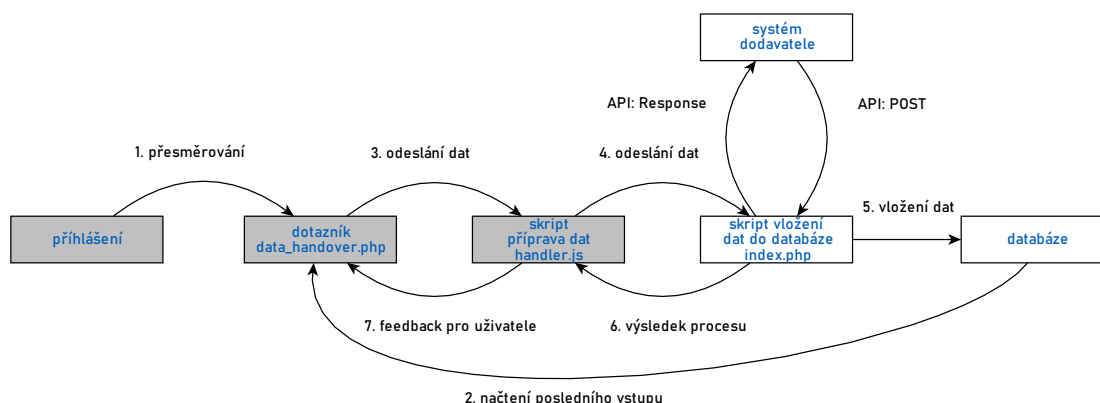


Obrázek 6-7: Chybová hláška v emailu administrátora, [vlastní]

## Druhý způsob zadávání dat

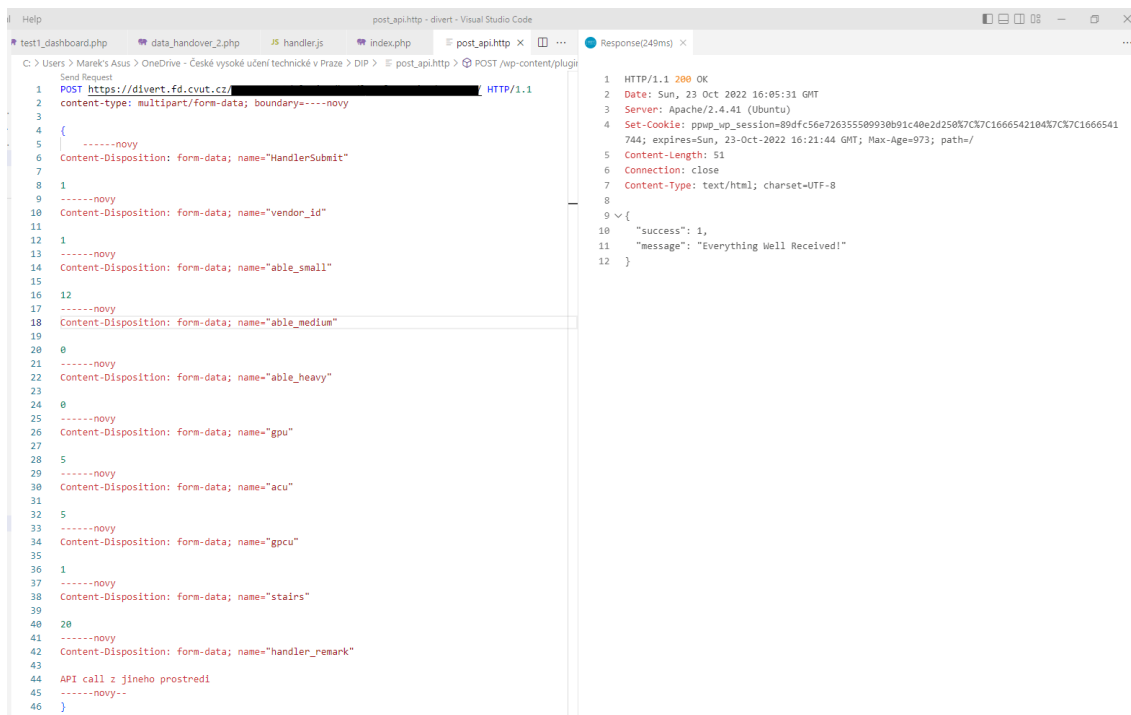
Ve fázi testování prototypu byly přizváni zástupci z reálného prostředí, kteří poukázali na možnou situaci, kdy budou pracovníci zahlceni svojí primární prací a poté nebudou schopni zadávat data do systému. Z toho vyplývá, že pokud nebude možné dostávat data skrze dotazník, musíme je převzít z jiného místa, kde jsou již zanesena. Tím návrhem tedy je přebírat data ze systémů společností dle jejich rolí.

Za tímto účelem by předělán dotazník a přidány ony dva skripty do podoby, jaká je zde prezentována. Druhý způsob počítá s REST API (Representational state transfer Application programming interface), který používá HTTP příkazy ke komunikaci se serverem. V návrhu níže je využit příkaz POST, za ním následuje webová adresa, na kterou je odeslán balíček dat ve formátu dotazníku.



Obrázek 6-8: Schéma druhého způsobu zadávání dat, šedivě se neaplikuje, [vlastní]

K tomuto účelu byl využit program Visual Studio Code s rozšiřujícím modulem REST Client (humao.rest-client). [49] [50] Tento program byl spuštěn zcela mimo jakoukoliv dříve definovanou vrstvu, a tím se docílila simulace vložení dat ze systému společností. V pravé polovině je vidět, že vložení dat proběhlo úspěšně.



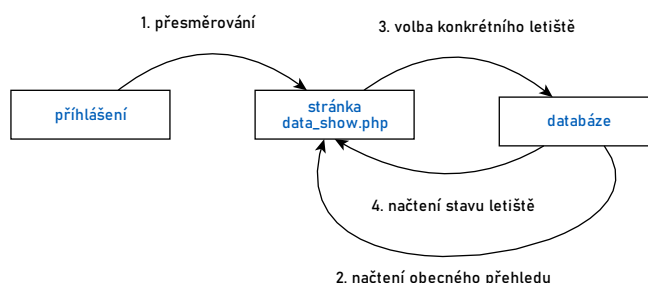
```
Send Request
1 POST https://divert.fdcvut.cz HTTP/1.1
2 content-type: multipart/form-data; boundary=----novy
3
4 {
5   -----novy
6   Content-Disposition: form-data; name="HandlerSubmit"
7
8   1
9   -----novy
10  Content-Disposition: form-data; name="vendor_id"
11
12  1
13  -----novy
14  Content-Disposition: form-data; name="able_small"
15
16  12
17  -----novy
18  Content-Disposition: form-data; name="able_medium"
19
20  0
21  -----novy
22  Content-Disposition: form-data; name="able_heavy"
23
24  0
25  -----novy
26  Content-Disposition: form-data; name="gpu"
27
28  5
29  -----novy
30  Content-Disposition: form-data; name="acu"
31
32  5
33  -----novy
34  Content-Disposition: form-data; name="gpcu"
35
36  1
37  -----novy
38  Content-Disposition: form-data; name="stairs"
39
40  20
41  -----novy
42  Content-Disposition: form-data; name="handler_remark"
43
44  API call z jineho prostredi
45  -----novy--
46  }
```

```
1 HTTP/1.1 200 OK
2 Date: Sun, 23 Oct 2022 16:05:31 GMT
3 Server: Apache/2.4.41 (Ubuntu)
4 Set-Cookie: ppwp_wp_session=89dfc56e726355509930b91c40e2d2507c7c16665421047c7c7c1666541744; expires=Sun, 23-Oct-2022 16:21:44 GMT; Max-Age=973; path=/
5 Content-Length: 51
6 Connection: close
7 Content-Type: text/html; charset=UTF-8
8
9 {
10  "success": 1,
11  "message": "Everything Well Received!"
12 }
```

Obrázek 6-9: Prostředí Visual Studio Code s rozšiřujícím modulem REST Client a výsledkem procesu vložení dat. [vlastní s [49] a [50]]

### 6.3.2 Prohlížení dat

Prohlížení sebraných dat je možné na webové stránce Data Stream Page skrze pole: mapového podkladu, graf a několik tabulek. Tato webová stránka je načtena jako template webové stránky `data_show.php`. Uživatel je po přihlášení přesměrován na stránku, kde jsou automaticky načteny data pro všeobecný přehled a zobrazeny v horní třetině stránky. Pokud uživatel potřebuje detailní přehled o nějakém konkrétním letišti, tak pomocí pole rolovacího seznamu si vybere požadované letiště a svůj výběr potvrdí kliknutím na tlačítko „odeslat“. Tím se z databáze načtou všechna data která jsou odesílána dotazníkem. Nikoliv všechny kdy odeslané hodnoty, ale pouze ty, které vypovídají o aktuálním stavu a případně blízké minulosti. Schéma procesu prohlížení dat vypadá následovně.



Obrázek 6-10: Proces prohlížení dat, [vlastní]

V horní třetině je implementována mapa, které zobrazuje polohy s aktuálními příspěvateli (kteří poskytují informace o svém do systému). Polohy vendorů jsou zároveň polohy letišť, na kterém působí. Vlevo od mapy se nachází sloupcový graf, který zobrazuje maximální hodnotu možných přijmutí divetovaných letů dle letišť.

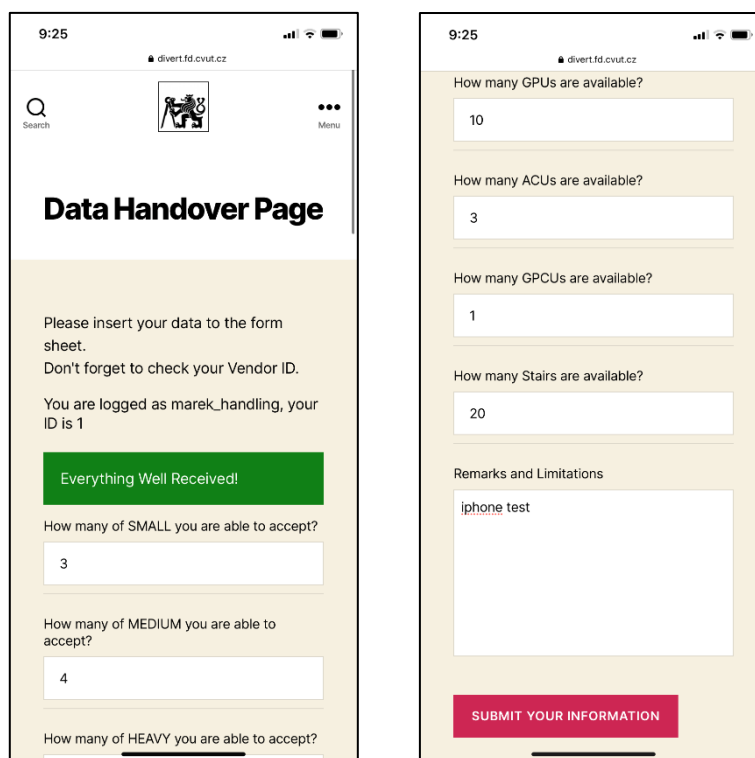
Pod volbou detailního zobrazení letiště se nachází tabulka „*Handling Detail*“, která zobrazuje všechny handlingové společnosti na daném letišti a jejich poslední vložený stav. Tabulka napravo zobrazuje opět všechny handlingové společnosti a aktuální (poslední) vložený stav dostupnosti pozemního vybavení. Pole níže obsahuje tabulku provozovatele letiště, kde jsou přehledně zobrazena data o aktuální stavu letišti a tedy všechna data z dotazníku. Plnicí společnosti mají poslední spodní tabulky, přičemž tabulka vlevo obsahuje všechny tamní dodavatele paliv a jaké druhy paliv poskytují. K tomu je tam přidán sloupec „*Notes*“, který slouží k doplnění informací týkající se společnosti nebo oněch paliv. Tabulka napravo slouží k přehlednému zobrazení aktuální dostupnosti cisteren dle druhu přepravovaného typu paliva.

## 7 Validace

Validace prototypu je rozdělena do dvou částí. První část je věnována manuální funkční validaci autorem, kdy jsou odeslána data do systému a poté podrobena zpětnému čtení. Druhá část využívá software k automatickému testování systému.

### 7.1 Funkční validace

První fáze testování proběhla autorem práce, kdy byl manuálně ověřen každý implementovaný (navržený) dotazník, zda plní svoji funkcionalitu. Testování bylo provedeno také na mobilním zařízení, tedy zařízení s jiným operačním softwarem a jiným rozlišením displeje. I zde všechny odeslaná data byla v pořádku vložena do databáze.



The image displays two screenshots of a mobile application interface. The left screenshot shows the 'Data Handover Page' with a form for data entry and a confirmation message. The right screenshot shows a form for hardware specifications and a 'SUBMIT YOUR INFORMATION' button.

**Left Screenshot: Data Handover Page**

9:25 | divert.fd.cvut.cz

Search | Menu

### Data Handover Page

Please insert your data to the form sheet.  
Don't forget to check your Vendor ID.  
You are logged as marek\_handling, your ID is 1

Everything Well Received!

How many of SMALL you are able to accept?

How many of MEDIUM you are able to accept?

How many of HEAVY you are able to accept?

**Right Screenshot: Hardware Specifications**

9:25 | divert.fd.cvut.cz

How many GPUs are available?

How many ACUs are available?

How many GPCUs are available?

How many Stairs are available?

Remarks and Limitations

iphone test

SUBMIT YOUR INFORMATION

Obrázek 7-1: Rozhraní chytrého telefonu, [vlastní]





### 7.1.1 Pokročilé automatizované testování

Pokročilé automatizované testování je způsob testování systémů (v našem případě webové aplikace), který využívá jiné výpočetní zařízení k vykonávání příkazů dle předem jasně stanoveného scénáře. Testování proběhlo pod vedením pracovníků zkušebního oddělení společnosti Tipsport a. s., jejíž hlavní platforma leží právě v online prostředí – web, mobilní aplikace atd. Testování proběhlo prostřednictvím softwaru Selenium. [51] Neexistuje jeden všestranný test, který by dokázal uceleně ohodnotit testovaný systém. Vzhledem k tomu, že byl zadán funkční test, implikuje to několik možností, a to zátěžový test, test spolehlivosti nebo kompatibility. Zátěžový test se dále ještě dělí například na test hraniční zátěže, test odolnosti, selhání nebo velký objem dat. [52]

Prototyp je systém založený na webové aplikaci, který má přidělenou svoji virtuální výpočetní jednotku a úložiště (jedná se o VM – virtual machine). Tedy parametry jsou měnitelné, a jelikož se nejedná o systém, který by byl v produkci, jeho parametry jsou schválně poníženy. Proto nemá smysl mít za cíl testu jakoukoliv zátěž. Kompatibilita byla testována v předešlé podkapitole, a jelikož se jedná o ten samý proces, nebude testována znovu. Jiný je však test spolehlivosti, jehož cílem je dokončení všech testů bez chyb a pádů.

### 7.1.2 Test

K testování byl použit software Selenium a ten byl spuštěn v rámci vývojového prostředí „IDE“ (Integrated Development Environment) IntelliJ IDEA od firmy JetBrains s.r.o. Simultánně tak bylo spuštěno celkem pět automatizovaných testů, které vykonávaly příkazy dle scénáře. [53] Pro testování bylo vytvořeno pět testovacích účtů (s podobným nastavením jako by měl reálný uživatel). Všechny tyto účty měli přiřazenou roli handlera. Jiné role nebyly přiřazeny, protože proces odeslání/zpracování dat je u všech naprosto stejný (akorát jsou jiná pole formuláře). Scénář každého automatizovaného testu s cílem zjistit stabilitu systému je následovný. Začátkem testu je otevření prohlížeče, zadání webové adresy, kde dojde k přihlášení do systému a následné přesměrování na stránku s formulářem. Na stránce s formulářem (začátek cyklu) jsou vyplněna všechna vstupní pole a potvrzeno odeslání dat. Po objevení se banneru s výsledkem procesu jsou sejmuty poslední hodnoty z tabulky a porovnány s těmi odeslanými (ukončení cyklu). Počet opakování cyklu byl nastaveno na 100, a to na doporučení pracovníka Tipsport a.s..



Testovací scénář byl povýšen na vyšší úroveň díky specifikacím a optimalizacím. Veškerá zadávaná data do formuláře (jak numerická, tak textová) jsou náhodně generována. K tomu byl využit generátor náhodných slov Lorem Ipsum. [54] Veškeré fáze vyžadující čekání na odezvu jsou optimalizovány tak, že při jejich okamžitém načtení je spuštěna další část scénáře. Dále všechny automatizované testy probíhají paralelně a se skutečností v přechodí větě tím přispívají k testování systému pod větší zátěží. Jako riziková místa, kde by mohlo dojít k selhání a následnému pádu testu, byla identifikována následující místa. Prvé místo je neúspěšné přihlášení do systému. Druhé místo je neobjevení se banneru s výsledkem procesu vložení dat, respektive objevení se banneru s chybným výsledkem (třetí místo). Čtvrté místo může nastat, pokud se neobjeví aktualizovaná tabulka s posledními daty. Pokud se ale objeví chybná data, je tato skutečnost zaznamenána do reportu a cyklus se spouští znovu – nezpůsobí to pád testu. Páté místo je pokud automatizovaný test nenalezne některé z polí (automatizovaný test má svůj vlastní seznam polí) u kterého má provést nějaký úkol. Šesté místo je pokud automatizovaný test nedokáže ověřit své *vendor\_id* nebo je chybné. Kompletní schéma testu je zobrazeno v příloze 1 této práce.

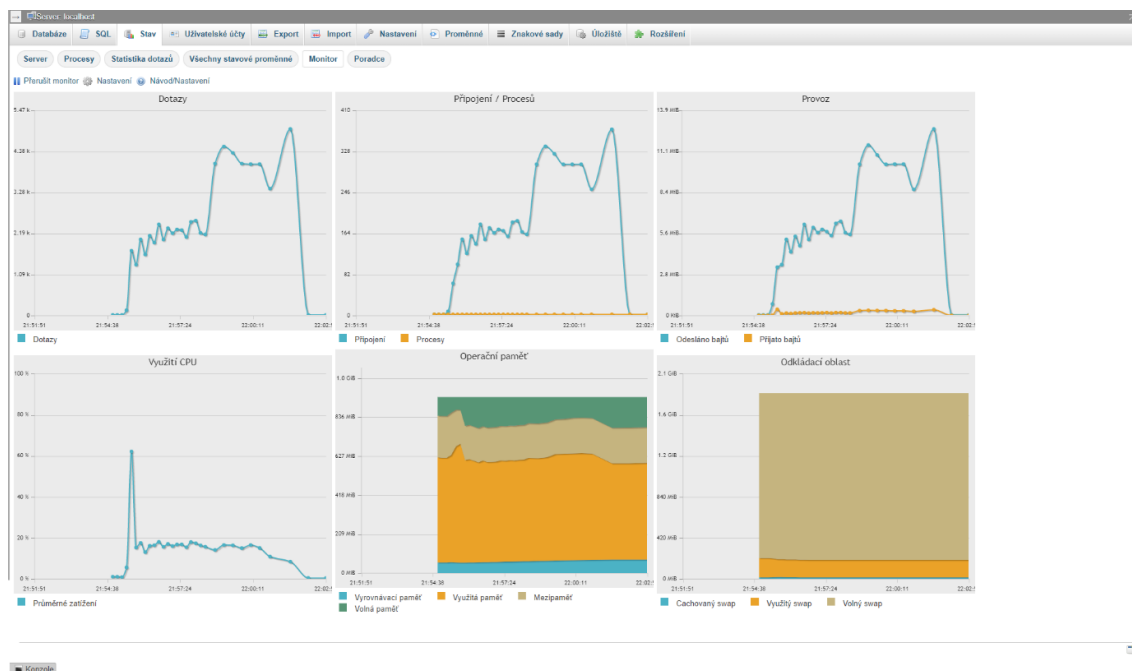
### 7.1.3 Výsledek testu

Test byl proveden dle dříve definovaného scénáře a jeho výsledky byly automaticky vygenerovány za pomoci TestNG Report. [55] Každý automatizovaný test vykonal celkem sto cyklů a přitom do databáze vložil 800 hodnot (slova v textovém poli bereme jako jednu hodnotu) dohromady tedy 4000 hodnot. Test probíhal přibližně šest minut a report neobsahuje žádnou chybovou hlášku ani pád dílčího testu (botu). Na obrázku níže je vyobrazen report z testu, kde jsou souhrnně zaznamenány délky jednotlivých testů v milisekundách.

Test	# Passed	# Skipped	# Failed	Time (ms)	Included Groups	Excluded Groups
DefaultSuite						
Test Runner	5	0	0	366,294		
Class	Method	Start	Time (ms)			
DefaultSuite						
Test Runner — passed						
samples test Tests.MainTestClass	test0	1669323312624	354855			
	test1	1669323312624	366258			
	test2	1669323312624	355942			
	test3	1669323312624	364625			
	test4	1669323312624	362914			

Obrázek 7-2: Výsledek testu - report TestNG, [vlastní dle [55]]

Na obrázku níže je vyobrazena záložka monitoringu z prostředí administrátora PhpMyAdmin během průběhu testu. [44] Horním řádku obrázku níže se nacházejí grafy zobrazující: počet dotazů, počet procesů a provoz vyjádřený megabity. Dolní řádek vyobrazuje vytížení systému databáze od centrální procesorové jednotky po paměť. Na grafech je zcela patrný nárůst provozu z počátku testu a následný pokles po skončení testování.



Obrázek 7-3: PhpMyAdmin monitor databáze, [vlastní dle [44]]



## Diskuze

Cílem práce je prozkoumání možností sběru a distribuce detailních provozních informací komplexní pozemní obsluhy letadel, určení dílčích datových zdrojů a datových paramentů pro vyhodnocování vhodnosti letiště pro divertní přistání. Nedílnou součástí této práce byl i vývoj platformy pro sběr a distribuci oněch letištních dat. Jejich zamýšleným účelem je pomoci v rozhodování o výběru záložního letiště, které nevykazuje známky vysokého vytížení, a tím se minimalizuje další zdržení při mezipřistání. V začátku této práce se modelový scénář situace (pro kterou je platforma vyvíjena) omezil na operaci „Fuel&Go“, protože analýza poukazuje na její největší shodu napříč potenciálními uživateli platformy. U operací jako například „Full Stop“ se liší preference v řešení. Někteří provozovatelé preferují další přesun náhradní dopravou, jiní například zase volí ubytování v daném místě. Řešení takto rozsáhlé variability s cílem obsáhnout všechny možné požadavky by sice bylo možné, ale přesahovalo by to úroveň diplomové práce.

Na základě analýzy možností sběru dat byl do prototypu zvolen dotazník jako nejvhodnější způsob sběru informací ve velkém měřítku. Vzhledem k tomu, že prototyp byl vyvíjen samostatně, distribuce dat je omezena pouze na vlastní infrastrukturu prototypu. Nedochozí tedy k odesílání surových dat. Uživateli je umožněno prohlížení dat až po přihlášení do systému v prezentační vrstvě. Nesporným benefitem je možnost zadávání dat i jinak než skrze dotazník, a to prostřednictvím REST API. To umožní a ulehčí další případný vývoj a rozvoj prototypu při napojování na jiný systém. Prohlížení dat skrze REST API bylo sice možné implementovat, ale bylo od toho odstoupeno z důvodu bezpečnosti.

Uživatelé dle svých rolí se mohou pohybovat pouze na předem definovaných stránkách. Jak bylo zmíněno v teoretické části, jasný záměr dotazníku může v dotazovaném vyvolat nutkání poskytnout nepravdivá data. Z rozhovorů se společnostmi z reálného prostředí vyplynul možný výskyt soutěživosti vůči jiným společnostem. Jako jednoduchá bariéra zamezující tomuto jevu může být právě zamezení čtení stavů okolních konkurentů.

Dotazník není vytvořen pro sběr dat o okupaci jednotlivých stání, a to z důvodu vzniku velmi rozsáhlého dotazníku v případě „velkých“ letišť. Nespornou nevýhodou by v tomto případě byla rozsáhlá a hlavně častá ruční aktualizace. K tomuto účelu je naopak vhodné využít REST API, a tedy využít data ze systému dodavatele.



Tři sledované kategorie letadel u handlingu, byly zvoleny jako kompromis mezi možností sumy všech letadel a poskytovat informaci jako jedno cílo anebo rozsáhlého členění jako tomu je například u Airport Corner. Tím nevzniká přílišná časová náročnost na poskytovatele informací a zároveň je docíleno základní rozdělení.

Služba Pushback je v teoretické části zmiňována včetně její postradatelnosti. Do datového modelu byla implementována společně s jiným atributem, protože validace nám ukázala různé způsoby jak k této službě přistupovat. Zdáli zájem soustředit na tahač, jeho řidiče a nebo oba zároveň. Tato služba je v prototypu zahrnuta do polí „able\_“, protože současný předpoklad poukazuje na handling, jakožto hlavní zdroj informací pro určení dostupnosti této služby.

V teoretické části je navrhovaný systém popisován se třemi základními vrstvami (datová, aplikační a prezentační) a takto je popisován i návrh prototypu. Pro úplnost by tedy bylo dobré uvést, že byl spuštěn jako webová aplikace tzv. WebApps, a tedy datová vrstva společně s aplikační vrstvou spolu sdílí fyzické zařízení, na kterém jsou v provozu. Námitka, že se jedná o dvouvrstvou architekturu, je tím oprávněná, ale záleží na úrovni abstrakce. Nevýhodou tohoto řešení je, že v případě nenadálé události (například požáru) v místě webového serveru může být afektován celý prototyp.

Testování prototypu nám prokázalo jeho funkčnost. V reportu automatizovaných testů to potvrzuje absence jakékoliv záznamu hlášky chybných dat nebo pádu celého testu. Z grafů monitoringu je patrný provoz během testování. Zhruba do poloviny testování jsou hodnoty poloviční než je to ve druhé polovině. Testování je ovlivněno výkonností zařízení, na kterém je spuštěn testovací program a tomto případě to byl osobní počítač. K tomu se váže i rychlost a kvalita internetového připojení. Dalším důležitým aspektem je nezávislost průběhu jednotlivých testů na sobě. Počet dotazů závisí na tom kolik uživatelů vykonává nějaký dotaz v daný okamžik. Pokud dojde k náhodné synchronizaci testů naroste i tím počet dotazů.



## Závěr

Řešení situace divertního letu a výběr optimálního letiště je obtížný proces. Vyžaduje povědomí o aktuálním provozním vytížení okolních letišť i jejich služeb a k tomu požadavků divertovaného letadla. Tato diplomová práce navrhuje řešení sběru letištních dat pozemního odbavení letadel a jejich distribuci.

V první části této práce je probrána problematika samotného divertního letu na náhradní letiště. Následuje seznámení se s procesem pozemního odbavení letadel. Součástí je i rozbor běžně používané techniky a mechanizace během tohoto procesu. Nedílnou součástí teoretické části je i analýza současných informačních zdrojů, které mají možnost přispět k ohodnocení vhodnosti letiště jako záložního.

Na základě teoretického rozboru byl navrhnout datový model, který je podpořen několika články (*Enhancement of the diversion airport selection methodology a Static Validation of the Enhanced Diversion Airport Selection Methodology*). V konečné části této práce je popis samotného prototypu, který byl vyvinut. Tato platforma zahrnuje hned několik programů, do kterých jsou části prototypu implementovány. Výsledkem je tak plně funkční prototyp pro sběr letištních dat pozemního odbavení a jejich distribuci i zobrazení.

Objektivním úskalím použitelnosti navrhovaného systému je pravdivost vložených informací ze stran dodavatelů pozemních služeb. V současné době není uvažována možnost výskytu nepravdivých či zavádějících informací.

Jako možný další vývoj se nabízí například implementace replikace databáze pro zvýšení bezpečnosti nashromážděných dat; případně zkonstruování napojení na datové zdroje, jako je například AIXM. Tím by se nemusela ukládat data o dílčích informacích přímo do našeho systému, ale byla by pouze načtena z jiného datového zdroje. Zároveň by to ušetřilo práci administrátorovi, který tato data zadává v současné době ručně. Posledním příkladem dalšího vývoje může být statistická analýza nasbíraných dat, dále oba výše uvedené články navrhuji výpočet indexu rizikivosti letiště.

Prognózy dalšího vývoje letecké dopravy se nesou v kladném duchu, co se týče nárůstu množství provozu. Obnovení toku provozu po roce 2020 postupuje rychleji, než někteří z odborné letecké společnosti předpokládali. To přináší další výzvy pro všechny účastníky v letectví. Bohužel takovému provozu se občas nestandardní situace nevyhnou.



## Seznam použité literatury

- [1] *Section 3. Departure Procedures: DEPARTURE TERMINOLOGY*. FAA. Dostupné také z: [https://www.faa.gov/air\\_traffic/publications/atpubs/atc\\_html/chap4\\_section\\_3.html](https://www.faa.gov/air_traffic/publications/atpubs/atc_html/chap4_section_3.html)
- [2] *Major U.S. Air Carrier Delays, Cancellations, and Diversions* [online]. In: . Bureau of Transportation Statistics [cit. 2022-11-01]. Dostupné z: <https://www.bts.gov/content/major-us-air-carrier-delays-cancellations-and-diversions>
- [3] EUROCONTROL. *EUROCONTROL standard inputs for economic analyses* [online]. 20/11/20-47. 2020, [cit. 2022-11-01]. 9. ISBN 9782874971129.
- [4] *Network Operations Report 2020: Main Report*. 1. EUROCONTROL, 2021. Dostupné také z: <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/2021-04/eurocontrol-annual-nor-2020-main-report.pdf>
- [5] HAMZA, Marek. *ALTERNATIVNÍ METODA OVĚŘOVÁNÍ SYSTÉMU PAPI*. Praha, 2020. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze. Vedoucí práce Pleninger Stanislav.
- [6] WENDT, Philippe, Augusto VOLTES-DORTA a Pere SUAUI-SANCHEZ. Estimating the costs for the airport operator and airlines of a drone-related shutdown: an application to Frankfurt international airport. *Journal of Transportation Security* [online]. 2020, **13**(1-2), 93-116 [cit. 2022-11-02]. ISSN 1938-7741. Dostupné z: doi:10.1007/s12198-020-00212-4
- [7] *Předpis L 6/I: Provoz letadel - Část I*. In: . CZ: Ministerstvo dopravy, 2020, číslo 44. Dostupné také z: <https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-6i/index.htm>
- [8] ŠPÁK, Miroslav a Peter OLEXA. Enhancement of the diversion airport selection methodology. *Transportation Research Procedia* [online]. 2020, **51**, 232-242 [cit. 2021-02-07]. ISSN 23521465. Dostupné z: doi:10.1016/j.trpro.2020.11.026
- [9] *Aerodrome Design Manual (Doc 9157): Part 2 - Taxiways, Aprons and Holding Bays*. 5. Montreal, Canda: ICAO, 2020. ISBN 978-92-9258-864-9. DOC-09157-005-02.



- [10] AYRA, Eduardo, David INSUA a Javier CANO. To Fuel or Not to Fuel? Is that the Question?. *Journal of the American Statistical Association* [online]. 2014, **109**(506), 465-476 [cit. 2022-11-06]. ISSN 0162-1459. Dostupné z: doi:10.1080/01621459.2013.879060
- [11] *IATA Airport Handling Manual* [online]. 11. IATA, 2022 [cit. 2022-11-14]. ISBN 978-92-9264-346-1.
- [12] *IATA Ground Operations Manual* [online]. 4. IATA, 2015 [cit. 2022-11-13]. ISBN 978-92-9252-464-7.
- [13] VYSOKÝ, Petr, Karel MALÝ a Vít FÁBERA. *Základy elektrotechniky: studijní modul 3 ; Základy elektroniky : studijní model 4*. Vyd. 1. Brno: CERM, 2003. ISBN 80-7204-315-3.
- [14] DRAXLER, Karel. *Aerodynamika, konstrukce a systémy letounů: studijní modul 11*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. ISBN 80-7204-367-6.
- [15] *Letecká informační příručka* [online]. [cit. 2022-09-11]. Dostupné z: [https://aim.rlp.cz/ais\\_data/aip/control/aip\\_obsah\\_cz.htm](https://aim.rlp.cz/ais_data/aip/control/aip_obsah_cz.htm)
- [16] NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) č. 965/2012 ze dne 5. října 2012, kterým se stanoví technické požadavky a správní postupy týkající se letového provozu podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 216/2008. In: . 2012, (EU) č. 965/2012. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:32012R0965>
- [17] SCHMIDT, Michael. A review of aircraft turnaround operations and simulations. *Progress in Aerospace Sciences* [online]. 2017, **92**, 25-38 [cit. 2022-11-16]. ISSN 03760421. Dostupné z: doi:10.1016/j.paerosci.2017.05.002
- [18] Nařízení Komise (ES) č. 859/2008 ze dne 20. srpna 2008 , kterým se mění nařízení Rady (EHS) č. 3922/91, pokud jde o společné technické požadavky a správní postupy platné pro obchodní leteckou dopravu. In: . 2008. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX:32008R0859>





- [19] ABD ALLAH MAKHLOOF, M., M. ELSAYED WAHEED a Usama EL-RAOUF BADAWI. Real-time aircraft turnaround operations manager. *Production Planning & Control* [online]. 2012, **25**(1), 2-25 [cit. 2022-11-16]. ISSN 0953-7287. Dostupné z: doi:10.1080/09537287.2012.655800
- [20] *Letecká informační služba: O nás* [online]. Řízení letového provozu České republiky, státní podnik [cit. 2022-11-16]. Dostupné z: <https://aim.rlp.cz/?lang=cz&p=o-nas>
- [21] *Aeronautical Information Manual: Official Guide to Basic Flight Information and ATC Procedures*. U.S. Department of Transportation, FAA, 2017. Dostupné také z: [https://www.faa.gov/air\\_traffic/publications/media/aim.pdf](https://www.faa.gov/air_traffic/publications/media/aim.pdf)
- [22] *AisView 3.9* [online]. Řízení letového provozu České republiky, státní podnik [cit. 2022-11-17]. Dostupné z: <https://aisview.rlp.cz/>
- [23] *Předpis L 15: Předpis o letecké informační službě*. Předpis o letecké informační službě, 2020. Dostupné také z: <https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-15/index.htm>
- [24] *Annex 15: Aeronautical Information Services*. 16th. ICAO, 2018. ISBN 978-92-9258-033-9.
- [25] *Aeronautical Information Exchange Model* [online]. EUROCONTROL [cit. 2022-11-30]. Dostupné z: <https://www.aixm.aero/>
- [26] *AIXM Model - HTML Documentation* [online]. EUROCONTROL [cit. 2022-11-30]. Dostupné z: <https://www.aixm.aero/sites/aixm.aero/files/imce/AIXM511HTML/index.html>
- [27] *FAA AIXM 5 Viewer* [online]. In: . [cit. 2022-09-18]. Dostupné z: <https://www.aixm.aero/document/faq-aixm-viewer>
- [28] *Airport Corner: A key product enhancing network awareness & network performance*. Eurocontrol, 2020. Dostupné také z: <https://www.eurocontrol.int/article/airport-corner-enhancing-network-awareness-performance>



- [29] *Public Airport Corner: Diversion Capabilities* [online]. In: . [cit. 2022-11-17]. Dostupné z: [https://ext.eurocontrol.int/airport\\_corner\\_public/diversion\\_capabilities](https://ext.eurocontrol.int/airport_corner_public/diversion_capabilities)
- [30] KISTAN, Trevor, Alessandro GARDI, Roberto SABATINI, Subramanian RAMASAMY a Eranga BATUWANGALA. An evolutionary outlook of air traffic flow management techniques. *Progress in Aerospace Sciences* [online]. 2017, **88**, 15-42 [cit. 2022-11-30]. ISSN 03760421. Dostupné z: doi:10.1016/j.paerosci.2016.10.001
- [31] *ICAO: API Data Service* [online]. [cit. 2022-11-17]. Dostupné z: <https://www.icao.int/Aviation-API-Data-Service/Pages/default.aspx>
- [32] OLEXA, Peter, Miroslav SPAK, Slobodan STOJIC, Sebastien LAN a Marek HAMZA. Static Validation of the Enhanced Diversion Airport Selection Methodology. *2022 New Trends in Civil Aviation (NTCA)* [online]. IEEE, 2022, 141-146 [cit. 2022-11-26]. ISBN 978-80-01-06985-1. Dostupné z: doi:10.23919/NTCA55899.2022.9934219
- [33] *TEXT 2: LKTB AD 2.20 PRAVIDLA PRO MÍSTNÍ PROVOZ*. AIM, ANS CZ, 14 JUL 22. Dostupné také z: [https://aim.rlp.cz/ais\\_data/aip/data/valid/a2-tb-txt2.pdf](https://aim.rlp.cz/ais_data/aip/data/valid/a2-tb-txt2.pdf)
- [34] ZOZUS, Meredith. *The Data Book: Collection and Management of Research Data* [online]. 1st Edition. Boca Raton: CRC Press: Chapman and Hall/CRC, 2017 [cit. 2022-11-18]. ISBN 9781315151694. Dostupné z: doi:10.1201/9781315151694
- [35] WEST, Matthew. *Developing high quality data models* [online]. 1. Amsterdam: Morgan Kaufmann is an imprint of Elsevier, 2011 [cit. 2022-10-08]. ISBN 978-012-3751-072.
- [36] POWELL, Gavin. *Database Modeling Step by Step* [online]. CRC Press, 2020 [cit. 2022-09-18]. ISBN 9781000055603.
- [37] PHILLIPS, Patricia Pulliam a Cathy A. STAWARSKI. *Data collection: planning for and collecting all types of data*. 2. San Francisco: Pfeiffer, 2008. ISBN 978-0-7879-8718-3.



- [38] JORGENSEN, Adam. *Microsoft SQL server 2012 bible* [online]. Indianapolis: Wiley, 2012 [cit. 2022-10-01]. ISBN 978-1-118-10687-7.
- [39] KLEPPMANN, Martin. *Designing data-intensive applications: the big ideas behind reliable, scalable, and maintainable systems*. First edition. Beijing: O'Reilly, 2017. ISBN 9781449373320.
- [40] *Aircraft Type Designators (Doc 8643/50)*. 50. Montreal, Canada: ICAO, 2022. DOC-08643-022-00.
- [41] WIJEGUNARATNE, Indrajit a George FERNANDEZ. *Distributed Applications Engineering* [online]. London: Springer London, 1998 [cit. 2022-11-27]. Practitioner Series. ISBN 978-3-540-76210-2. Dostupné z: doi:10.1007/978-1-4471-1550-2
- [42] *29148-2018 - ISO/IEC/IEEE International Standard - Systems and software engineering -- Life cycle processes -- Requirements engineering* [online]. IEEE [cit. 2022-11-20]. Dostupné z: doi:10.1109/IEEESTD.2018.8559686
- [43] ESTDALE, John a Elli GEORGIADOU. Applying the ISO/IEC 25010 Quality Models to Software Product. In: LARRUCEA, Xabier, Izaskun SANTAMARIA, Rory V. O'CONNOR a Richard MESSNARZ, ed. *Systems, Software and Services Process Improvement* [online]. Cham: Springer International Publishing, 2018, s. 492-503 [cit. 2022-11-20]. Communications in Computer and Information Science. ISBN 978-3-319-97924-3. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-319-97925-0\_42
- [44] THE PHPMYADMIN PROJECT. *PhpMyAdmin: 5.2.0*. [Computer Software]. License GNU General Public License 2. Dostupné také z: <https://www.phpmyadmin.net/>
- [45] WORDPRESS FOUNDATION. *WordPress: 6.1.1*. [Computer Software]. License GPLv2 or later. Dostupné také z: <https://wordpress.org/download/>
- [46] *Google chart tools*. Apache License 2.0: [Computer Software], GOOGLE. Dostupné také z: <https://developers.google.com/>



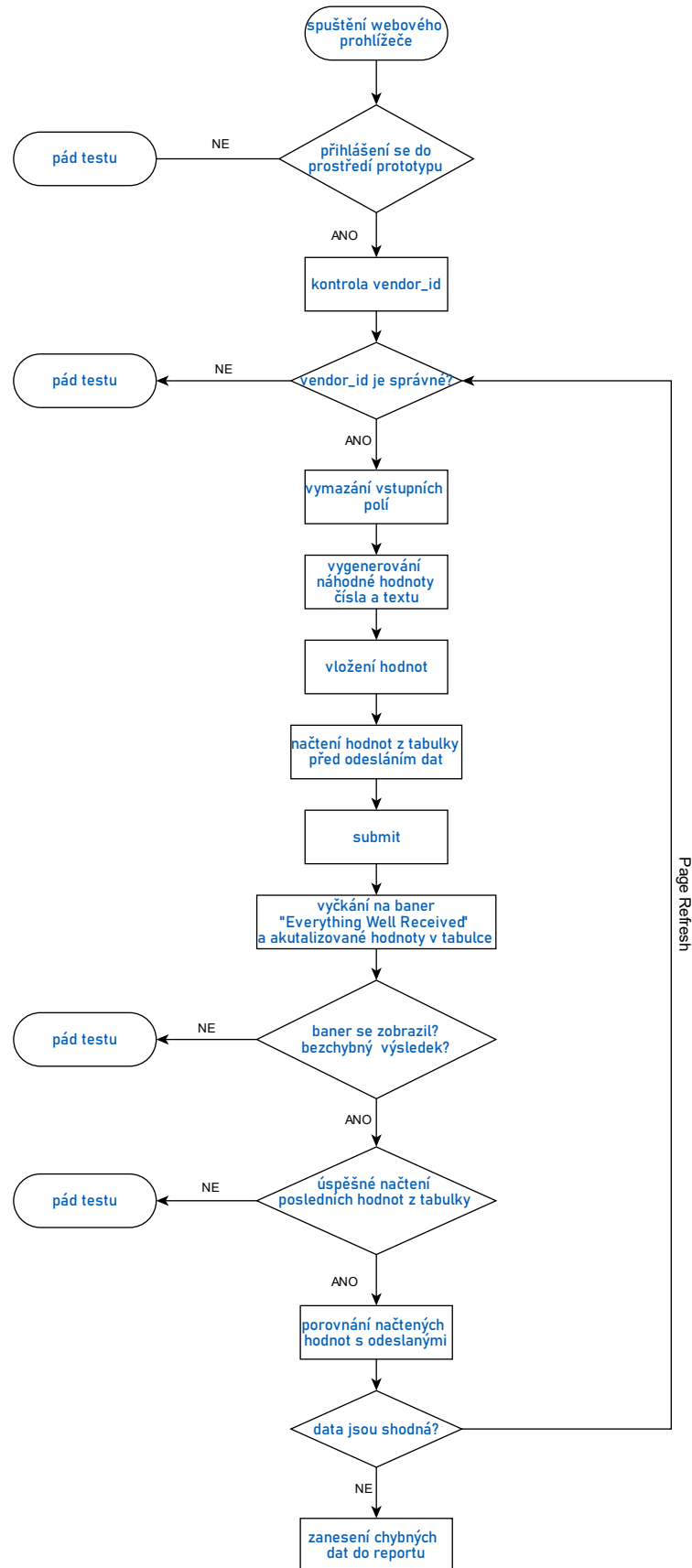
- [47] *OpenStreetMap* [online]. Licensee ODbL 1.0, [Computer Software]. Dostupné také z: <https://www.openstreetmap.org/>
- [48] ORACLE CORPORATION. *MySQL*. [Computer Software]. License GPLv2 or proprietary. Dostupné také z: <https://www.mysql.com/>
- [49] *Microsoft: Visual Studio Code*. [Computer Software]. MIT License. Dostupné také z: <https://code.visualstudio.com/>
- [50] MAO, Huachao. *REST Client Extension for Visual Studio Code: v0.25.0*. [Computer Software]. MIT License. Dostupné také z: <https://github.com/Huachao/vscode-restclient>
- [51] *Selenium: WebDriver*. [Computer Software]. Apache License 2.0. Dostupné také z: <https://www.selenium.dev/>
- [52] ŠPALEK, Ondřej. *Pokročilé možnosti automatizovaného testování nástrojem Selenium Webdriver*. Praha, 2016. Dostupné také z: <https://insis.vse.cz/zp/51517/podrobnosti>. Diplomová práce. Vysoká škola ekonomická v Praze. Vedoucí práce Buchalceková, Alena.
- [53] JETBRAINS. *IntelliJ IDEA: 2022.2.3*. [Computer Software]. Apache License 2.0. Dostupné také z: <https://www.jetbrains.com/idea/download/#section=windows>
- [54] JACOBS, Sven. *Lorem Ipsum: v1*. [Computer Software]. MIT License. Dostupné také z: <https://loremipsum.sourceforge.net/>
- [55] BEUST, Cédric. *TestNG: TestNG v7.6.1*. [Computer Software], Apache License 2.0. Dostupné také z: <https://github.com/cbeust/testng>
- [56] *Ground Servicing Guide* [online]. PILATUS AIRCRAFT LTD, 2021 [cit. 2022-11-14]. Dostupné z: <https://www.pilatus-aircraft.com/en/downloads#techpub/pc-24/groundserviceinformation>



- [57] Diagram - Apron / Aircraft Stands: Found in AIXM\_v.5.1.1.AIXM.AIXM Features.AirportHeliport.Apron package. In: *AIXM Model - HTML Documentation - Home* [online]. [cit. 2022-11-17]. Dostupné z: [https://www.aixm.aero/sites/aixm.aero/files/imce/AIXM511HTML/AIXM/Diagram\\_AircraftStands.html](https://www.aixm.aero/sites/aixm.aero/files/imce/AIXM511HTML/AIXM/Diagram_AircraftStands.html)
- [58] BøEGH, Jørgen. A New Standard for Quality Requirements. *IEEE Software* [online]. 2008, **25**(2), 57-63 [cit. 2022-11-20]. ISSN 0740-7459. Dostupné z: doi:10.1109/MS.2008.30
- [59] *AIRCRAFT CHARACTERISTICS AIRPORT AND MAINTENANCE PLANNING: A320*. Rev: Dec 01/20. AIRBUS S.A.S. Customer Services Technical Data Support and Services. Dostupné také z: <https://www.airbus.com/sites/g/files/jlcbta136/files/2021-11/Airbus-Commercial-Aircraft-AC-A320.pdf>
- [60] BEAULIEU, Alan. *Learning SQL: 2nd Edition*. O'Reilly Media, Inc., 2009. ISBN 9780596520830.
- [61] Four Architecture Choices for Application Development in the Digital Age. In: *IBM* [online]. [cit. 2022-11-30]. Dostupné z: <https://www.ibm.com/cloud/blog/four-architecture-choices-for-application-development>



## Příloha 1



Obrázek 0-1: Flowchart testu, [vlastní]