

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

---

Fakulta dopravní  
Ústav letecké dopravy

Jan Fousek

Návrh optimalizace systému EFSS na stanovišti TWR  
Ruzyně

Diplomová práce

**2015**



**K621**..... **Ústav letecké dopravy**

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

**Bc. Jan Fousek**

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

**N 3710 – PL – Provoz a řízení letecké dopravy**

Název tématu (česky): **Návrh optimalizace systému EFSS na stanovišti  
TWR Ruzyně**

Název tématu (anglicky): The Proposal to Optimize the EFSS at TWR Ruzyně

### **Zásady pro vypracování**

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

- Úvod
- Strip a jeho funkce
- Popis systému EFSS
- Stripy na jiných stanovištích
- Analýza současného stavu systému EFSS
- Návrh optimalizace systému EFSS na stanovišti TWR Ruzyně
- Závěr

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: Směrnice ŘLP ČR s.p. k systému EFSS  
Předpisy řady L  
AIP ČR

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. Jiří Šála**  
**Ing. Stanislav Pleninger, Ph.D.**

Datum zadání diplomové práce:

**31. července 2014**

(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:

**31. května 2015**

- 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. Daniel Hanus, CSc.  
vedoucí  
Ústavu letecké dopravy



prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek  
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.



Bc. Jan Fousek  
jméno a podpis studenta

V Praze dne.....31. července 2014

## **Prohlášení**

Nemám závažný důvod proti užívání 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).

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

V Praze dne 31. května 2015

.....

### **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Jiřímu Šálovi, vedoucímu mé diplomové práce, za čas, který mi věnoval, za odborné konzultace, rady a vstřícnost při psaní diplomové práce.

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

Návrh optimalizace systému EFSS na stanovišti TWR Ruzyně

Diplomová práce

2015

Jan Fousek

### **Abstrakt**

Cílem této diplomové práce je analyzovat současný stav systému EFSS na stanovišti TWR Ruzyně a navrhnout optimalizaci tohoto systému. V teoretické části této práce je detailně popsán systém elektronických stripů na stanovišti TWR Ruzyně. V další části jsou na základě testování tohoto systému na 3D simulátoru identifikována slabá místa a problémy spojené s užíváním tohoto systému. Poslední část obsahuje návrh řešení těchto problémů a návrh celkové optimalizace systému EFSS na stanovišti TWR Ruzyně.

### **Klíčová slova**

Systém elektronických letových proužků, strip, řízení letového provozu, TWR, optimalizace

### **Abstract**

The objective of this thesis is to analyze the current state of the EFSS system on TWR Ruzyně and propose optimization of this system. In the theoretical part of this thesis, the electronic flight strip system on TWR Ruzyně is described. In the next part, weaknesses and problems connected with this system are identified based on tests, which took place on the 3D simulator. The last part contains a proposal for solving these problems and design of the overall optimization of EFSS system on TWR Ruzyně.

### **Key words**

Electronic flight strip system, strip, air traffic control, TWR, optimization

## Obsah

|  |    |
|--|----|
| Obsah.....   | 7  |
| Seznam použitých zkratek.....  | 8  |
| 1. Úvod.....   | 11 |
| 1.1 Historie stripů.....   | 11 |
| 1.2 Důvody zavedení EFSS.....  | 14 |
| 2. Strip a jeho funkce.....  | 16 |
| 2.1 Papírový strip.....  | 16 |
| 2.2 Elektronický strip.....  | 17 |
| 3. Popis systému EFSS.....   | 24 |
| 3.1 HW.....  | 24 |
| 3.2 Konfigurace EFSS.....  | 26 |
| 3.3 Zobrazení elektronických stripů.....                               | 27 |
| 3.4 Základní rozložení EFSB na jednotlivých pozicích a strip flow..... | 29 |
| 3.5 EFSS – spolupráce s ostatními systémy.....                         | 38 |
| 4. Stripy na jiných stanovištích.....                                  | 47 |
| 4.1 Stripy na APP.....   | 47 |
| 4.2 Stripy na ACC.....   | 48 |
| 4.3 Stripy na regionálních letištích.....                              | 50 |
| 4.4 Konkurenční řešení.....  | 54 |
| 5. Analýza současného stavu systému EFSS.....                          | 57 |
| 5.1 Identifikace problémů – vysoká priorita.....                       | 57 |
| 5.2 Identifikace problémů – střední priorita.....                      | 58 |
| 5.3 Identifikace problémů – nízká priorita.....                        | 60 |
| 6. Návrh optimalizace systému EFSS na stanovišti TWR Ruzyně.....       | 63 |
| 6.1 Návrh řešení problémů – vysoká priorita.....                       | 63 |
| 6.2 Návrh řešení problémů – střední priorita.....                      | 67 |
| 6.3 Návrh řešení problémů – nízká priorita.....                        | 71 |
| 7. Závěr.....  | 74 |
| 8. Použité zdroje.....   | 76 |

## Seznam použitých zkratk

|         |   |   |
|---------|---|---|
| ATA     | Actual Time of Arrival                                | Skutečný čas příletu                                  |
| ATD     | Actual Time of Departure                              | Skutečný čas odletu                                   |
| ASN     | Advanced Safety Nets                                  |   |
| A-SMGCS | Advanced Surface Movement Guidance and Control System |   |
| ADEP    | Aerodromes of Departure                               | Letiště odletu  |
| ADES    | Aerodromes of Destination                             | Letiště destinace                                     |
| ATC     | Air Traffic Control                                   | Řízení letového provozu                               |
| ATFM    | Air Traffic Flow Management                           | Uspořádání toku letového provozu                      |
| A-CDM   | Airport Collaborative Decision Making                 |   |
| APP     | Approach Control Service                              | Přibližovací služba řízení                            |
| ACC     | Area Control Centre or Area Control                   | Oblastní středisko řízení nebo oblastní služba řízení |
| AMAN    | Arrival Manager                                       |   |
| ARR     | Arrival   | Přílet  |
| ATIS    | Automatic Terminal Information Service                | Automatická informační služba koncové řízení oblasti  |
| AWOS    | Automated Weather Observing System                    | Automatizovaný meteorologický systém pozorování       |
| CDD     | Clearance Delivery Dispatcher                         |   |
| CFMU    | Central Flow Management Unit                          | Středisko uspořádání toku letového provozu            |
| CNS     | Communications, Navigation and Surveillance           |   |
| CTA     | Control Area  | Řízená oblast   |
| CTOT    | Calculated Take Off Time                              | Vypočítaný čas vzletu                                 |
| CTR     | Control Zone  | Řízený okresek  |
| CWS     | Controllers Work Station                              | Uživatelské stanice řídících                          |
| DCU     | Departure Capacity Update                             | Funkce aktualizace kapacity odletů                    |
| DEP     | Departure   | Odlet   |
| DI      | De-ice  | Odmrazování   |
| DLA     | Delay   | Zpoždění (označení druhu zprávy)                      |
| DMAN    | Departure Manager                                     |   |
| DPI     | Departure Planning Information                        |   |



|      |   |   |
|------|---|---|
| DTW  | Departure Tolerance Window                          |   |
| EC   | Executive Controller                                |   |
| EFS  | Electronic Flight Strip                             | Elektronický letový proužek                               |
| EFSB | Electronic Flight Strip Board                       | Elektronická postupová tabule stripů                      |
| EFSS | Electronic Flight Strip System                      | System elektronických letových proužků                    |
| EOBT | Estimated off-block time                            | Předpokládaný čas zahájení poježdění                      |
| ESUP | FDP system  | System pro zpracování dat letových plánů                  |
| ETA  | Estimated Time of Arrival or Estimating Arrival     | Předpokládaný čas přiletu nebo předpokládaný přilet       |
| ETD  | Estimated Time of Departure or Estimating Departure | Předpokládaný čas odletu nebo předpokládaný odlet         |
| FAF  | Final Approach Fix                                  | Fix konečného přiblížení                                  |
| FAM  | Flight Activation Monitoring                        | Monitorování aktivace letu                                |
| FDP  | Flight Data Processing                              | Zpracování letových údajů                                 |
| FL   | Flight Level  | Letová hladina  |
| FLS  | Flight Suspension Message                           | Zpráva o zastavení letu                                   |
| FPL  | Filed Flight Plan                                   | Podaný letový plán  |
| GEC  | Ground Executive Controller                         |   |
| HIF  | Hand in First                                       |   |
| CHG  | Modification (message type designator)              | Změna (označení druhu zprávy)                             |
| ICAO | International Civil Aviation Organization           | Mezinárodní organizace pro civilní letectví               |
| IDP  | Information Data Processing system                  |   |
| IFR  | Instrument Flight Rules                             | Pravidla pro let podle přístrojů                          |
| LAN  | Local Area Network                                  | Místní počítačová síť                                     |
| LKPR | ICAO code of Praha Ruzyně airport                   | ICAO kód letiště Praha Ruzyně                             |
| LVP  | Low Visibility Procedures                           | Postupy za nízké dohlednosti                              |
| MIL  | Military  | Vojenský  |
| NMOC | Network Manager Operations Centre                   | Centrální stanoviště pro uspořádání sítě letového provozu |
| OLDI | On-line Data Interchange                            | Výměna dat on-line  |
| PC   | Planning Controller                                 |   |
| QFU  | Magnetic orientation of runway                      | Magnetický směr RWY                                       |

|                |   |  |
|----------------|---|--|
| QNH            | Altimeter sub-scale setting                   | Nastavení tlakové stupnice               |
| RVSM           | Reduced Vertical Separation Minimum           | Snížené minimum vertikálního rozstupu    |
| RWY            | Runway  | Dráha                                    |
| ŘLP<br>ČR,s.p. | Air Navigation Services of the Czech Republic | Řízení letového provozu, státní podnik   |
| SAM            | Slot Allocation Message                       | Zpráva o přiřazení slotu                 |
| SPS            | Special Strips                                | Speciální stripy                         |
| SRM            | Slot Revision Message                         | Zpráva o změně slotu                     |
| SSR            | Secondary Surveillance Radar                  | Sekundární přehledový radar              |
| STW            | Slot Tolerance Window                         |  |
| SUM            | Start Up Manager                              | Název systému                            |
| SUR            | Surveillance                                  | Přehled                                  |
| TEC            | Tower Executive Controller                    |  |
| TL             | Transition Level                              | Převodní hladina                         |
| TPC            | Tower Planning Controller                     |  |
| TSAT           | Target Start - Up Approval Time               | Cílový čas povolení spuštění motorů      |
| TSC            | Tower Senior Controller                       | Vedoucí směny                            |
| TWR            | Aerodrome Control Tower or Aerodrome Control  | Letištní řídicí věž nebo letištní řízení |
| UTC            | Coordinated Universal Time                    | Světový koordinovaný čas                 |
| VCS            | Voice Communication System                    | Hlasový komunikační systém               |
| VFR            | Visual Flight Rules                           | Pravidla pro let za viditelnosti         |
| WLAN           | Wireless Local Area Network                   | Lokální bezdrátová síť                   |
| WTC            | Wake Turbulence Category                      | Kategorie turbulence v úplavu            |
| ZVFR           |   | Zvláštní let VFR                         |

## 1. Úvod

Tato práce se zabývá systémem elektronických stripů na stanovišti TWR Ruzyně. V první části práce jsou definovány základní pojmy související s tímto systémem, jsou vysvětleny důvody zavedení tohoto systému s přihlédnutím k historii a s ohledem na další vývoj řízení letového provozu. Dále je popsána funkce elektronických stripů a jsou zde uvedeny jiné varianty řešení, ať už používané na jiných stanovištích v ŘLP ČR s.p., nebo náhled konkurenčních systémů používaných v jiných zemích. Ve druhé fázi je popsán současný stav systému a jsou identifikovány základní nedostatky. V poslední části této práce je popsán návrh řešení problémů identifikovaných v předchozí části.

Electronic Flight Strip System (EFSS) je systém elektronických letových proužků používaný na stanovišti TWR Ruzyně, které poskytuje letištní službu řízení letového provozu. V roce 2008 bylo v ŘLP ČR, s.p., rozhodnuto o zavedení systému elektronických letových proužků na TWR Ruzyně. Práce na projektu byly zahájeny v následujícím roce 2009 a k implementaci systému došlo v roce 2013. Tento systém nahradil klasické papírové stripy, které se používaly v minulosti a které se stále používají například na stanovišti APP Praha. Původní myšlenkou bylo snížit zátěž řídicích letového provozu, zvýšit bezpečnost a efektivitu v poskytování služeb řízení letového provozu. K tomu mělo přispět i jednotné vybavení všech pracovních míst na TWR Ruzyně. Dalším z cílů bylo zachovat stávající postupy a neměnit role jednotlivých pracovišť na TWR.

Systém poskytuje pro řídicí tyto funkce [12]:

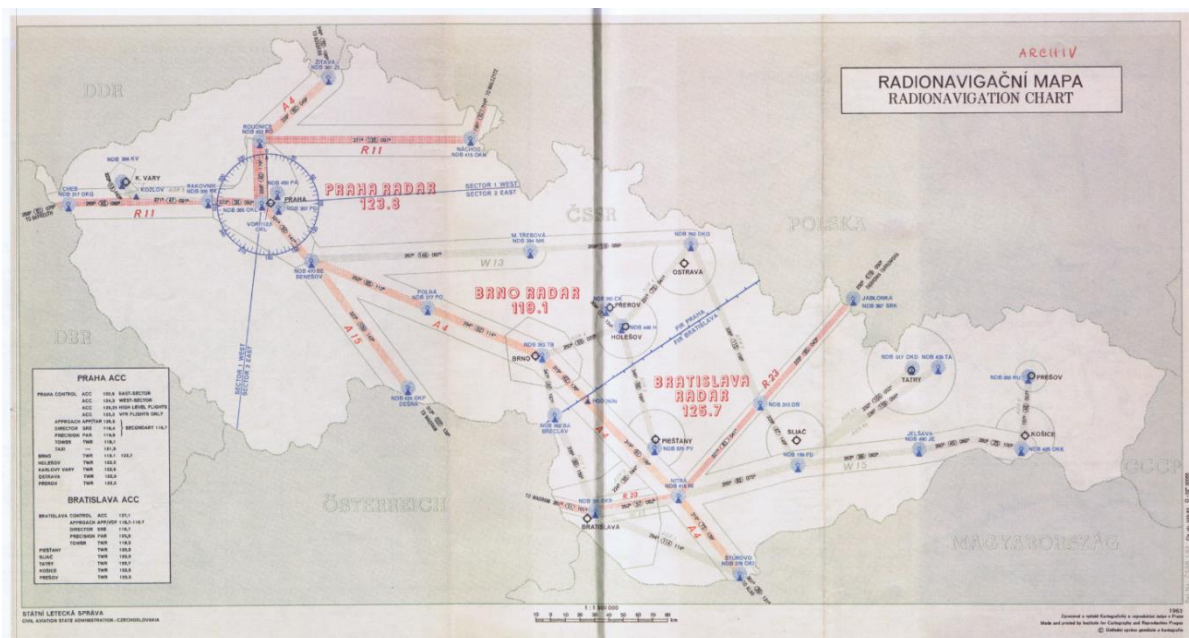
- prezentuje data letového plánu (volací znak, typ letadla, ADEP, ADES, atd.) a související informace (číslo stání, CDM data, ETA, ATA, ETD, ATD, pojezdovou dráhu atd.)
- zobrazuje QNH
- zobrazuje převodní hladinu TL
- zobrazuje písmeno ATIS
- funkce obsazení dráhy – předávání odpovědnosti
- automatické zhasínání stop příček
- záznam dat pro statistické účely

Dodavatelem tohoto systému pro ŘLP ČR, s.p. je norská firma INDRA NAVIA AS.

### 1.1 Historie stripů

V minulosti se letový provoz řídil za pomoci procedurálního řízení, tedy na základě pozic hlášených posádkami letadel. Zpočátku se používal pouze blok s evidencí o letech. Z něj šlo ale velmi špatně detekovat konflikty a vyžadoval velkou představivost. Proto první reálnou

pomůckou pro řídicí letového provozu byla tzv. „mapa“, což byla podrobná mapa struktury vzdušného prostoru a vedle ní kreslící prkno s milimetrovým papírem. Na jedné ose byl čas a na druhé vzdálenosti mezi jednotlivými úseky na letové cestě. Tato mapa byla při nízké hustotě provozu a malém počtu letových cest relativně přehledná, avšak se zvyšující se hustotou letového provozu se na přelomu 50. a 60. let přešlo na letové proužky neboli tzv. stripy[19].



Obrázek 1 Radionavigační mapa [19]

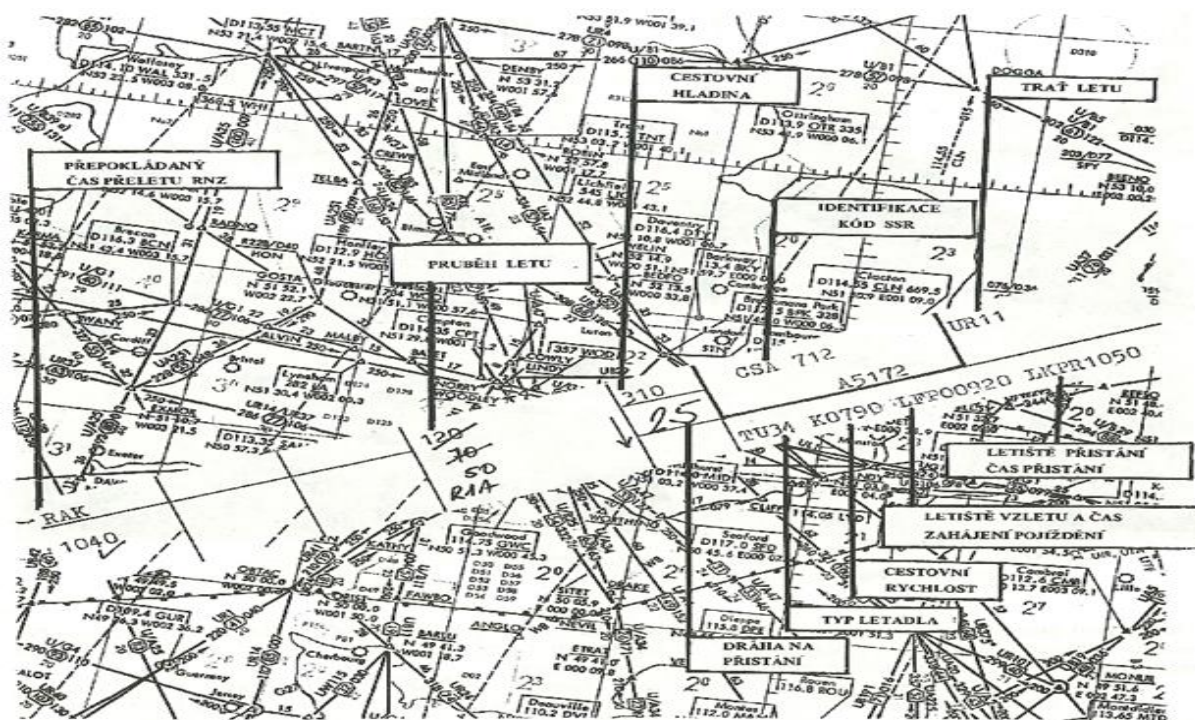
Stripy se nejprve vyplňovaly celé manuálně (později, od 70. lech 20. století se stripy tiskly na tiskárně letových proužků viz. obrázek 2) především na základě došlých letových plánů. To bylo velice zdouhavé a velký počet stripů byl nečitelný, protože byly psány v rychlosti, obzvláště v době hustého provozu, kdy bylo třeba vypsát velký počet stripů. Původně, při procedurálním řízení, se totiž používal systém – pro jeden let tolik stripů, kolik radionavigačních zařízení bude letadlo přelétat. Konflikty mezi letadly se pak počítaly pro každé radionavigační zařízení zvlášť. Pokud tedy letadlo na trati minulo 5 radionavigačních zařízení, bylo třeba vypsát 5 stripů a ty pak zařadit do postupové tabule[19].

V roce 1993 se s přechodem na systém E200 změnil systém vypisování stripů a to tak, že na stanovišti ACC pro 1 let v 1 sektoru byl vytištěn 1 strip, na stanovišti APP byl vytištěn 1 strip pro přílet a 1 strip pro odlet letadla.

K usnadnění orientace ve stripech se používaly barvy značící směrování letu. Nejprve se používaly dvoubarevné ručně vyplňované stripy a to červený pro let k Praze a černý pro let od Prahy. Ze začátku existovaly pouze 4 letové cesty, které všechny vedly přes Prahu a tak bylo jednoduché určit co je let k Praze a co let od Prahy. Poté se přešlo na jednobarevné stripy odlišené barvou držáku (stále vyplňovaných ručně). Později se díky pokroku v automatizaci

začaly používat předvyplněné stripy tištěné tiskárnou. S přibývajícím počtem letových cest už bylo velmi obtížné určit, kterým směrem let směřuje. Proto se přešlo na modré držáky – lety na východ v lichých hladinách a žluté – lety na západ v sudých hladinách. Na stanovištích APP a TWR se používali jiné barvy (červené – lety na západ, modré – lety na sever, černé – lety na východ a žluté – lety po trati VFR, nebo místní lety).

Od roku 2005 se na ACC Praha používají pouze elektronické stripy a tento systém se zavedl v roce 2013 i na TWR Ruzyně. Pouze na stanovišti APP Praha se stále používají papírové stripy. I na některých regionálních letištích se již přešlo na elektronické stripy.



Obrázek 2 APP strip 80. léta [21]

Stejně jako celý systém řízení letového provozu a jednotlivé zařízení pro podporu řízení, tak i samotné stripy procházely vývojem. Příkladem může být strip ze stanoviště APP, který se používal v 80. letech 20. století a naproti tomu současný APP strip.

|                       |               |             |                               |                                |                          |
|-----------------------|---------------|-------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| ↑                     | DOBEN<br>0850 | DOBEN<br>2H | SKYTRAVEL<br><b>TU51048</b> I | DOBEN<br>RUDAP                 | A                        |
|                       | 160           | 12          | 1415 F360                     | B737 / M N447 LKPR 0841 LIRF   |                          |
| 0000<br>LOMKI<br>0930 |               | +30         | CSA LINES<br><b>CSA9331</b> I | IAS<br>230<br>100<br>80<br>570 | HOG<br>A2V<br>120<br>200 |
| 170                   |               | 30          | 6407 F390                     | B735 / M N439 EGSB 0920 LKPR   |                          |

Obrázek 3 odletový a příletový strip - APP

## 1.2 Důvody zavedení EFSS

Hlavní důvody pro zavedení EFSS vyplynuly z analýzy potřeb řídicích letového provozu pro zabezpečení bezpečného a plynulého toku letového provozu a to i s ohledem na stále se zvyšující počet pohybů. Při tvorbě systému byl brán ohled na následující aspekty [1]:

sjednocení pracovních postupů na TWR

Papírové letové proužky umožňují částečnou variabilitu pracovních postupů. Každý řídicí používá trochu odlišné způsoby psaní poznámek na proužek a také používá jiné uspořádání proužků na pracovním stole. Tato variabilita může být za určitých okolností i zdrojem chyb, například při řešení nestandardních situací, kdy více lidí sdílí jednu postupovou tabuli. Účelem EFS bylo zavedení jednotných pracovních postupů.

ASN (Advanced Safety Nets)

Na TWR Ruzyně jsou dnes využívány výstražné funkce přehledového systému A-SMGCS (Advanced Surface Movement Guidance and Control System). Výstrahy mají informovat řídicího o případné kolizi mezi letadly nebo letadlem a vozidlem na pohybové ploše letiště. Algoritmus výpočtu těchto výstrah je založen pouze na fyzické poloze cílů a jejich kinematických parametrech.

Technické možnosti senzorů, především přesnost a pravděpodobnost detekce omezují využitelnost této funkce funkcí. Systém nezná úmysl posádek, cíl pohybu letadel ani poslední vydané povolení. Systém tak dokáže pouze informovat o blížícím se konfliktu. Preventivní funkce výstrahy je tak značně omezená. Pokud ale do systému přidáme další informace o vydaných povoleních a směru pohybu (vyčkávací místo, RWY, stání apod.), bude možné vydávat výstrahy na potenciální konfliktní situace mnohem dříve a poskytnout tak více času k jejich řešení. Systém nebude čekat s výstrahou na vznik nebezpečné situace, ale bude moci informovat obsluhu už při vydání konfliktního povolení.

plánovací nástroje

Vývoj v oblasti managementu letového provozu směřuje k zavedení plánovacích nástrojů, jako jsou DMAN (Departure Manager) nebo AMAN (Arrival Manager). Jako první z těchto nástrojů je na LKPR v provozu nástroj s názvem SUM (Start Up Manager), který byl zaveden v rámci projektu A-CDM (Advanced Collaborative Decision Making). Elektronické stripy jsou důležitým zdrojem vstupních dat pro tyto nástroje. EFS je hlavní pracovní nástroj řídicího. Do systému jsou zadávány různé stavy pohybů na letišti (pojždění, vytlačování, odmrazování apod.). Plánovací nástroje jsou pak schopny lépe předvídat příslušné sekvence na start, na přistání i lépe naplánovat vytížení vzdušného prostoru.

## DATALINK

ŘLP ČR, s.p., připravuje vydávání odletového povolení pomocí datalinku. Odletové povolení včetně odletové tratě bude datovým spojením zasláno a vytištěno přímo v kabině letadla. Odlehčí se tak komunikace na frekvenci CDD (Clearance Delivery Dispatcher) a zvýší se komfort pro piloty.

Elektronické stripky poskytnou uživatelské rozhraní pro obsluhu datalinku. Nebude potřeba ovládat další systém. Vydávání povolení bude integrováno do jednoho pracovního nástroje.

### jednotné vybavení na TWR

Dnešní technické vybavení TWR se skládá z různých systémů od různých výrobců. Každé pracovní místo je vybaveno odlišnou technologií a není tak možná vzájemná záměna pracovišť. EFSS je první krok k jednotnému vybavení všech pracovišť na TWR.

Budoucí jednotné pracoviště by mělo obsahovat:

- SUR (přehledovou) obrazovku pro zobrazení letadel i vozidel na letišti i v jeho blízkosti
- FDP systém pro práci s daty letového plánu, tuto funkci zastává právě EFSS
- systém pro prezentaci meteorologických údajů, ovládání světelných zařízení letiště a postupů LVP
- ovládání komunikační ústředny VCS, poskytuje GAREX.

Jednotné vybavení pracovních míst umožní kombinovat pracovní pozice podle aktuální dráhy v používání nebo v případě poruchy některého ze systémů si řídící bude moci přesednout na jiné záložní pracovní místo.

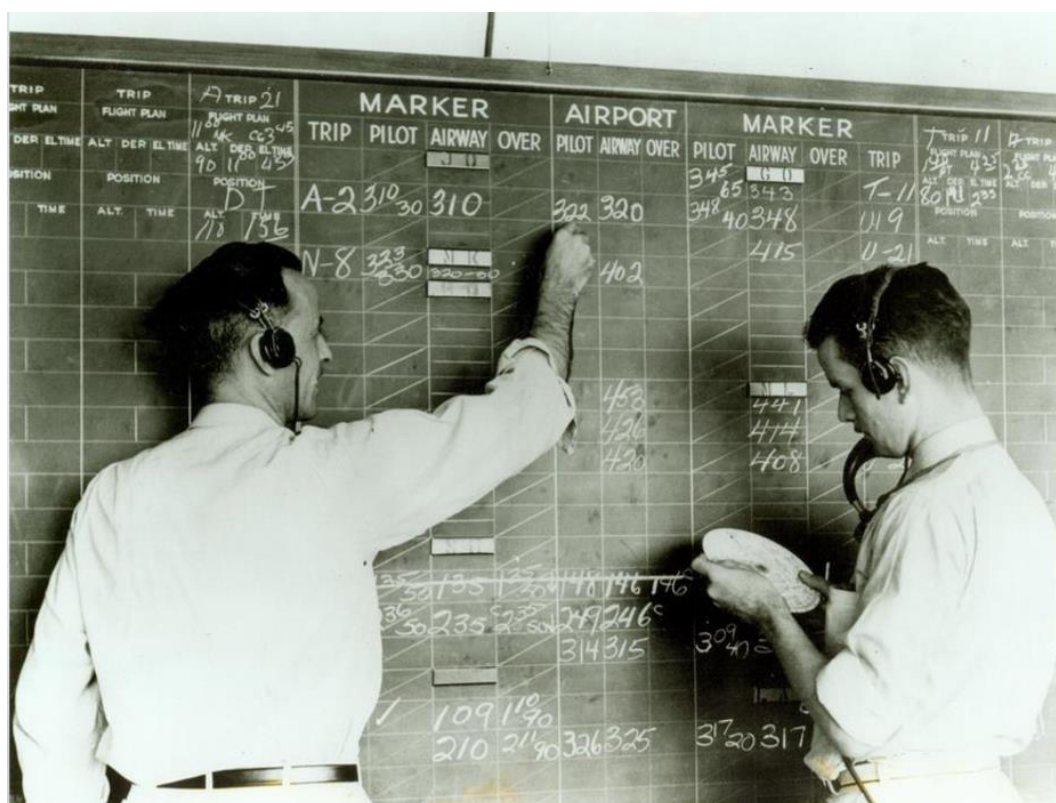
Jednotné vybavení umožní i připravenost TWR pro novou paralelní dráhu. Podle aktuální konfigurace dráhy v používání budou obsazeny příslušné stoly s optimálním výhledem na RWY.

## 2. Strip a jeho funkce

### 2.1 Papírový strip

Letový proužek neboli strip je de facto kousek papíru, na kterém jsou zobrazeny informace o jednotlivých letech, jejich identifikace, záměry, atd. Řídicí letového provozu díky ním získávají a udržují stálý přehled o aktuálním provozu. Tyto stripy se v České republice používají zhruba od přelomu 50. a 60. let, kdy byl letový provoz řízen procedurálně (bez použití radarů). V tu dobu byly stripy stěžejní součástí celého řízení letového provozu a na jejich základě se vypočítávaly konflikty letadel nad jednotlivými body. Dnes díky rozvoji CNS a ATM systémů jsou rozstupy zajišťovány pomocí radarů a dalších moderních technologií. I tak ale zůstávají stripy velmi důležitou součástí řízení letového provozu.

Papírové stripy se vkládají do plastových držáků (tyto držáky jsou barevně odlišeny a obvykle značí směr letu jednotlivých letadel), které se následně řadí do postupové tabule. V postupové tabuli se nachází stripy všech letadel, které jsou v danou chvíli v daném sektoru vzdušného prostoru, nebo na daném letišti. Krom toho se zde nachází i stripy letadel, o kterých se předpokládá, že v blízké době vstoupí do daného prostoru. Postupová tabule je vertikálně rozdělena do několika částí, které rozlišují jednotlivé fáze letu. Na obrázku 4 je předchůdce postupové tabule – údaje se zapisovaly křídou na předepsanou tabuli, odtud je také převzat název postupové tabule, i když se dnes jedná spíše o monitor.



Obrázek 4 Postupová tabule [20]



V podstatě se dá říct, že každý poskytovatel letových provozních služeb používá odlišné stripy, přizpůsobené svým potřebám. Tyto stripy se pak liší i podle jednotlivých stanovišť, avšak základní informace zobrazované ve stripech zůstávají obvykle stejné. Jsou to:

- Identifikace letadla, volací znak
- Typ letadla
- Letiště vzletu a destinace
- Požadovaná letová hladina (z letového plánu)
- Další informace jako čas vzletu, odletová, nebo příletová trať, atd.

Tyto data jsou generována z podaných letových plánů. Papírové stripy jsou předtištěny na tiskárně letových proužků. Do nich se následně mohou vpisovat poznámky a řídicí letového provozu si tyto stripy předávají podle toho, kdo má za letadlo zodpovědnost. Pokud letový plán nebyl podán, nebo z jakýchkoliv důvodů nefunguje spolupráce s danými systémy, je možnost vypisovat stripy manuálně.

## 2.2 Elektronický strip

### Obsah EFS

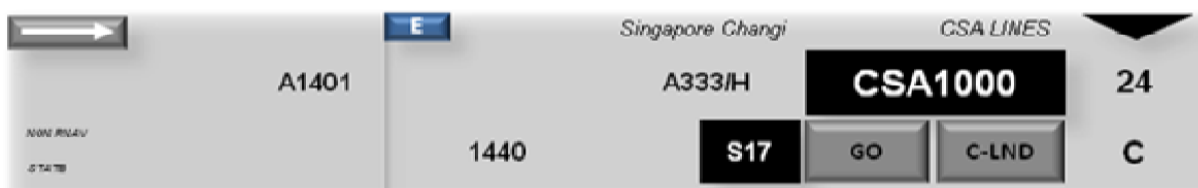
Elektronický strip je navržen tak, aby dokázal zastat funkci papírového stripu. Je rozdělen do polí, která jsou navržena tak, aby přehledně zobrazovala potřebné údaje o letu pro každou pracovní pozici. Některá z těchto polí jsou editovatelná. Pro provozní využívání byly definovány tři základní podoby stripu. [3]

### Uspořádání odletového stripu



Obrázek 5 Uspořádání odletového stripu [3]

### Uspořádání příletového stripu



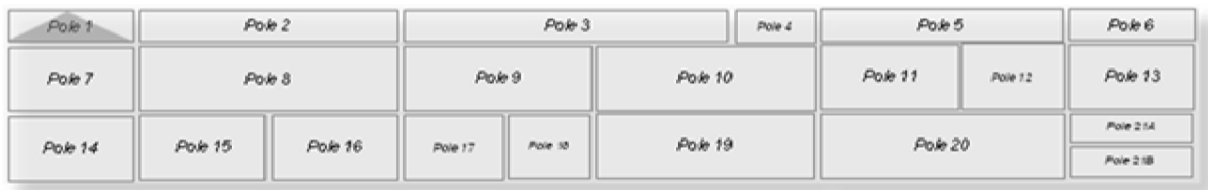
Obrázek 6 Uspořádání příletového stripu [3]

### Uspořádání přeletového stripu



Obrázek 7 Uspořádání přeletového stripu[3]

Elektronické stripy obsahují vždy 22 polí. Tyto pole mají v příletovém a přeletovém stripu stejnou pozici. Odletový strip je pak zrcadlovou kopií těchto stripů. Pokud je pole neobsazeno, není příslušný údaj k dispozici, nebo je pro daný stav letu irrelevantní.



Obrázek 8 Šablona pro popis stripu[3]

|         |  |          |                                       |
|---------|--|----------|---------------------------------------|
| Pole 1  | Symbol fáze letu                             | Pole 12  | Pozice pro odmrazování                |
| Pole 2  | Volací znak v otevřené řeči                  | Pole 13  | Poskytovatel Handlingu                |
| Pole 3  | ADES   | Pole 14  | Předpokládaná TWY pro vjezd na RWY    |
| Pole 4  | Strip tag extension trigger                  | Pole 15  | Tlačítko pro udělení povolení         |
| Pole 5  | Sekce DMAN                                   | Pole 16  | Tlačítko pro udělení povolení         |
| Pole 6  | Tlačítko regrese – vrátí strip o 1 krok zpět | Pole 17  | Číslo stání                           |
| Pole 7  | RWY  | Pole 18  | Indikátor letu VFR bez letového plánu |
| Pole 8  | Volací znak                                  | Pole 19  | Okno EOBT/ CTOT                       |
| Pole 9  | Typ letadla ICAO kód/WTC                     | Pole 20  | Písmeno ATIS                          |
| Pole 10 | Odletová trať                                | Pole 21a | Vybavení                              |
| Pole 11 | Kód SSR                                      | Pole 21b | Flight status                         |

#### Dělení EFS

V systému EFSS rozeznáváme celkem 3 typy elektronických stripů.

- EFS reprezentující lety na CWS TPC, TEC, GEC a CDD

- EFS reprezentující lety na CWS TSC
- EFS reprezentující poznámky

Tyto stripy můžeme rozdělit do několika kategorií a to podle formátu, směru letu, stavu letu, směru odletu, pravidel letu, nebo podle způsobu plánování letu. Stripy zobrazované na CWS TSC se liší od ostatních stanovišť pouze ve velikosti formátu, jinak je jejich dělení stejné.

Rozdělení EFS podle formátu na CWS TPC, TEC, GEC a CDD [2]:

- Basic (základní)
- Extended (rozšířený)



Obrázek 9 Rozdělení EFS podle formátu na CWS TPC, TEC, GEC a CDD[2]

Rozdělení EFS podle formátu na CWS TSC:

- Basic (jednořádkový)
- Extended (dvouřádkový)



Obrázek 10 Rozdělení EFS podle formátu na CWS TSC[2]

Rozdělení EFS podle směru letu:

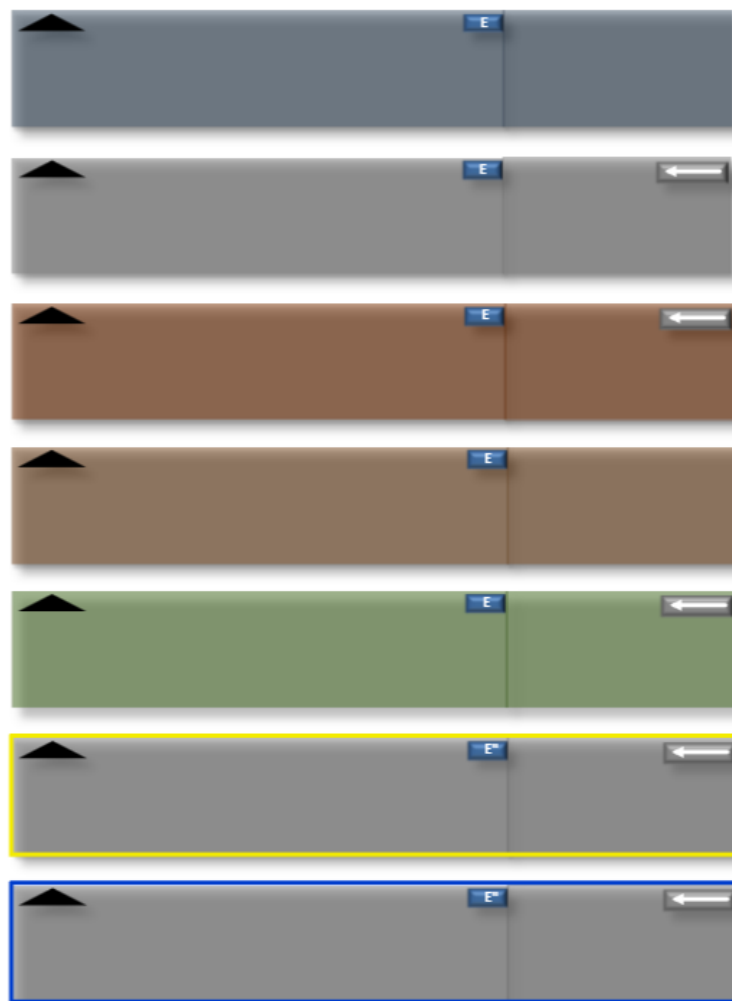
- Arrival (šipka v poli 1 směřuje dolů)
- Departure (šipka v poli 1 směřuje nahoru)
- En route (šipka v poli 1 směřuje doprava-doleva)



Obrázek 11 Rozdělení EFS podle směru letu[2]

Rozdělení EFS podle stavu letu:

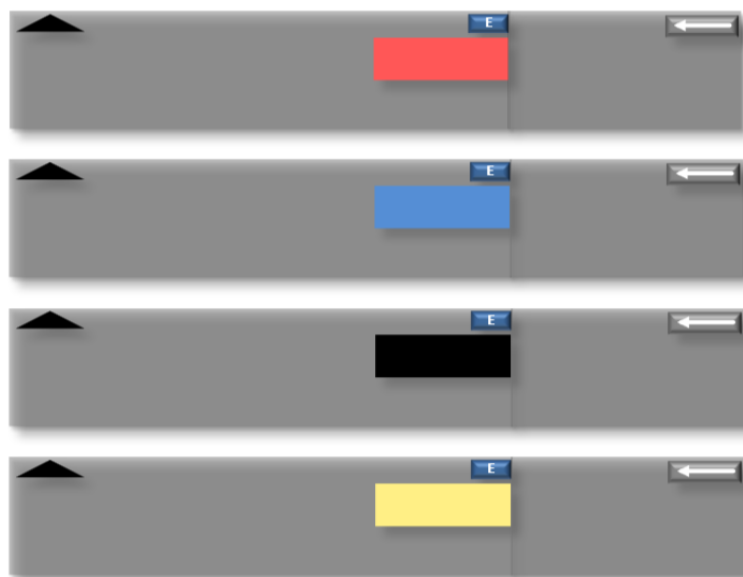
- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| • EFS Pending (pozadí šedomodré)      | let je neaktivní                                   |
| • EFS Active (pozadí bílé)            | let je aktivní                                     |
| • EFS Handed out (pozadí tmavý losos) | aktivní let ve fázi hand off                       |
| • EFS Handed in (pozadí světlý losos) | neaktivní let ve fázi hand off                     |
| • EFS Designated (pozadí zelené)      | kterýkoliv let, který je označen                   |
| • EFS Selected (žlutý rámeček)        | kterýkoliv let, který je vybrán                    |
| • EFS SUM out (modrý rámeček)         | kterýkoliv let, který je vyřazen z kalkulace A-CDM |



Obrázek 12 Rozdělení EFS podle stavu letu[2]

Rozdělení EFS podle směru odletu:

- EFS let na západ
- EFS let na sever
- EFS let na východ
- EFS po trati VFR nebo místní let



Obrázek 13 Rozdělení EFS podle směru odletu[2]

Rozdělení EFS podle pravidel letu:

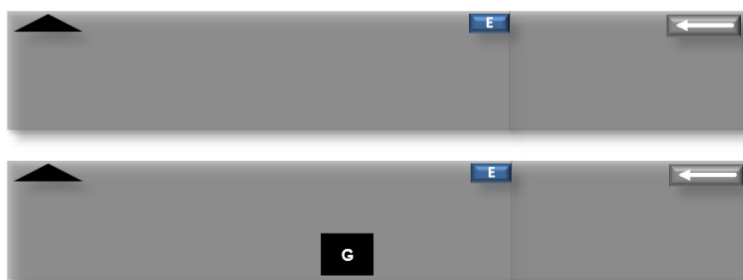
- EFS let IFR nebo kombinovaný začínající jako IFR
- EFS let VFR nebo kombinovaný začínající jako VFR



Obrázek 14 Rozdělení EFS podle pravidel letu[2]

Rozdělení EFS podle plánování letu:


- EFS let s podaným letovým plánem
- EFS let bez podaného letového plánu



Obrázek 15 Rozdělení EFS podle plánování letu[2]

EFS reprezentující poznámky:

- EFS formát pro poznámky jednořádkový



KRÁTKÁ POZNÁMKA

*Obrázek 16 EFS reprezentující poznámky[2]*

### 3. Popis systému EFSS

#### 3.1 HW

System EFSS NOVA 9000 používaný na TWR Ruzyně je modulární a volně rozšiřitelný systém. Jedná se o komerční HW stanice, na nichž běží aplikační SW. Komunikace mezi jednotlivými stavebními prvky systému probíhá pomocí LAN nebo WLAN.

Použité zobrazovací jednotky [2]:

- Výrobce:                   dotykový LCD monitor Wacom Cintiq 21 UX
- Technologie:            TFT
- Uhlopříčka:             21,3 palce
- Rozlišení:               1600 x 1200 pixelů

Cena tohoto zařízení se pohybuje kolem 40 000 Kč [17]. Jedná se ale o maloobchodní cenu a reálná cena pro ŘLP ČR,s.p. byla pravděpodobně nižší.



*Obrázek 17 dotykový LCD monitor Wacom Cintiq 21 UX[2]*

Monitor je zabudován do konzole stolu tak, aby vytvářel přirozené pracovní prostředí pro řídicí letového provozu (viz. Obrázek 18). Monitor nereaguje na dotyk lidské ruky, proto nemůže dojít k žádné nechtěné akci z pohledu řídícího.





*Obrázek 18 dotykový LCD monitor Wacom Cintiq 21 UX[2]*

Na obrázku 19 je vidět rozdíl mezi klasickou postupovou tabulí na TWR Ruzyně (v tomto případě se jedná o pracovní místo TEC) a novou, elektronickou postupovou tabulí (pracovní místo GEC).



*Obrázek 19 Instalace monitoru na stanovišti TWR Ruzyně*

Ovládání:

K ovládání dotykového monitoru se používá rezistivní stylus. Náhradní hroty různé tvrdosti jsou umístěné ve stojánku pro stylus.



Obrázek 20 Stylus a náhradní hroty[2]

### 3.2 Konfigurace EFSS

Na stanovišti TWR Ruzyně se nachází pět provozních pracovních stanic. Čtyři z těchto stanic slouží k prezentaci vzdušné situace a přímému poskytování letových provozních služeb. Tyto stanice jsou určeny pro TPC, TEC, GEC a CDD. Poslední stanice slouží k provozní supervizi systému a nabízí možnost opravit provozní informace. Tato stanice je určena pro TSC. Součástí systému je také jedna technická stanice TECAMS, která slouží k technické obsluze a monitorování systému.

Jednotlivá pracovní místa (TPC, TEC, GEC, CDD) je možné konfigurovat podle aktuální provozní situace. Na všech provozních pracovních stanicích lze nastavit libovolnou roli. Dále je možné tyto role slučovat a to následovně [2]:

varianta TPC + TEC + GEC + CDD

varianta TPC + TEC + (GEC + CDD)

varianta (TPC + TEC) + (GEC + CDD)

varianta (TPC+TEC) + GEC + CDD

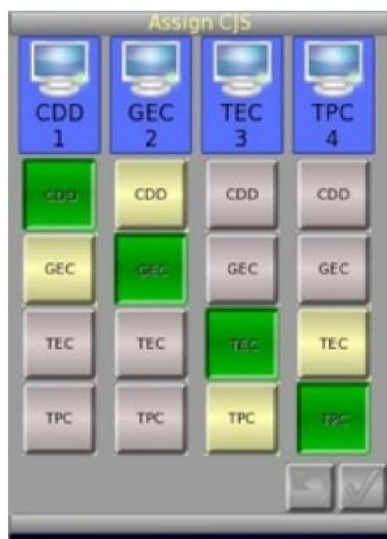
varianta TPC + (TEC + GEC + CDD)

varianta (TPC + TEC + GEC + CDD)

přičemž označení uvedené v závorkách znamená sloučené role. Každému pracovnímu místu, které se podílí na příslušné variantě, odpovídá unikátní rozvržení postupové tabule (EFSSB), prezentace jednotlivých stavů letu a vlastností chování a pohybu EFS (strip flow).

Provozní konfigurace se provádí z CWS TSC pomocí utility, která je zobrazena na obrázku 21. Matice obsahuje ve své horní části fyzické pracovní místo CDD, GEC, TEC a TPC, ve spodní části jsou zobrazeny role, které je možné těmto fyzickým pracovním místům přidělit. Význam barev:

- šedá roli nelze v dané situaci přidělit
- žlutá roli lze v dané situaci přidělit
- zelená přidělená role



Obrázek 21 Utilita pro konfiguraci CWS[2]

### 3.3 Zobrazení elektronických stripů

Systém dokáže zobrazovat elektronické stripy různě pro jednotlivá pracovní místa v rámci TWR Ruzyně, avšak základní rozdělení je stejné pro všechny stanice. Dotykový monitor je rozdělen na dvě základní části.

První částí je horní lišta, která obsahuje informační pole a víceúrovňová menu příslušných funkcí. Rozložení prvků v horní liště je identické pro všechny pracoviště, odlišnosti jsou pouze v přítomnosti nebo nepřítomnosti jednotlivých polí. Jako příklad udávám zobrazení horní lišty na pozici TEC.



Obrázek 22 Horní lišta[2]

Význam jednotlivých polí [2]:

- TEC – pole pro označení konfigurace
- TERM – tlačítko pro terminování letů (úplné zrušení)

- BIN – tlačítko pro binování letů (mazání ze zobrazení) – analogie „koše“ z operačního systému Windows
- Show BIN – tlačítko pro zobrazení zbinovaných letů s možností opětovného zobrazení
- Pole QFU pro Arr
- Šipka jako symbol pro Arr
- Šipka jako symbol pro Dep
- Pole QFU pro Dep
- Tlačítko indikace obsazení RWY 06-24
- Tlačítko indikace obsazení RWY 12-30
- Manu – tlačítko pro manuální tvorbu letů
- Police – tlačítko pro rychlou manuální tvorbu letů vrtulníků Policie ČR
- Krystof – tlačítko pro rychlou manuální tvorbu letů vrtulníků SAR
- Pen – tlačítko pro aktivaci možnosti psaní v EFS
- Pole platné informace ATIS
- Pole QNH
- Pole TL
- Pole UTC

V druhé části obrazovky se nachází postupová tabule (EFSB – Electronic Flight Strip Board). Postupová tabule slouží k zobrazení provozní situace na příslušném pracovním místě a je rozdělena na několik oddílů, které reprezentují stav letu. Rozložení těchto oddílů se mírně liší v závislosti na konkrétním pracovišti. Se stripy, které reprezentují jednotlivé lety, se ručně nebo automaticky pohybuje mezi jednotlivými oddíly.



Obrázek 23 Postupové tabule[2]

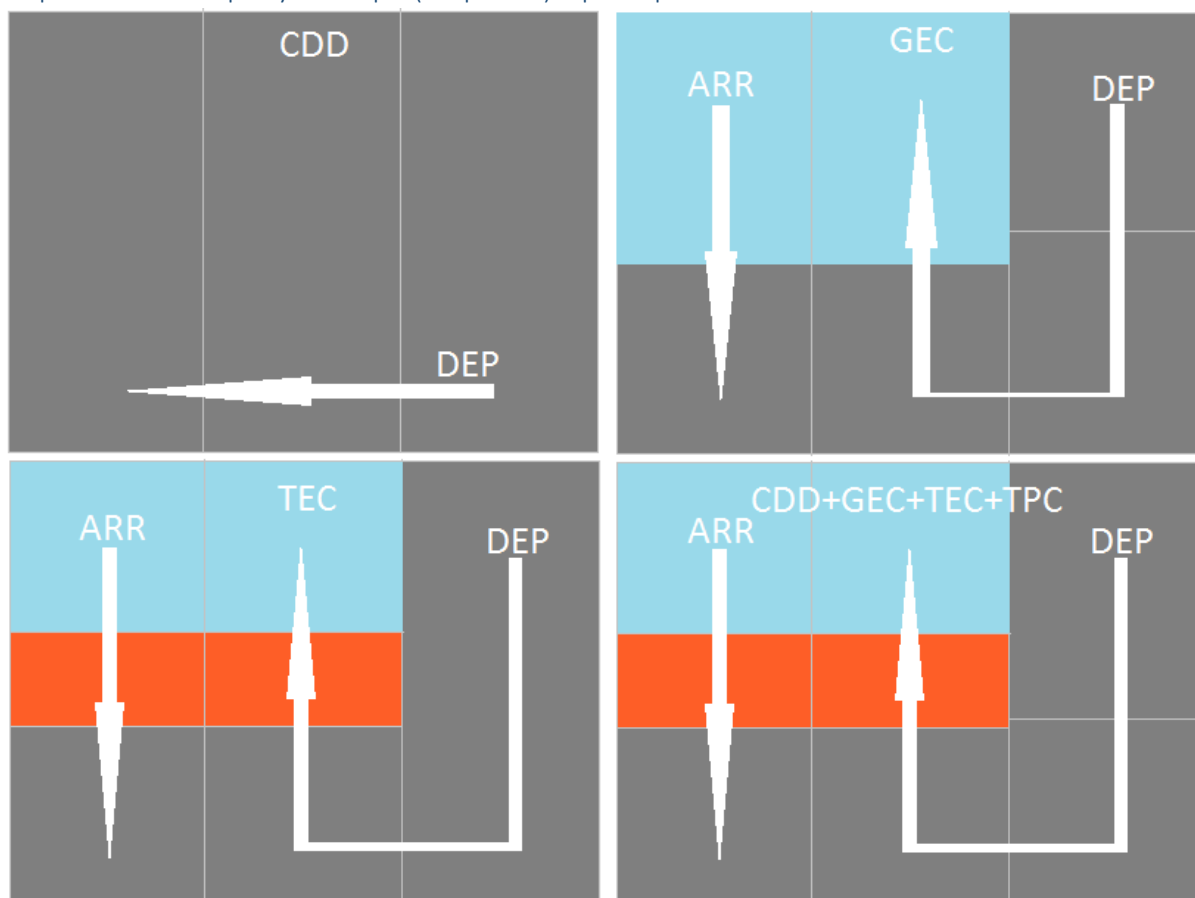
Následující kapitola znázorňuje základní rozložení jednotlivých pracovních míst a tzv. strip flow, tedy pohyb elektronických stripů v závislosti na stavu letu.

Pro lepší orientaci v textu zde uvádím krátký seznam zkratk používaných při popisu pohybu stripů:

| Zkratka | Význam                                      | Zkratka  | Význam                         |
|---------|---|----------|--------------------------------|
| AOC     | Převzetí odpovědnosti za letadlo            | INI      | Zahájení komunikace s letadlem |
| ATC     | Odletové povolení                           | L-UP     | Line Up                        |
| ATD     | Skutečný čas vzletu                         | PUSH     | Povolení k vytlačení           |
| CDD     | Clearance Delivery Dispatcher               | SEP      | Počítání času pro WTC          |
| C-LND   | Povolení k přistání                         | Show ARR | Zobrazí přílety                |
| DEICE   | Povolení pro poježdění na odmrazovací stání | TAXI     | Povolení k poježdění           |
| DOCK    | Zaparkování letadla - ukončení letu         | TEC      | Tower Executive Controller     |
| EFSB    | Electronic Flight Strip Board               | T-OFF    | Vzlet                          |
| EXIT    | Opuštění RWY                                | TPC      | Tower Planning Controller      |
| GEC     | Ground Executive Controller                 | TSAT     | Target Start-up Approval Time  |
| GO      | Go-around                                   | TSC      | Tower Senior Controller        |
| HND     | Předání stripu na další pracoviště          |          |                                |

### 3.4 Základní rozložení EFSB na jednotlivých pozicích a strip flow

Popis základního pohybu stripů (strip flow) v postupové tabuli

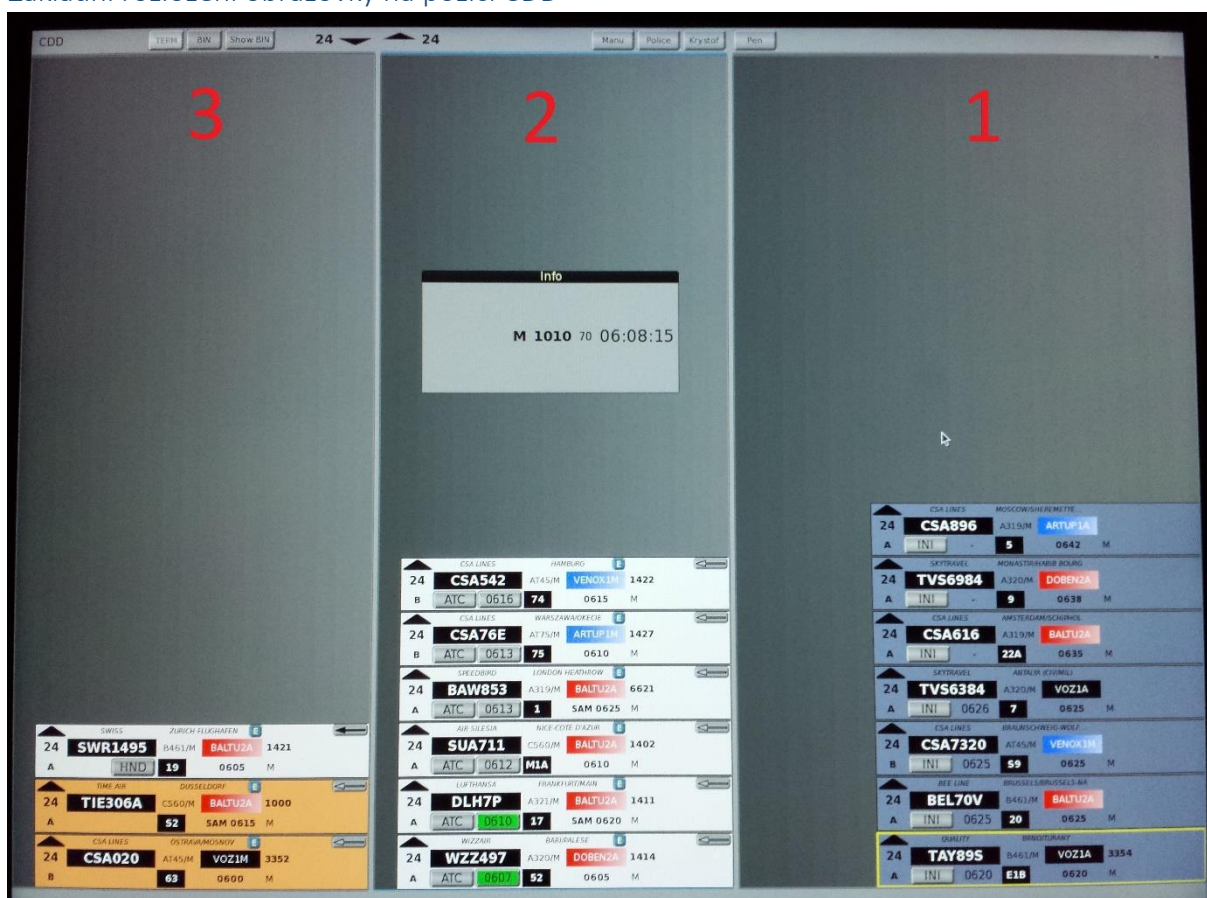


Obrázek 24 Schéma strip flow

Na obrázku č. 24 je znázorněno jednoduché schéma pohybu stripů v postupové tabuli na jednotlivých pracovních místech. Směr pohybu stripů je znázorněn šipkami a zkratky DEP a ARR označují, že jde o stripy odlétávajících a přilétávajících letadel. Zbýlé zkratky určují o jaké pracovní místo se jedná. Neuvádím zde pracovní místo TPC, protože co do pohybu stripů je naprosto totožné s pracovním místem TEC.

Základní rozložení jednotlivých EFSB a podrobný popis pohybu stripů IFR letů je popsán v následujících podkapitolách. Obrázky jednotlivých pracovních míst jsem pořídil během testování systému EFSS na 3D simulátoru.

### Základní rozložení obrazovky na pozici CDD



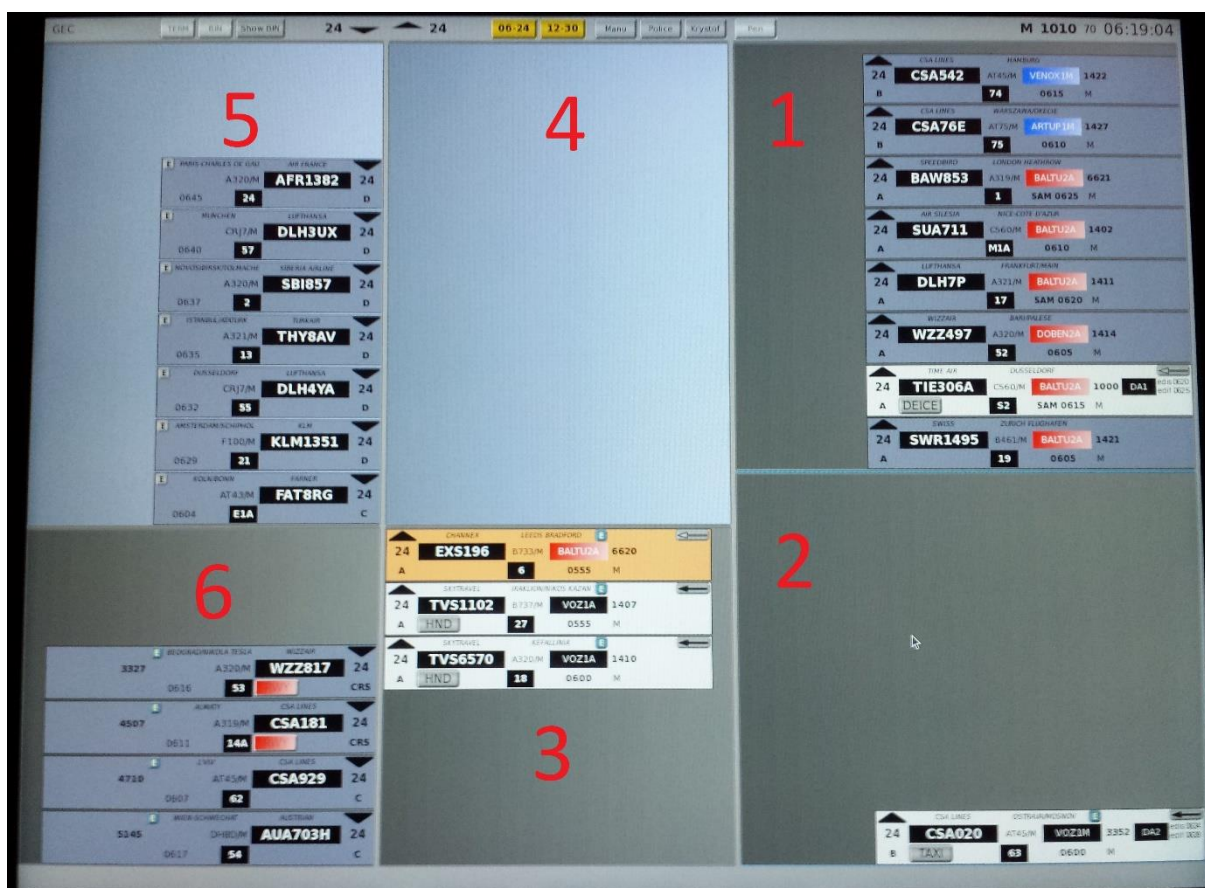
Obrázek 25 EFSB na pozici CDD

EFSB na této pozici obsahuje:

1. V okně č. 1 (Pending Departures Area) jsou vygenerované stripy nadcházejících odletů dle letového plánu. Tyto lety systém generuje automaticky 45 minut před časem EOBT uvedeném v letovém plánu. V momentě, kdy je posádka připravena a kontaktuje pracovníka CDD, ten klikne na tlačítko INI v elektronickém stripu a tím se strip přesune do okna č. 2. Tím se změní podbarvení stripu a současně se tento strip objeví na pozici GEC. Zároveň se při stisknutí tlačítka INI letadlu automaticky přidělí squak.

2. V okně č. 2 (Active Departure Area) jsou tedy stripy letadel, které jsou na spojení s pracovníkem CDD a které žádají odletové povolení a povolení ke spuštění motorů. V okamžiku, kdy CDD vydá odletové povolení, klikne na tlačítko ATC, tím toto povolení zadá do systému a tlačítko zmizí. Následně při vydání povolení ke spuštění motorů pracovník CDD klikne na čas TSAT (okno ve kterém je TSAT se 3 minuty před časem TSAT podbarví zelenou barvou, aby upozornilo pracovníka CDD na blížící se čas TSAT), čímž se strip přesune do okna č. 3.
3. V okně č. 3 (After Start up Area) jsou stripy připravené k předání na pracoviště GEC. To se provede stisknutím tlačítka HND. V okamžiku, kdy si strip převezme řídicí na pozici GEC, strip z okna zmizí.

### Základní rozložení obrazovky na pozici GEC



Obrázek 26 EFSB na pozici GEC

EFSB na této pozici obsahuje:

1. V okně č. 1 (Apron Area) jsou stripy letů, které přicházejí od CDD a v tomto okně zůstávají po dobu, než je jim vydáno povolení k pojiždění. V okamžiku kdy pracovník CDD klikne na tlačítko HND se strip podbarví lososovou barvou a ve stripu se objeví tlačítko AOC. Stiskem tohoto tlačítka si řídicí převezme strip do své kompetence. Pokud je to třeba, zadá řídicí povolení k vytlačení letadla a toto povolení potvrdí stiskem

tlačítka PUSH (pokud letadlo stojí na průjezdném stání, nabídne se rovnou možnost TAXI). Dále můžou nastat 2 situace. V prvním případě je letadlu vydán pokyn pro pojíždění na vyčkávací místo dráhy. V tom případě řídící stiskne tlačítko TAXI a strip se automaticky přesune do pole č. 3. V druhém případě, kdy je nutné odmrazování, řídící letadlo pošle stiskem tlačítka DEICE na odmrazovací stání. Strip se tedy přesune do pole č. 2 (De-icing Area), které je určené právě pro odmrazování.

2. Po dokončení odmrazení řídící postupuje stejně jako v prvním případě, tedy kliknutím na tlačítko TAXI a strip se opět přesune do okna č. 3.
3. V okně č. 3 (Taxi Departures Area) jsou stripy letadel, které pojíždějí na vyčkávací místo a stisknutím tlačítka HND předá řídící strip na TEC. Po převzetí stripu řídícím na TEC strip z pracoviště GEC zmizí. V případě, že se v okně č. 3 stripy nahromadí a nevejdou se do tohoto okna, přesouvají se automaticky do okna č. 2, kde se řadí mezi stripy letadel, které jsou na odmrazování. Toto řešení, jak ukázala praxe, není úplně ideální, a proto se budu touto problematikou zabývat v kapitole Návrh optimalizace systému EFSS na stanovišti TWR Ruzyně.
4. Okno č. 4 není na této pozici využito, proto zde nejsou žádné stripy.
5. V okně č. 5 (Airborne Arrivals Area) jsou stripy příletů, které jsou v kompetenci TEC, nebo APP. K převzetí stripů dochází v okamžiku, kdy letadlo vyklidí RWY na které přistálo. V tu dobu se strip přesune do okna č. 6 (Taxi Arrivals Area). V případě, že letadlo musí na své cestě ke stojánce vstoupit na RWY (např. křížování dráhy 12-30), je strip předán až v okamžiku opuštění této dráhy.
6. Předání stripu funguje stejně jako v případě převzetí stripů z CDD. Po převzetí od TEC (kliknutí na AOC) řídící vydá povolení k pojíždění na stojánku a to potvrdí stiskem tlačítka TAXI. Jakmile je letadlo na svém místě, řídící stiskne na stripu tlačítko DOCK a tím let ukončí a strip zmizí z postupové tabule.



## Základní rozložení obrazovky na pozici TEC



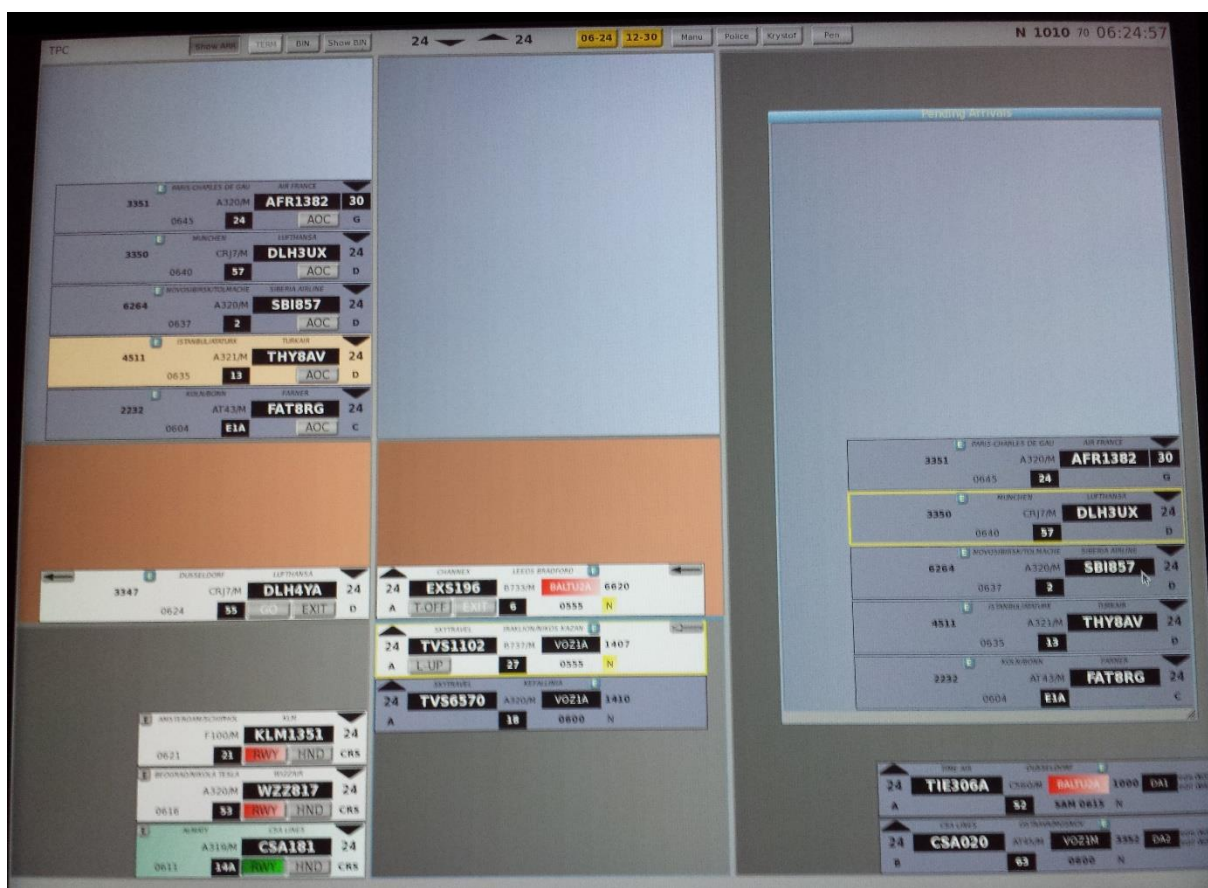
Obrázek 27 EFSB na pozici TEC

EFSB na této pozici obsahuje:

1. Okno č. 1 (De-icing Area) je stejné jako okno č. 2 na pozici GEC, slouží tedy pro letadla na odmrazování a v případě potřeby se zde řadí stripy z okna č. 2.
2. Do okna č. 2 (Taxi Departures Area) jdou stripy z pracoviště GEC, které dostali povolení k poježdění na vyčkávací místo dráhy. Tlačítkem AOC si řídící tyto stripy přebere. Následně, při povolení vstupu na dráhu, stiskne tlačítko L-UP. Tím se strip přemístí do okna č. 3, které reprezentuje RWY.
3. V okně č. 3 (RWY Departures Area) jsou stripy letadel, které dostali povolení pro vstup na dráhu. Spolu s vydáním povolení ke vzletu, řídící stiskne tlačítko T-OFF. Dále je zde tlačítko EXIT, které slouží pro opuštění dráhy jiným způsobem než vzletem. Samotný vzlet dokáže systém rozpoznat automaticky na základě informací z A-SMGCS a strip se automaticky přesune do okna č. 4. V případě, že z jakéhokoliv důvodu tato funkce nefunguje, je zde možnost zadat čas vzletu kliknutím na tlačítko ATD.
4. V okně č. 4 (Airborne Departures Area) jsou odlety, které se automaticky na základě rozpoznání vzletu systémem A-SMGCS předají stanovišti APP.

5. V okně č. 5 (Airborne Arrivals Area) jsou přiletěly do LKPR. Zobrazují se 30 minut před ETA. Oranžově podbarvené stripy si řídicí převezme opět stisknutím tlačítka AOC a při vydání povolení k přistání klikne na C-LND. Tím strip pošle do pole č. 6. V případě, že letadlo musí provést go-around, řídicí stiskne tlačítko GO a strip se přesune do okna č. 4. Následně se ve stripu objeví 2 tlačítka a to SEP, které po stisknutí začne počítat čas pro dodržení rozstupu dle kategorie turbulence v úplavu, druhé tlačítko HND letadlo přeladí zpět na APP.
6. V okně č. 6 (RWY Arrivals Area) je stále možnost provést go-around, proto je ve stripu stále tlačítko GO a postup je pak stejný jako v předchozím případě. V případě standardního přistání buď řídicí stiskne tlačítko exit v okamžiku, kdy letadlo opouští RWY, nebo tuto akci provede systém automaticky, opět pomocí spolupráce se systémem A-SMGCS. Stripy letadel, které opustí RWY na kterou letadlo přistane, pokračují do okna č. 7.
7. Okno č. 7 (Taxi Arrivals Area) je určeno pro stripy letadel, které opustili RWY. Pokud při pojíždění na stání nemusí křížovat dráhu 12/30, stačí řídicímu stisknout tlačítko HND a předat letadlo na pracoviště GEC. V případě, že letadlo musí křížovat dráhu 12/30 objeví se ve stripu červené tlačítko RWY. To ukazuje, že letadlo nedostalo povolení křížování této dráhy. Po udělení povolení řídicí klikne na toto tlačítko a to zezelená, čímž indikuje vydané povolení křížovat dráhu. Poté může řídicí strip předat na pracoviště GEC.

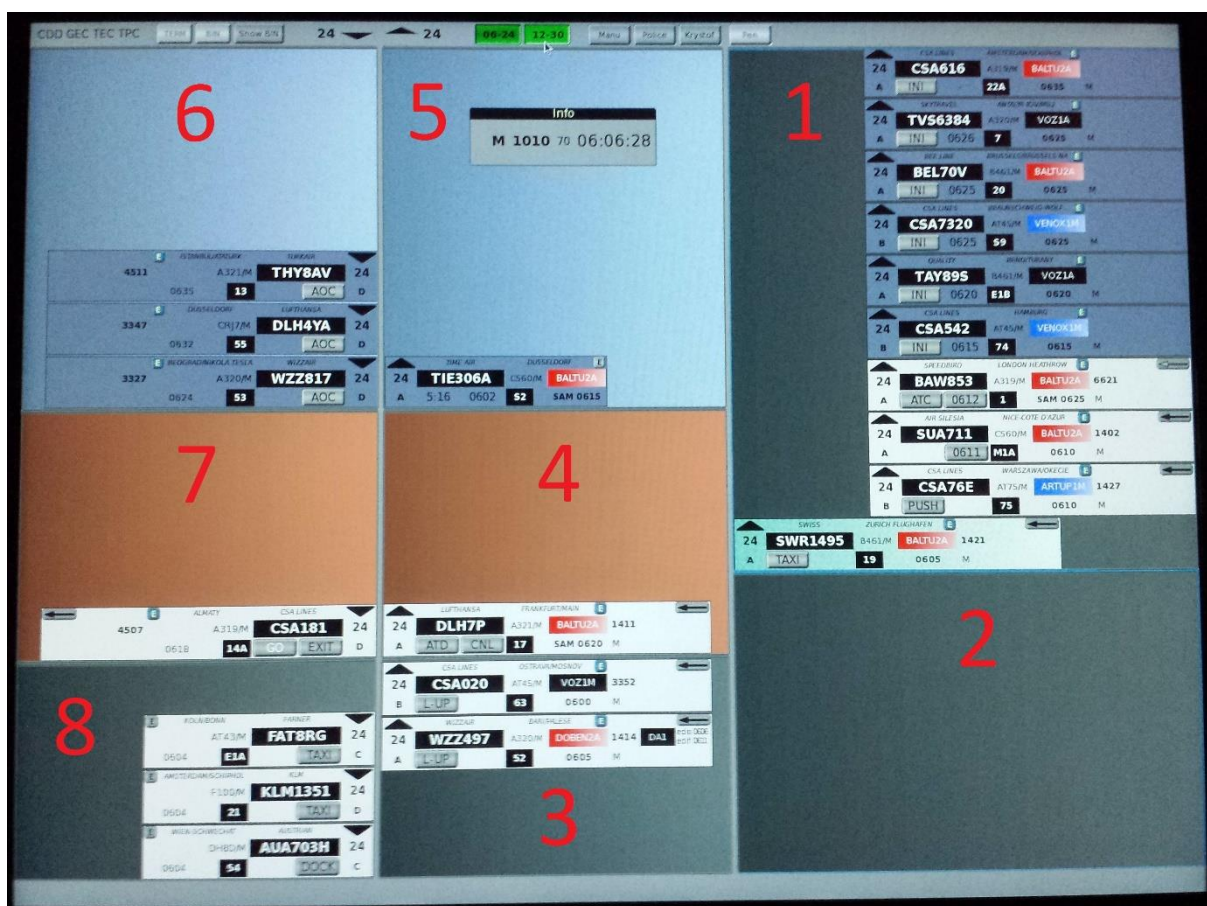
## Základní rozložení obrazovky na pozici TPC



Obrázek 28 EFSB na pozici TPC

Tato stanice je kopií stanice TEC s omezenou funkcí. Na stanici TPC není možné měnit polohu jednotlivých stripů a ovládat funkční tlačítka. Editovatelné položky se nachází pouze v horní liště a při kliknutí na tlačítko Show ARR se objeví okno s přílety, které je možné editovat. Na stanici TPC je možné vytvářet stripy letů, které budou následně řízeny TEC. V okamžiku, kdy TEC stisknutím tlačítka AOC převezme strip, řídící na pozici TPC ztrácí možnost tento strip dále editovat.

## Základní rozložení obrazovky na sloučené pozici CDD + GEC + TEC + TPC



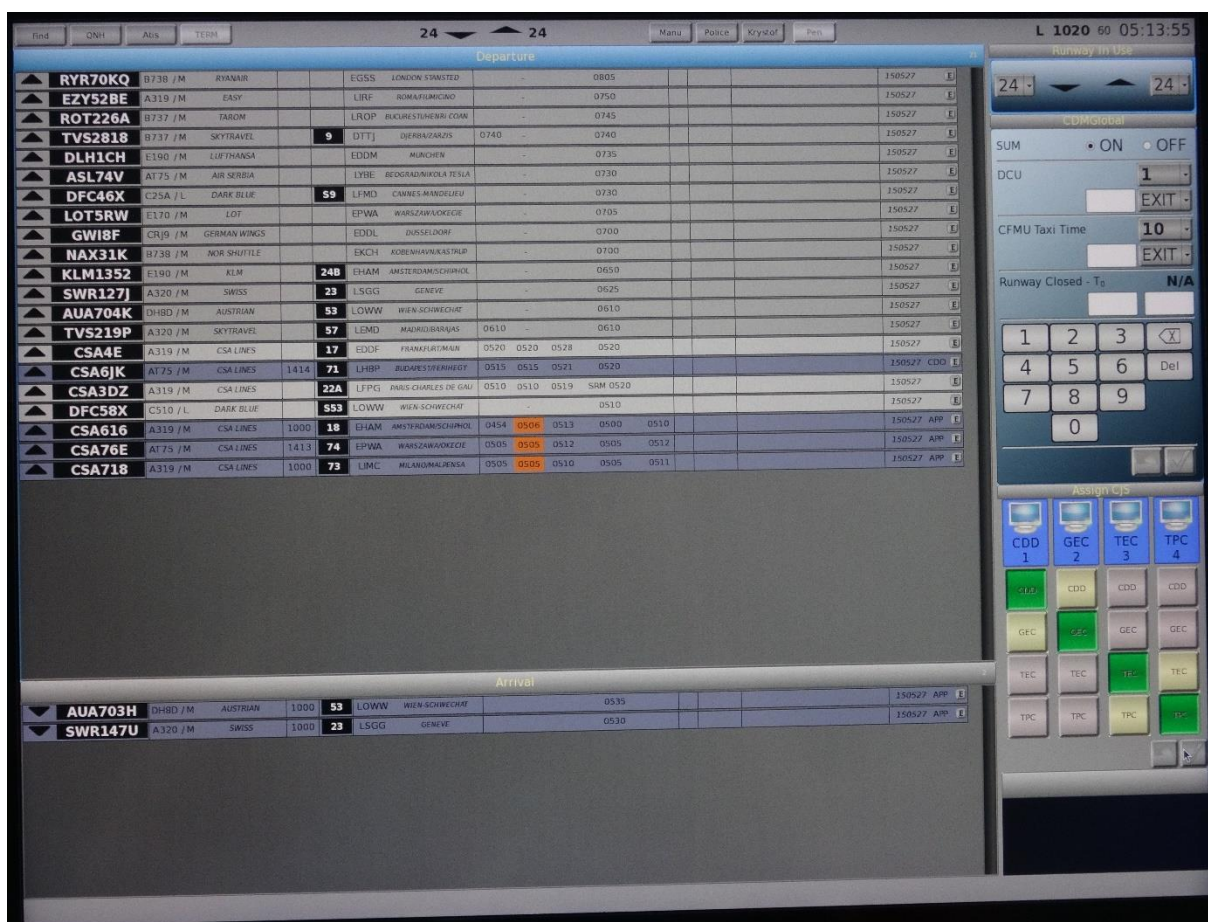
Obrázek 29 EFSB na sloučené pozici

EFSB na této pozici obsahuje:

1. Okno č. 1 (Apron Area) v podstatě nahrazuje pracoviště CDD a částečně pracoviště GEC. Klikáním na příslušná akční tlačítka se provádí všechny akce od navázání spojení s letadlem (INI), přes vydávání odletového povolení (ATC) a povolení ke spuštění motorů (TSAT), vytažení letadla ze stojánky (PUSH), až po vydání pokynů pro poježdění na vyčkávací místo dráhy (TAXI), eventuálně vydání pokynů pro odmrazování (DEICE).
2. Do okna č. 2 (De-icing Area) jdou opět stripy, které míří na odmrazování a v případě, že je okno 3 plné, přesouvají se dané stripy do okna č. 2.
3. Okno č. 3 (Taxi Departures Area) je určeno pro stripy letadel, která jsou na vyčkávacím místě dráhy připravena na vzlet. Povolení k vjezdu na dráhu se potvrdí stisknutím tlačítka L-UP.
4. Okna č. 4, 5, 6 a 7 jsou totožná s okny č. 3, 4, 5 a 6 na pozici TEC.
5. Okno č. 8 (Taxi Arrivals Area) obsahuje letadla po přistání ve fázi, ve které by v případě nesloučených pracovišť zodpovídalo pracoviště GEC. Jsou to tedy letadla, která

vyklidila dráhu. Postupným stisknutím tlačítek TAXI a DOCK je let ukončen, stejně jako na pracovišti GEC.

### Základní rozložení obrazovky na pozici TSC



Obrázek 30 Základní rozložení obrazovky na pozici TSC

Řídicí stanice na pozici TSC má následující základní funkce [3]:

- konfigurování jednotlivých pracovních pozic
- změnu dráhy v užívání
- změny a zadávání parametrů A-CDM (DCU, CFMU taxi time, uzávěry letiště, vypnutí/zapnutí)
- manuální zadávání QNH (v případě, že nefunguje automatická výměna dat)
- manuální zadávání písmena ATIS (v případě, že nefunguje automatická výměna dat);

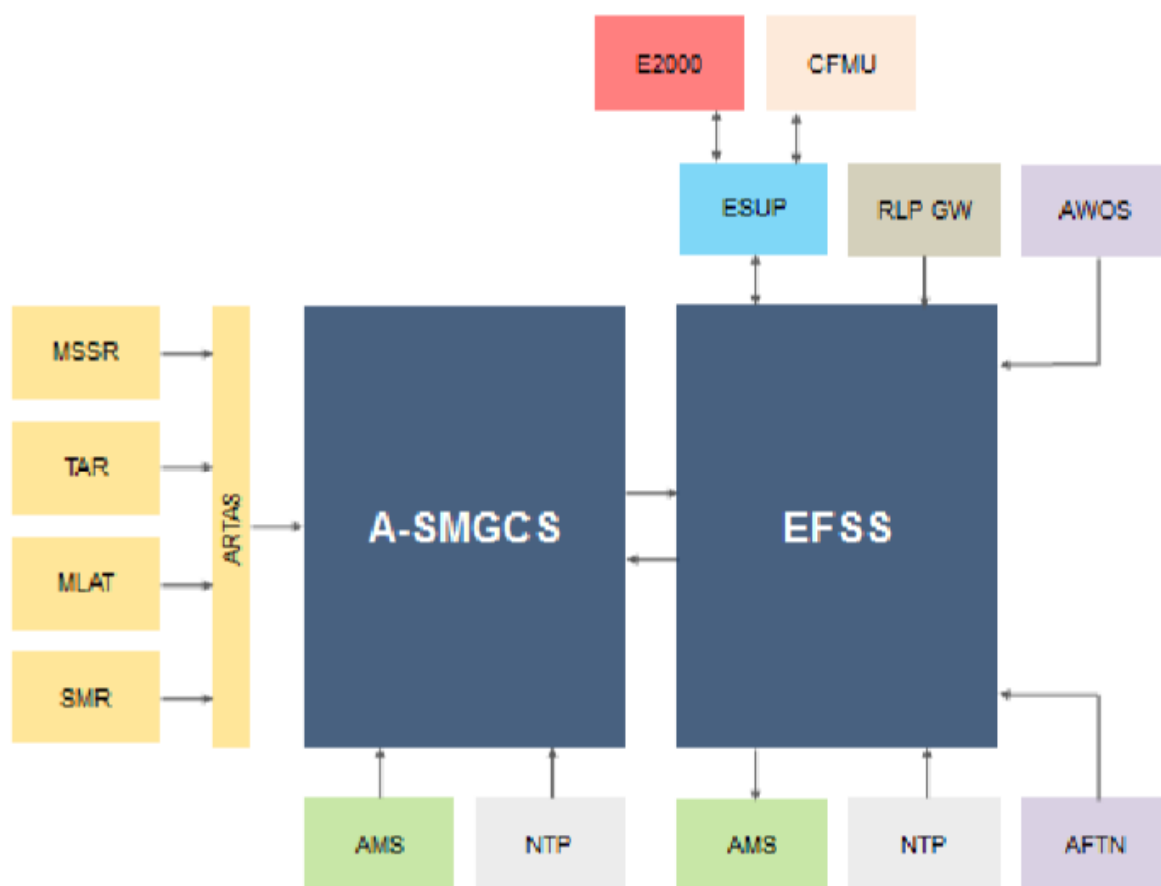
Doplňkové funkce:

- manuální vkládání údajů FPL, nutných pro vytvoření elektronického stripu (v případě, že nefunguje automatická výměna dat)
- manuální změny dat FPL (v případě, že nefunguje automatická výměna dat)
- vyhledávání v letových plánech

### 3.5 EFSS – spolupráce s ostatními systémy

EFSS zpracovává data z letových plánů, které získává ze systému ESUP. Do ESUP jsou pak zpět odesílány změny stavů letu. Systém ESUP přiděluje kód sekundárního radaru a zprostředkovává předávání letu od E2000 ze stanoviště APP a zpět. EFSS následně doplní další potřebné informace z jiných systémů, jako například QNH, ATIS, číslo stání, nebo pokyny pro ovládání stoppříček. (Elektronické) stripy pak zobrazují vybraná data z letového plánu každého řízeného letu. Tyto data jsou prezentována na dotykových tabulích (EFSB).

EFSS dokáže data ve stripích měnit v reálném čase díky aktivní spolupráci s ostatními systémy, které používá ŘLP ČR s.p. Mezi tyto systémy patří RLP GW, A-SMGCS, E2000, AMS, AWOS, atd. (viz. obrázek 31). [3]



Obrázek 31 Propojení EFSS s ostatními systémy[3]

#### A-SMGCS

Z diagramu je patrná úzká spolupráce se systémem A-SMGCS, který monitoruje letištní pohyby. EFSS odesílají do A-SMGCS data letových plánů a od A-SMGCS přijímají data o

poloze letadel, která jsou použita pro automatický posun stripu a pro kontrolu zhasnutí správné stoppříčky. Na základě dat od A-SMGCS je stanoven čas startu a přistání letadla.

Další možnosti využití propojení EFSS se systémem A-SMGCS [3]:

- indikace obsazení dráhy

V GIA na pozicích TPC, TEC a GEC jsou pole indikující odpovědnost za dráhu. Pole jsou podbarvena zelenou, žlutou nebo červenou barvou.

**Zelená barva** – indikuje odpovědnost za využívání dráhy

**Červená barva** – indikuje, že odpovědnost za využívání dráhy je na jiném pracovišti

**Žlutá barva** – indikuje, že odpovědnost za využití dráhy nebyla specifikována

Přechod do žlutého podbarvení nastane vždy při změně konfigurace nebo restartu systému. Řídicí, který má v tom okamžiku odpovědnost za danou dráhu si označením příslušného pole, dráhu převezme a pole se podbarví zelenou barvou. V případě, že řídicí žádá o přidělení odpovědnosti za dráhu, označí ikonu příslušné dráhy. Tento krok bude indikován rozblíkním dané ikony červená/zelená. Tato indikace bude probíhat jak na pracovišti, které o danou dráhu žádá, tak na pracovišti v jehož působnosti odpovědnost za dráhu v dané chvíli je. Řídicí na daném pracovišti označením rozblíkné ikony odpovědnost za danou dráhu předá pracovišti, které o předání žádalo. Ikona příslušné dráhy na předávajícím stanovišti změní barvu na červenou a naopak na stanovišti, které o dráhu žádalo, změní barvu na zelenou. Z toho vyplývá, že odpovědnost za dráhu má vždy jen jedno pracoviště, na kterém indikuje tuto odpovědnost zelené podbarvení pole dráhy, ostatní pracoviště mají toto pole podbarveno červeně.

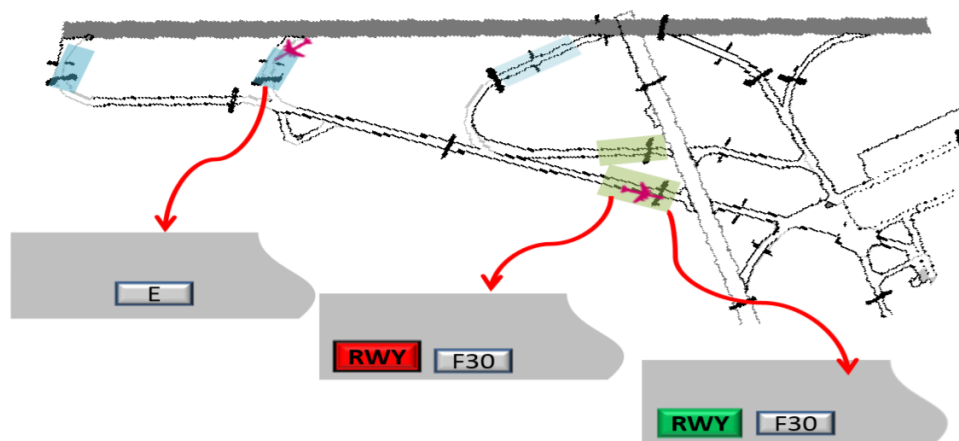
Tento systém se ale v současné době nevyužívá, především z důvodu, že označení dráhy je příliš nevýrazné. Tímto problémem se zabývám podrobněji v kapitolách o analýze systému EFSS a návrhu optimalizace.

- runway crossing

Systém EFSS umožňuje indikaci křížování RWY 12/30 po přistání na RWY 24 případně při pojíždění pro DEP z RWY 06. Tato funkce je dostupná jak v případě, že dochází k automatické výměně dat mezi EFSS a A-SMGCS tak i v případě, že k automatické výměně dat nedochází.

V případě, že probíhá výměna dat mezi A-SMGCS a EFSS, dochází k automatickému update TWY, kterou letadlo použije pro vyklizení RWY po přistání. K automatickému update dojde v okamžiku, kdy je cíl detekován v definovaném prostoru TWY, který přiléhá k RWY (na obrázku 32 zvýrazněno modrou barvou). Dále systém rozpozná, že se letadlo během pojíždění

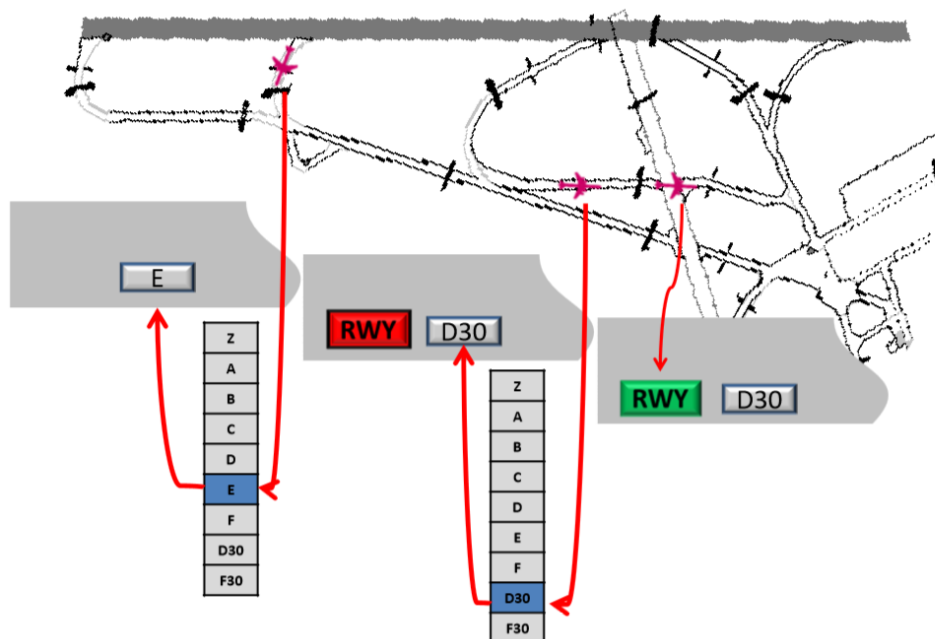
dostalo do prostoru detekce TWY, která je přilehlá k RWY 12/30 (na obrázku 32 zvýrazněno zelenou barvou) a automaticky indikuje v poli TWY F30, případně D30 a zároveň se červeně rozsvítí tlačítko RWY. Po vydání povolení křížovat RWY 12/30 příslušný řídící označí pole RWY, které změní barvu na zelenou a tím indikuje, že bylo vydáno povolení pro křížování RWY. Stejný postup se aplikuje v případě QFU 06, při křížování 12/30 ve směru k RWY 06.



Obrázek 32 Automatická detekce A/C systémem A-SMGCS

V případě, že neprobíhá výměna dat mezi A-SMGCS a EFSS, nedochází k automatickému update TWY, protože systém ztratí možnost získávání polohové informace. Po uvolnění RWY řídící může po označení pole TWY ve stripu vybrat z MENU TWY po které letadlo uvolňuje RWY. V případě, že letadlo bude křížovat RWY 12/30 označí pole TWY a z nabídky vybere F30 nebo D30. Po označení F30 nebo D30 se objeví pole RWY, které bude indikováno červenou barvou. Po vydání povolení křížovat RWY 12/30 příslušný řídící označí pole RWY, které změní barvu na zelenou a tím indikuje, že bylo vydáno povolení pro křížování RWY. Stejný postup se aplikuje v případě QFU 06, při křížování 12/30 ve směru k RWY 06.





Obrázek 33 Manuální zadání vyklizení a křížování RWY

- funkce ATD (Actual Time of Departure)

V elektronickém stripu se po označení pole TAKE-OFF vizualizuje pole ATD. V okamžiku, kdy letadlo provede vzlet a přehledový systém vyhodnotí, změnu hodnoty vycházející z módu C spustí měřič času. Měřič času se spouští s hodnotou 30s. Tato hodnota byla v systému parametricky nastavena. Její nastavení vychází z průměrné doby mezi zahájením pohybu v souvislosti se vzletem po RWY a okamžikem, kdy letadlo provedlo vzlet. Vzhledem k času, který je v poli ATD zobrazován, je možno uplatňovat rozstupy dle kategorie turbulence v úplavu. V případě, že nefunguje komunikace EFSS a A-SMGCS musí řídicí pole ATD označit manuálně.

Součástí systému je i záznamové zařízení. Záznam probíhá formou screenshotů, které jsou komprimovány a zaznamenány na disk. Pomocí přehrávacího zařízení je možné zobrazit záznam displeje jakéhokoliv pracoviště.

#### A-CDM

Dále systém elektronických stripů spolupracuje se systémem A-CDM. Základními prvky tohoto systému jsou SUM, DCU a CFMU taxi time.

Uplatňování postupů A-CDM znamená především získání výhod zapojením letištní služby řízení do procesu uplatňování postupů A-CDM pro lety IFR nebo začínající jako IFR (kratší doba pojiždění na vzlet, snížení zátěže řídicích letového provozu, plynulost provozu, atd.).

Proces A-CDM je závislý na odpovědném přístupu všech zúčastněných složek, jakož i příslušné kvalitě datových služeb, bez jejichž požadované výkonnosti by nebylo možné dosáhnout požadovaných výsledků.

Současná verze SUM je krokem v procesu implementace plnohodnotného procesu A-CDM. TSAT je kalkulován na základě informací o průběhu odbavování, bere v úvahu případně přidělený CTOT, DTW (Departure Tolerance Window), ostatní odlety a v základních rysech i příletový provoz. Jeho účelem je zbavit řídicího zátěže s výpočtem doby spouštění motorů, vytlačení a tedy i následného pojíždění při dodržení pravidel řízení toku a dodržení DTW a STW (Slot Tolerance Window). Konečným cílem A-CDM je tvorba bezkonfliktního a vzájemně skloubeného příletového a odletového sledu při respektování případně přiděleného slotu a DTW.

Nedílnou součástí postupů A-CDM je v dalším kroku průběžné zpřesňování předpokládaných časů vzletů do NMOC (Network Manager Operations Centre[16]) prostřednictvím zavedení zpráv DPI (Departure Planning Information) v průběhu celého odbavovacího procesu. Na jejich základě je rovněž zpřesňována očekávaná situace v rámci celoevropské sítě.

**TOBT** (Target Off Block Time) je předpokládaný čas ukončení pozemního odbavení letadla, tzn. zavřené dveře, nástupní most odpojen a letadlo je připravené po obdržení povolení od TWR neprodleně zahájit spouštění motorů, resp. vytlačování.

Agent GHA je povinen vložit první čas TOBT nejpozději 25 minut před předpokládaným časem ukončení odbavení. Dále může provést neomezený počet aktualizací, vždy na hodnotu minimálně o 5 minut vyšší, než je aktuální čas. GHA musí TOBT aktualizovat tak, aby čas vždy a co nejlépe odpovídal skutečnému stavu odbavení. Aktualizace času TOBT nemusí být provedena, pokud se odhad nového času konce odbavení letadla neliší od aktuálně platné hodnoty TOBT o více než 2 minuty.

Hodnota TOBT (stanovená GHA) je v případě dockingových stání prezentována nejpozději v čase cca TOBT - 15 minut na displeji systému pro navádění letadel. TOBT se neprezentuje v případě provozu LVP, kdy jsou vypnuty APIS.

**TSAT** (Target Start Up Approval Time) je cílovým časem povolení spouštění motorů, který stanovuje algoritmus SUM při řazení letů do odletové sekvence (v základních rysech i s ohledem na příletový provoz). Čas TSAT je stanoven tak, aby letadlo poté plynule pojíždělo, dosáhlo vyčkávacího místa RWY a bez nežádoucího vyčkávání vzletlo v čase, který odpovídá EOBT/CTOT.

TSAT je stanoven s ohledem na dodržení DTW/STW. Milníkem je čas, kdy je vydáno schválení ke spouštění motorů. Hodnota TSAT (vypočítaná SUM) je v případě dockingových stání

prezentována na displeji systému pro navádění letadel (APIS) nejpozději v čase cca TOBT - 15 minut, v ostatních případech je předávána letovým posádkám prostřednictvím GHA, nejpozději v čase TOBT – 10 minut.

Pokud TSAT nebude prezentován na displeji APIS (vyhlášení LVP, neprovozuschopnost systému, apod.) je předáván náhradním postupem, tj. prostřednictvím GHA.

**TTOT** (Target Take Off Time) je cílovým časem dojezdu na vyčkávací místo RWY, beroucí v úvahu TSAT a předpokládaný čas pojíždění pro vytlačování / pojíždění z místa stání a dojezdem na vyčkávací místo pro RWY.[13]

#### Role nástroje SUM

Letištní služba řízení stanovuje za pomoci softwarového nástroje Start-Up Manager (SUM) optimální čas spouštění motorů, resp. vytlačení (TSAT) tak, aby letadlo pojíždělo na vyčkávací místo RWY / místo pro odmrazení plynule a provedlo vzlet s minimálním zdržením. Hodnota TSAT se může měnit v závislosti na aktuální provozní situaci (včetně příletů). Výpočet údaje TSAT je iniciován přijetím zprávy TOBT z centrální databáze Letiště Praha, a.s. [13]

#### Funkce DCU

Funkce DCU umožňuje měnit předpokládanou odletovou kapacitu podle časového intervalu dojezdu na vyčkávací místo RWY mezi jednotlivými odlety (původní parametr DCU) a také podle stavu meteorologických podmínek. Pokud dojde k plánované změně DCU v předstihu, zahájí se od vloženého času výpočet TSAT/TTOT s novou hodnotou DCU a sníží se počet aktualizací zasílaných do centrální databáze Letiště Praha, a.s. a následně GHA. V běžných provozních situacích se od personálu TWR aktualizace DCU nepožaduje, neboť součástí SUM je integrace příletového provozu.

Funkce DCU, kterou lze ovládat z FDD (Flight Data Display) rozlišuje 2 hodnoty meteorologických podmínek:

a) Hodnota 1 se používá při normálních podmínkách dohlednosti (NonLVP) a znamená nastavení odletové kapacity podle počtu příletů v daném časovém intervalu.

b) Hodnota 2 se používá za podmínek nízké dohlednosti (LVP) a znamená nastavení odletové kapacity na základě predikce příletového provozu.

Součástí SUM je integrace příletového provozu, což se může projevit sníženým počtem odletů naplánovaných SUM.

Ovládání funkce DCU je umožněno pouze na stanici FDD, akce se projeví na všech pracovištích TWR. [13]

### Funkce Taxi Time

Umožňuje ve zvoleném časovém předstihu změnit dobu pojiždění, deklarovanou do NMOC. Na základě tohoto údaje se zkracuje / prodlužuje doba do přijetí zprávy FLS, pokud nebyl proveden vzlet nebo nebyla obdržena zpráva DLA/CHG.

Pomocí této funkce v GIA je možné nastavit časovou hodnotu, deklarovanou do NMOC a čas, od kdy změněná hodnota Taxi Time platí. V časovém předstihu bude zadán Taxi Time, mající vliv na lety, které nemají CTOT. Hodnota Taxi Time se vloží do algoritmu SUM pro výpočet TSAT, TTOT a v případě ESUP/IDP varovné funkce „W“ (v EFSS není tato funkce požadována), která indikuje stav, kdy vypočítaný TTOT je za přidělenou časovou tolerancí (konec DTW / STW). [13]

### Funkce uzavření letiště ( $T_0$ )

Zavádí mechanismus, který ošetří stav, kdy je na letišti přerušen odletový provoz (provozní omezení neumožňující vzlety).

Přerušení provozu je definováno dvěma časovými parametry:

- $T_0$  start – začátek přerušení (zavření letiště)
- $T_0$  finish – konec přerušení (otevření letiště)

Princip funkce:

- po dobu přerušení neplánuje SUM žádné vzlety (TSAT/TTOT);
- sekvenci na TSAT/TTOT SUM počítá od času otevření letiště. Čas otevření letiště ( $T_{0\text{finish}}$ ) je roven prvnímu přidělenému TTOT;
- lety, jejichž EOBT jsou v intervalu přerušení provozu – TTOT je přidělen v a po čase  $T_{0\text{finish}}$ . V případě že nepřijde zpráva posunující EOBT, následuje zpráva FLS;
- lety, jejichž CTOT spadá do intervalu přerušení provozu – TTOT je přidělen v a po čase  $T_{0\text{finish}}$ . V případě že nepřijde zpráva posunující EOBT (tím pádem i nové CTOT), následuje zpráva FLS.

Je-li na letišti obnoven odletový provoz dříve než v čase  $T_{0\text{finish}}$ , je nutné změnit čas  $T_{0\text{finish}}$  na dřívější (skutečný čas otevření). [13]

### Posunutí TSAT (penalizace)

Let, jehož posádka v toleranci času TSAT nepožádá o povolení ke spouštění motorů, je penalizován a je jí přidělen nový TSAT. Tento proces je omezen počtem dvou opakování penalizace.

Let, na kterém je uplatňována penalizace, bude v čase uplatnění druhé penalizace za podmínky neaktualizovaného TOBT na čas pozdější ze sekvence vyřazen (EXP).

Po vyřazení letu je do centrální databáze Letiště Praha, a.s. odeslána zpráva o vyřazení z kalkulace SUM.

Let vyřazený z kalkulace je v zobrazení CDD zařazen na místě, které odpovídá hodnotě EOBT.

Do sekvence je tento let možné vrátit automaticky zasláním nového času TOBT na čas vyšší než poslední přidělené TOBT. V polích TSAT/TTOT se zobrazí aktualizované hodnoty TSAT/TTOT.

Při zařazení do kalkulace se provede nový výpočet TSAT/TTOT.

Let je zařazen do kalkulace automaticky na základě nově zaslání TOBT, provede se výpočet TSAT/TTOT. TSAT splňuje již implementovanou podmínku, že výsledný TSAT není menší než aktuální čas - 3 minuty a zároveň neovlivňuje fixované lety.

Let se v zařadí na pozici odpovídající nové hodnotě TSAT/TTOT. Při zařazení letu do kalkulace je do centrální databáze Letiště Praha, a.s. odeslána zpráva, obsahující nový TSAT/TTOT. V poli TOBT bude zobrazena jeho aktuální hodnota. [13]

Všechny výše uvedené funkce týkající se A-CDM jsou obsaženy v systému elektronických stripů. Na obrázku 34 je ukázka z pracovního místa CDD. Horní lišta obsahuje označení pracoviště (CDD) po jehož rozkliknutí se nabídne tlačítko k vyřazení letu z kalkulace SUM.

Dále je zde strip, který obsahuje informace o TSAT, EOBT/CTOT, DI stání, EDIS, EDIF, atd. Po kliknutí na symbol fáze letu se zobrazí data letového plánu, kde je možné vidět další informace spojené se systémem A-CDM.



pracoviště      Funkce vyřazování / vrácení do výpočtu SUM



TSAT      EOBT/CTOT      DI Stand



Obrázek 34 A-CDM[13]

Ostatní výše popsané funkce, jako například DCU, nebo Taxi time se dají ovládat pouze z pozice TSC pomocí speciální utility (viz. obrázek 30).

## 4. Stripy na jiných stanovištích

### 4.1 Stripy na APP

Stanoviště APP Praha stále používá papírové stripy, proto není úplně na místě porovnávat tyto stripy s elektronickými. Důvodů pro to je několik, ale mezi ty nejvýznamnější patří odlišné pracovní postupy – neleze porovnávat postupy na APP a TWR, nebo například samotná práce se stripy, kdy se do papírových stripů většina variabilních údajů zapisuje ručně, u elektronických stripů se většina těchto úkonů dělá klikáním na jednotlivá akční tlačítka. Proto je i podoba stripů a pozice jednotlivých oken poměrně odlišná (i když základní údaje zůstávají stejné).

Na obrázku 35 je ukázka příletového a odletového stripu ze stanoviště APP a zároveň porovnání s obdobnými (papírovými) stripy ze stanoviště TWR. Jak je vidět, v TWR stripech se pouze zaškrtovalo povolení ke vzletu, nebo přistání, popřípadě číslo stání. Do APP stripů se postupně zapisují údaje o povolené rychlosti, výšce a kurzu.

Pořadí stripů je následující:

- APP odletový strip
- TWR odletový strip
- APP příletový strip
- TWR příletový strip

|   |               |                           |                              |                              |              |                                    |
|---|---------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------|------------------------------------|
| ↑ | DOBEN<br>0850 | DOBEN<br>ZH<br>120<br>160 | SKYTRAVEL<br>TVS1048 I       | DOBEN<br>RUDAP               | A            |                                    |
|   | 160           | 12                        | 1415 F360                    |                              |              |                                    |
|   |               |                           | B737 / M N447 LKPR 0841 LIRF |                              |              |                                    |
| ↑ | ETD<br>0620   | DEP<br>CT                 | VOZICE<br>1A                 | QUALITY<br>TAY89S I          | VOZ<br>BODAL | OPE / I                            |
|   |               |                           | 24                           | 3354 F190                    | E1B          |                                    |
|   |               |                           |                              | B461 / M N227 LKPR LKTB 0630 |              |                                    |
|   | GOSEK<br>0906 | 130                       | TUNAIR<br>TAR2011 I          | IAS<br>750<br>300 180<br>160 | 70 90<br>4   | HOG<br>A<br>050 070<br>040 330 340 |
|   | 170           | 30                        | 6402 F370                    |                              |              |                                    |
|   |               |                           | B736 / M N447 DTTJ 0901 LKPR |                              |              |                                    |
| ↓ | LOMKI<br>2032 |                           | CSA LINES<br>CSA8EC I        | CL                           |              | I                                  |
|   | 110           | 06                        | 1000 F210                    | 64 ✓                         |              |                                    |
|   |               |                           | AT75 / M N269 EDDL LKPR 2029 |                              |              |                                    |

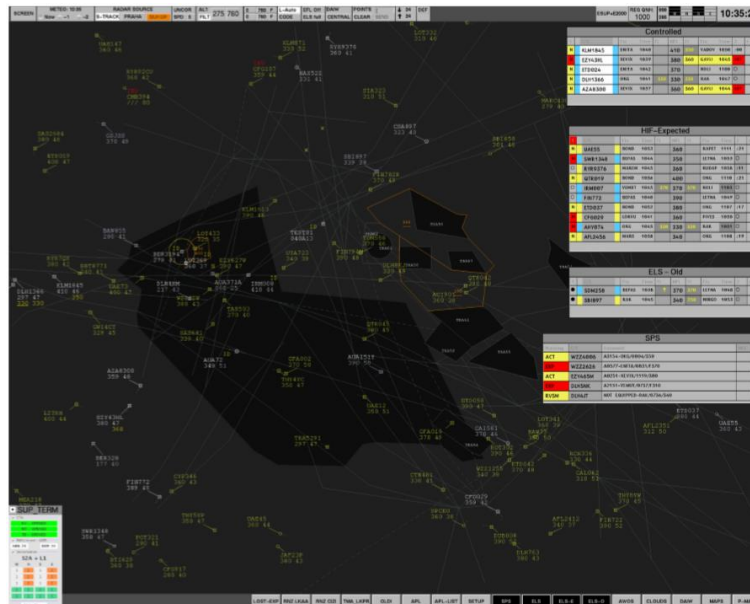
Obrázek 35 Stripy APP a TWR

## 4.2 Stripy na ACC

Od roku 2005 se na ACC Praha používají elektronické stripy. Zavedení elektronického prostředí si vyžádalo zásahy jak do technologie práce řídicích letového provozu, tak i do designu sektorů. Okna elektronických stripů bylo nutné vhodně umístit jak na obrazovku IDP (tak aby svým umístěním neznemožňovala bezpečné řízení letového provozu), tak i vytvořit samostatné zobrazení na středovém panelu umístěném mezi pozicemi PC a EC. Dalším důležitým článkem jsou takzvané miniESUPy, které umožňují pokračovat na ACC ve využívání elektronických stripů i v případě výpadku hlavního systému ESUP.

Zobrazení elektronických stripových oken v IDP a na středovém panelu: Funkčnost na obou zobrazení je téměř totožná, rozdíl je pouze ve zdroji dat. IDP zobrazuje data přímo z hlavního ESUP, kdežto středové zobrazení využívá sdílená data z miniESUPů. V případě výpadku hlavního ESUP se data na IDP přestanou obnovovat (zobrazují stav v okamžiku výpadku) naproti tomu data na středovém panelu, po provedeném přechodu na miniESUPy, pokračují v režimu FALLBACK a umožňují tak zachovat elektronické prostředí na ACC Praha. Funkčnost je však omezená - neprobíhá OLDI výměna se sousedními stanovišti, koordinace s MIL systémem, není propojení s E2000 a neprobíhá koordinace s APP / TWR Praha[7].

Zobrazení elektronických stripů:



Obrázek 36 Zobrazení elektronických stripů v IDP [7]

K zobrazení elektronických stripů v systému IDP slouží stripová okna. Tyto okna se dělí do několika kategorií podle fáze letu. Okno Controlled zobrazuje lety řízené v sektoru odpovědnosti. Okno HIF – Expected obrazuje lety ve stavu HIF (hand in first) a lety Expected – řízené předcházejícím sektorem (sektory). Okno ELS – OLD zobrazuje lety FIN (ukončené),



lety po HND na další sektor a dále lety manuálně odstraněné z oken Controlled, nebo HIF-Expected. Let je v okně zobrazen po dobu 4 minut a poté je z okna vymazán. Okno SPS (special strips) zobrazuje stripy zvláštního významu a slouží k přehlednému zobrazení důležitých údajů vztahujících se k letu. Tyto stripy jsou generovány společně s ostatními stripy automaticky. Výše uvedená okna je možné sloučit a pohybovat s nimi po obrazovce. Stejně kategorie oken se nachází i na středovém panelu.

| NORMAL |         | HIF-Exp |      | EFL      |     | SPS           |      | 1   WMH004Wf=204505T |      |       |      |      |      |      |       |       |       | 6   27 11:03   18 11:44   16 12:30 |           |  |  |  |  |
|--------|---------|---------|------|----------|-----|---------------|------|----------------------|------|-------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------------------------------------|-----------|--|--|--|--|
|        |         | ELS-Old |      | ELS Full |     | ELS + HIF-Exp |      |                      |      |       |      |      |      |      |       |       |       |                                    |           |  |  |  |  |
| C/S    | Fix     | Time    | FL   | MFL      | FL  | Fix           | Time | R                    | RFL  | R/R/U | TYPE | Spd  | ADEP | ADIS | FIR E | P5SR  | AS5R  | STS                                | RTF       |  |  |  |  |
| N      | KLM1845 | ENITA   | 1040 | 410      | 350 | VADOV         | 1050 | 00                   | F410 | //    | E737 | N457 | DIAM | LOWW | VADOV | A3141 | A1452 |                                    | KLM       |  |  |  |  |
| N      | EZY43HL | NEVX    | 1039 | 380      | 360 | GAVLI         | 1045 | EST                  | F280 | //    | A319 | N383 | LEEL | EDDE | GAVLI |       | A3604 |                                    | EASY      |  |  |  |  |
| N      | ETD024  | ENITA   | 1042 | 370      |     | ROLI          | 1100 | ○                    | F350 | //    | A333 | N462 | EDDL | OMAA | PEPK  |       | A2203 |                                    | ETIHAD    |  |  |  |  |
| N      | DLH1366 | OKG     | 1041 | 330      | 330 | RAK           | 1047 | ○                    | F330 | //    | CRJ7 | N428 | EDDF | EPKK | PADKA |       | A2117 |                                    | LUFTHANSA |  |  |  |  |
| ●      | AZAS300 | NEVX    | 1037 | 360      | 360 | GAVLI         | 1044 | EST                  | F380 | //    | A321 | N428 | LMC  | EDDT | GAVLI |       | A3616 |                                    | ALITALIA  |  |  |  |  |

| HIF-Expected |         |       |      |     |     |      |       |      |     |  |  |
|--------------|---------|-------|------|-----|-----|------|-------|------|-----|--|--|
| C/S          | Fix     | Time  | FL   | MFL | FL  | Fix  | Time  | Z    | R   |  |  |
| N            | UAE55   | BOND  | 1053 |     | 360 |      | RAPET | 1111 | :21 |  |  |
| M            | SWR1348 | BEPAS | 1044 |     | 350 |      | LETNA | 1053 | ○   |  |  |
| ○            | RYR9376 | MAREM | 1045 |     | 360 |      | RUDAP | 1058 | :11 |  |  |
| N            | QTR019  | BOND  | 1056 |     | 400 |      | OKG   | 1110 | :21 |  |  |
| ○            | IRM007  | VEVUT | 1045 | 370 | 370 | ROLI | 1103  | ○    |     |  |  |
| ○            | FIN772  | BEPAS | 1040 |     | 390 |      | LETNA | 1049 | ○   |  |  |
| N            | ETD037  | BOND  | 1052 |     | 380 |      | OKG   | 1107 | :17 |  |  |
| M            | CFG029  | LOKVU | 1041 |     | 360 |      | PIVES | 1050 | ○   |  |  |
| M            | AHY074  | OKG   | 1045 | 330 | 330 | RAK  | 1051  | ○    |     |  |  |
| ○            | AFL2456 | MARS  | 1058 |     | 340 |      | OKG   | 1108 | :19 |  |  |

| ELS Old |        |       |      |     |     |     |       |      |   |  |  |
|---------|--------|-------|------|-----|-----|-----|-------|------|---|--|--|
| C/S     | Fix    | Time  | FL   | MFL | FL  | Fix | Time  | Z    | R |  |  |
| ●       | SDM258 | BEPAS | 1038 | ↑   | 370 | 370 | LETNA | 1048 | ○ |  |  |
| ●       | SB1897 | RAK   | 1045 |     | 340 | 250 | NIRGO | 1053 | ○ |  |  |

Obrázek 37 Zobrazení ELS na středovém LCD panelu – úplné (nesloučené) [7]

Dále je možné nastavit způsob zobrazování dat a to buď základní (kde jsou informace o stavu letu, volací znak, vstupní FIX a čas, cestovní hladina, výstupní hladina a stav koordinace letu),

| Controlled |         |       |      |      |     |     |       |      |     |  |  |
|------------|---------|-------|------|------|-----|-----|-------|------|-----|--|--|
| C/S        | Fix     | Time  | FL   | MFL  | FL  | Fix | Time  | Z    | R   |  |  |
| N          | SWR1348 | BEPAS | 1044 |      | 350 |     | LETNA | 1053 | ○   |  |  |
| M          | SB1897  | RAK   | 1045 |      | 340 | 250 | NIRGO | 1054 | ○   |  |  |
| ●          | RYR9376 | MAREM | 1045 |      | 360 | 360 | RUDAP | 1058 | EST |  |  |
| N          | KLM1845 | ENITA | 1040 |      | 410 | 350 | VADOV | 1050 | LAM |  |  |
| ●          | FIN772  | BEPAS | 1040 |      | 390 |     | LETNA | 1049 | ○   |  |  |
| N          | ETD024  | ENITA | 1042 |      | 370 |     | ROLI  | 1100 | ○   |  |  |
| N          | DLH1366 | OKG   | 1041 |      | 330 |     | RAK   | 1047 | ○   |  |  |
| ●          | CFG029  | LOKVU | 1041 |      | 360 |     | PIVES | 1050 | ○   |  |  |
| N          | AFL2323 | BEPAS | 1051 | ↑280 | 330 | 330 | LETNA | 1101 | ○   |  |  |

Obrázek 38 Stripové okno - základní zobrazení [7]

nebo rozšířené (požadovaná cestovní hladina, RVSM, typ letadla, cestovní rychlost, letiště vzletu a přistání, kód SSR, atd.).[7]

| Controlled |         |       |      |     |     |     |       |      |     |   |      |       |      |      |      |      |       |       |       |     |           |
|------------|---------|-------|------|-----|-----|-----|-------|------|-----|---|------|-------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-----|-----------|
| I          | C/S     | Fix   | Time | FL  | MFL | FL  | Fix   | Time | 2   | R | RFL  | R/8/U | TYPE | Spd  | ADEP | ADES | FIR E | PSSR  | ASSR  | STS | RTF       |
| N          | KLM1645 | ENITA | 1040 |     | 410 | 350 | VADOV | 1050 | :00 |   | F410 | //    | B737 | N457 | EHAM | LOWW | VADOV | A3141 | A1452 |     | KLM       |
| M          | EZY43HL | XEVIX | 1039 |     | 380 | 360 | GAVLI | 1045 | EST |   | F280 | //    | A319 | N383 | LEBL | EDDB | GAVLI |       | A3604 |     | EASY      |
| N          | ETD024  | ENITA | 1042 |     | 370 |     | ROLI  | 1100 | ○   |   | F350 | //    | A333 | N462 | EDDL | OMAA | PEPIK |       | A2203 |     | ETIHAD    |
| N          | DLH1366 | OKG   | 1041 | 330 | 330 | 330 | RAK   | 1047 | ○   |   | F330 | //    | CRJ7 | N428 | EDDF | EPKK | PADKA |       | A2117 |     | LUFTHANSA |
| ●          | AZA8300 | XEVIX | 1037 |     | 360 | 360 | GAVLI | 1044 | EST |   | F380 | //    | A321 | N428 | LIMC | EDDT | GAVLI |       | A3616 |     | ALITALIA  |

Obrázek 39 Stripové okno - rozšířené zobrazení [7]

### 4.3 Stripy na regionálních letištích

LKKV [8]

Na rozdíl od stripů na Ruzyni, elektronická postupová tabule není jako samostatná jednotka, ale je tvořena elektronickými stripovými okny, v systému IDP TR7, ve kterých jsou zobrazovány elektronické stripy. Stripových oken je několik druhů a liší se jednak podle role pracovní pozice (TWR, APP, APP+TWR) a jednak podle fáze, ve které se nachází let, ke kterému je generován letový proužek. Jednotlivá stripová okna je možné otevírat a zavírat z menu na dolní liště systému IDP TR7. Tyto okna pak lze libovolně přesouvat po obrazovce. Může se tedy stát, že se dvě, nebo více oken překrývají. V tomto případě se u těchto oken objeví bílé rámování, které indikuje překrývání oken a snižuje možnost přehlédnutí některých stripů.

Stripová okna jsou rozdělena podle role na skupinu TWR a APP, a společná informační okna Expected a Proposed. Okna role TWR slouží k zobrazení elektronických stripů letů v prostoru odpovědnosti stanoviště TWR regionálního letiště a jsou to[8]:

**CDD TWR:** V okně CDD TWR jsou zobrazeny ELS neaktivních odletů IFR/VFR. Do okna se postují v čase EOBT minus 45 minut. Okno je nazváno CDD, protože z tohoto okna by se měla zahájit koordinace letu před odletem (vyžádání kódu SSR, odletové trati, počáteční hladiny). Tato činnost se začne provádět v okamžiku žádosti o spouštění pohonných jednotek u řízených letů. Po žádosti letadla o pojiždění je provedena před-aktivace letu, zahájen proces pojiždění a s tím je spojeno přepostování stripu z okna CDD TWR do okna RWY. Přepostování je provedeno klikem levého tlačítka myši na symbol odletové šipky.

**RWY:** Do stripového okna RWY se řadí ELS neaktivních odletů (které zahájili pojiždění před odletem) a aktivních příletů na regionální letiště. Za aktivní přílet se považuje i strip na místní letovou činnost. Okno RWY teda obsahuje stripy těch letů, které souvisí s řízením pohybu na dráze (pojiždění na odlet, nízké průlety a přílety). Odlety se řadí do spodní části okna a přílety do horní části okna.

Z okna RWY je zadáváno buď přistání (ATA) a/nebo aktivace letu – to znamená vzlet. Čas přistání (ATA) je zadán klikem levého tlačítka myši na symbol příletové šipky v elektronickém stripu ARR. Proces zadání vzletu se aktivuje klikem levého tlačítka myši na symbol odletové

šipky, čímž se aktivuje vzletové okno. Potvrzením zadaných údajů se aktivuje let a zároveň se aktivuje postování stripů podle patřičných pravidel (strip přeskočí do oken DEP OVR a APP).

ELS se řadí v okně podle kritéria: přílety - podle času na FAF nebo vstupní bod (FIX2) / nejstarší naspod; odlety - podle času EOBT / nejstarší navrch.

V okně je možné měnit pořadí stripů ručním přetahováním ELS do nové pozice v okně. Přetažení se provádí zmáčknutím levého tlačítka myši bez uvolnění tlačítka (uchopením) do pole ARCID následně přesunutí stripu do nové cílové polohy a uvolněním levého tlačítka myši. U takového ELS se pod symbolem šipky zobrazí číslo – pořadí (toto číslo slouží pro indexování manuálně vytvořeného pořadí). Automatické řazení se bude aplikovat už jenom na stripy bez tohoto indexu a budou řazeny nad indexované stripy u příletů a pod indexované stripy u odletů.

**DEP OVR:** Ve stripovém okně DEP OVR se nachází ELS aktivních odletů a průletů. Okno je rozděleno na dvě části horizontálním pruhem (bar). Přičemž do horní části se řadí lety IFR a do spodní části lety VFR. Průlety jsou postovány na základě pravidla:

- VFR – všechny
- IFR – 15 minut před ETO na vstupní bod do CTA regionálního letiště (obvykle vstupní bod do TMA).

| DEP OVR |    |   |        |   |      |             |       |      |   |   |
|---------|----|---|--------|---|------|-------------|-------|------|---|---|
| R       | 11 | s | DEPPR1 |   | R090 | BALZZ       | BALTU |      | ● |   |
|         |    |   | L200/L |   | 1125 | 070 080     | 1138  | LKPR |   |   |
| ↑       | 11 | s | DEP22  |   | R140 | h015        | OKG   |      | ● |   |
|         |    |   | LJ31/M |   | 1101 | 090 090     | 1109  | EDQM |   |   |
| ○       |    | n | OVR1   | v | IN   |             | OUT   |      | ● |   |
|         |    |   | L200/L |   | 0855 | 065 065 065 |       | ZZZZ |   | R |
| ↑       | 29 | n | VFR01  | v | R035 | IN          | OUT   |      | ● |   |
|         |    |   | ULAC/L |   | 0839 | 065 075     | 0849  | ZZZZ |   | R |

Obrázek 40 Stripové okno DEP OVR [8]

**TAXI:** Stripové okno je určené pro pracovní pozici GEC (Ground). Stripové okno TAXI je v podstatě podoknem okna RWY a je mu také podřízeno. To znamená, že v něm například nemůžeme mazat elektronické stripy (akcí „DEL“). Do stripového okna TAXI se řadí stripy neaktivních odletů (které zahájili pojiždění před odletem), ale jenom ty, které byli zařazeny do okna RWY a dále stripy příletů na regionální letiště, kterým byla zadána ATA (to znamená, že jsou po přistání).

Okna role APP slouží k zobrazení elektronických stripů letů v prostoru odpovědnosti stanoviště APP regionálního letiště a jsou to[8]:

**CDD APP:** Do stripového okna CDD APP se postují ELS všech neaktivních odletů z regionálního letiště a z letiště pod CTA regionálního letiště. Je rozděleno na dvě části horizontálním pruhem (bar). Přičemž do horní části se řadí nekoordinované odlety a do spodní části lety už ve stavu TEC (to jsou ty v okně RWY). Z okna CDD APP je možné také provést aktivaci odletu stejným způsobem jako pro odletový ELS z okna RWY. Z okna CDD APP se po aktivaci odletu stripy přesouvají do okna APP (a DEP OVR).

**APP:** Do stripového okna APP se postují stripy všech aktivních letů, které patří do regionálního letiště. Výjimku tvoří aktivní přílety a průlety, u kterých je doba letu na vstupní bod do CTA regionálního letiště delší než 15 minut, takové lety jsou dohledatelné v okně EXPECTED. Je to z toho důvodu, aby se okno zbytečně neplnilo stripy na letadla, které jsou ještě daleko od letiště.

Společná informační stripová okna slouží k zobrazování elektronických stripů letů v prostoru odpovědnosti stanoviště APP/TWR regionálního letiště a jsou to:

**Expected:** Stripové okno Expected slouží jako informační okno a nelze v něm provádět žádné akce s elektronickými stripy. Jak už bylo zmíněno v části APP, tak do tohoto okna se řadí všechny aktivní IFR přílety a průlety, které patří do prostoru odpovědnosti regionálního letiště. Slouží pro rychlý náhled stavu letu, teda jaký je předpokládaný čas vstupu do našeho prostoru.

**Proposed:** Stripové okno Proposed slouží jako informační okno. V tomto okně se zobrazují základní informace o všech neaktivních letech, které se budou týkat prostoru odpovědnosti regionálního letiště. Slouží pro rychlý náhled očekávaného provozu a případně rychlou kontrolu FDR/FDR-VFR záznamu, když řídící předpokládá, že záznam se má vyskytovat v některém z ostatních stripových oknech. Například přílet VFR, na který byl podán letový plán, se ozve na kmitočtu a přitom chybí elektronický strip v oknech RWY a APP. Klasický případ, kdy nepřišla zpráva DEP. Rychlým náhledem do okna Proposed se řídící přesvědčí, že už o takovém letu existuje záznam v FDP subsystému a lze jej odsud aktivovat. Stripy v okně je možné řadit podle kritérií filtrů v záhlaví okna (ARCID, Entry Fix, Entry FL a Exit Fix).

Elektronické letové proužky, které slouží k zobrazování potřebných údajů o letech letadel a záznamu těchto údajů, mohou mít různý formát a rozsah. Základní dělení elektronických stripů je podle fáze letu a to následovně:

|  |        |       |                     |                     |               |             |   |   |
|--|--------|-------|---------------------|---------------------|---------------|-------------|---|---|
| <b>Odletový ELS (RWY)</b>                      | ↑ 31 G | OKABC | RFL<br>EOBT         | COR1<br>CFL EFL     | SSR<br>DEST   |             |   |   |
| <b>Odletový ELS (DEP<br/>OVR a APP)</b>        | ↑ 29 G | OKABC | RFL<br>ATD          | COR1<br>CFL EFL     | FIX2<br>TIME2 | SSR<br>DEST |   |   |
| <b>Příletový ELS (RWY)</b>                     | ↓ 31   | ARCID | FIX2<br>TIME2       | COR1<br>IFL CFL     | SSR<br>ADEP   |             |   |   |
| <b>Příletový ELS (APP)</b>                     | ↓ 29 S | ARCID | FIX1<br>TIME1       | COR1<br>IFL CFL EFL | FIX2<br>TIME2 | SSR<br>ADEP |   |   |
| <b>Průletový ELS (DEP<br/>OVR a APP)</b>       | ○ X    | ARCID | FIX1<br>TIME1       | COR1<br>IFL CFL EFL | FIX2<br>TIME2 | SSR<br>DEST |   |   |
| <b>ELS na místní letovou<br/>činnost (MLČ)</b> | ↑ 31 G | ARCID | IN TIME<br>OUT TIME | FIX2                | SSR<br>DEST   | D           | T | O |
|  |        |       | N                   |                     |               | 4           | 2 | 3 |

Obrázek 41 Rozdělení elektronických stripů [8]

System podle stavu letu, pravidel letu a profilu letu a dle nastavených kritérií řadí elektronické stripy do příslušného stripového okna, případně ho mezi nimi přesouvá a/nebo vyřazuje.

V elektronickém stripu lze v omezeném rozsahu zadávat a měnit některé položky. Přitom záleží na pravidlech letu a fázi letu, které položky to budou a jak se budou dále propagovat (kde všude se údaj zapíše a kam bude dále posílán, například jako OLDI zpráva). Všeobecně platí, že nejvíce si lze dovolit u letu VFR, na který nebyl podán letový plán a samozřejmě nejméně u letu IFR s podaným letovým plánem (a hlavně, když ještě poletí dál – průlet/odlet).

#### LKKU

Stripy se používají také na menších, neveřejných letištích. Proto jako příklad uvádím ilustraci stripů z letiště Kunovice.

Kunovice je neveřejné mezinárodní letiště, které se nachází 4,5 km od Uherského Hradiště[18].

Na obrázku 42 je vidět letištní věž a blok se stripy, který nahrazuje postupovou tabulí. Na obrázku 43 jsou pak znázorněny vyplněné stripy.



Obrázek 42 LKKU

|       |     |       |       |         |       |      |      |      |            |            |            |
|-------|-----|-------|-------|---------|-------|------|------|------|------------|------------|------------|
| B     | 05L |       |       | C152    | L     | TB   | TIME | DEST | TIME       | TOTAL TIME | RMK        |
| 15/10 | ↑   | POINT | POINT | OKGED   |       |      | OPR  |      | HERBST     |            |            |
|       |     | TIME  | TIME  | REG     | A     | 7000 | RFL  | TB   | OT         | PO         | CREW       |
| TWY   | RWY | FL    | FL    | TYPE    | TURB. | DEP  | TIME | DEST | TIME       | TOTAL TIME | RMK        |
| B     | 24C |       |       | C152    | L     | W    | 1209 | TB   |            |            |            |
| 15/10 | ↓   | POINT | POINT | OKPHR   |       |      | OPR  |      | RICHTOVUS  |            |            |
|       |     | TIME  | TIME  | REG     | A     |      | RFL  | TB   | OT         | PO         | CREW       |
| TWY   | RWY | FL    | FL    | TYPE    | TURB. | DEP  | TIME | DEST | TIME       | TOTAL TIME | RMK        |
|       |     |       |       | BESB    | L     | W    |      | W    | 1236       |            | 1F2        |
| 15/10 | ↑   | POINT | POINT | OKAEC   |       |      | OPR  |      | AEROMEC    |            |            |
|       |     | TIME  | TIME  | REG     | A     | 7000 | RFL  | TB   | OT         | PO         | CREW       |
| TWY   | RWY | FL    | FL    | TYPE    | TURB. | DEP  | TIME | DEST | TIME       | TOTAL TIME | RMK        |
| B     | 24C |       |       | SE20    | L     | W    | 1224 | TB   |            |            |            |
| 15/10 | ↓   | POINT | POINT | OKEUR01 |       |      | OPR  |      | MRKVA 2/2h |            |            |
|       |     | TIME  | TIME  | REG     | A     | 2000 | RFL  | TB   | OT         | PO         | CREW       |
| TWY   | RWY | FL    | FL    | TYPE    | TURB. | DEP  | TIME | DEST | TIME       | TOTAL TIME | RMK        |
| B21   |     |       |       | P220    | L     | W    | 1248 | W    | 1349       |            | TSC-111111 |
| 15/10 | ↑   | POINT | POINT | OKPES   |       |      | OPR  |      |            |            |            |
|       |     | TIME  | TIME  | REG     | A     | 7000 | RFL  | TB   | OT         | PO         | CREW       |
|       |     |       |       |         |       |      |      |      |            |            | TAL-1      |

Obrázek 43 Stripy LKKU

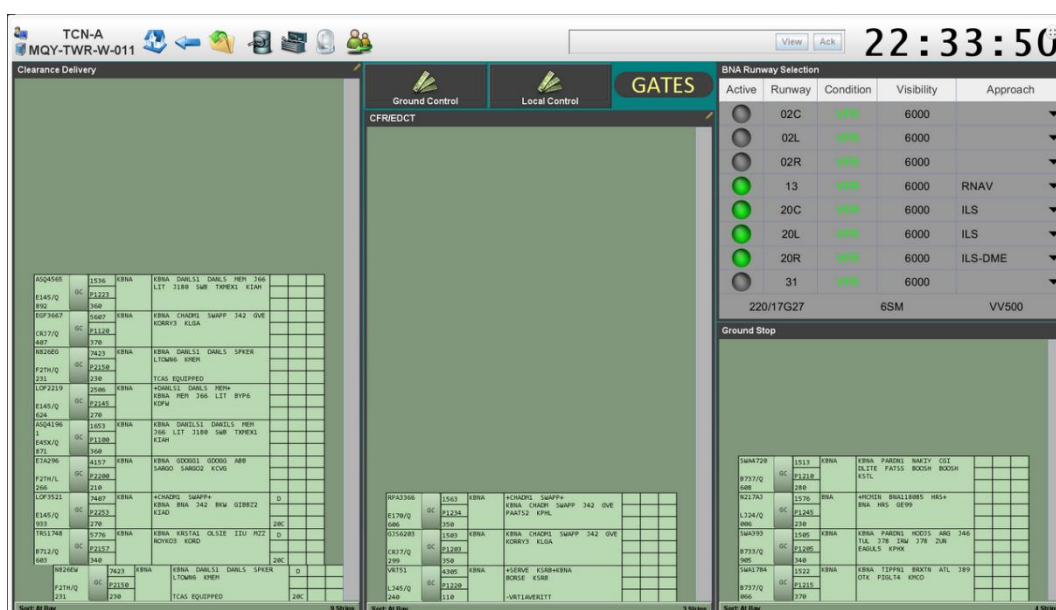
#### 4.4 Konkurenční řešení

Jak již bylo řečeno, dodavatelem systému elektronických stripů pro TWR Ruzyně je norská společnost INDRA NAVIA AS. Tato společnost nabízí komunikační, navigační a přehledové systémy všeho druhu a své výrobky dodává do 111 států světa. Díky svým zkušenostem a devadesátiletou historií může tato společnost nabídnout širokou řadu produktů od těch

jednodušších až po sofistikované systémy, přizpůsobené přímo požadavkům jednotlivých společností. [4]

Na druhé straně stojí celá řada konkurentů, kteří nabízejí vesměs podobná řešení elektronických stripů. Bohužel detailní popis jednotlivých systémů je veřejně nepřístupný. Při pokusu kontaktovat některé z výrobců za účelem získání dokumentace k jejich systémům jsem se většinou setkal s negativní odpovědí (někteří neodpověděli vůbec), což se dá vysvětlit tím, že si každá firma chrání své know-how. Proto zde uvádím pouze několik konkurentů a základní parametry jejich systémů, které jsou dostupné na internetových stránkách výrobců.

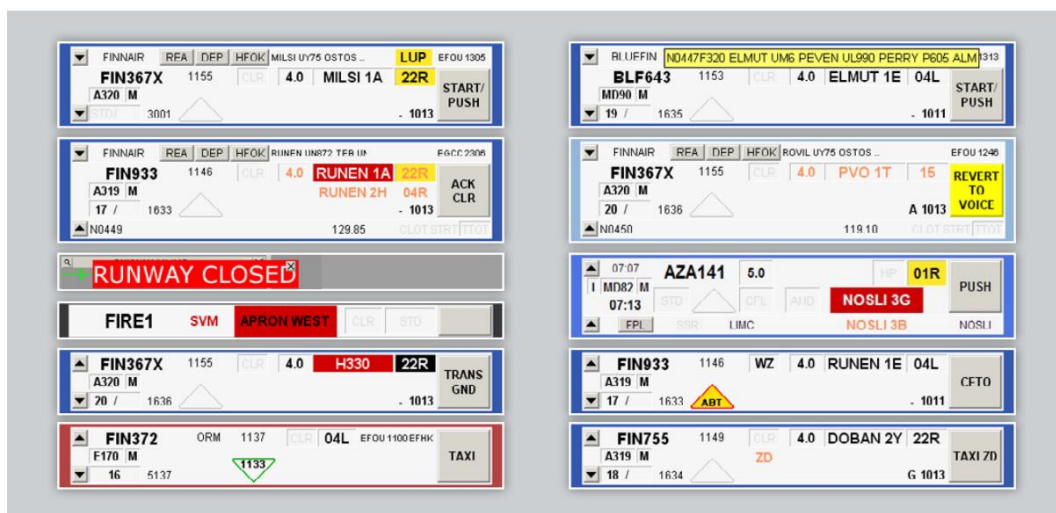
Prvním z vybraných výrobců je All Weather Inc. Tato společnost se kromě vývoje a výroby meteorologických systémů (např. AWOS) zabývá také dalšími systémy pro podporu řízení letového provozu. Jejich hlavním působištěm je Severní Amerika, kde úzce spolupracují s tamním úřadem FAA. Systém elektronických stripů, který tato společnost nabízí, se jmenuje FlexIDS. Tento systém je velice flexibilní a dá se použít jak na malých regionálních letištích, tak na velkých mezinárodních letištích. Výhodou tohoto systému je možnost propojení s ostatními systémy od této společnosti.[5]



Obrázek 44 FlexIDS [5]

Dalším konkurentem je švédská společnost SAAB. Ta nabízí řešení v podobě jejich produktu E-strip. Zajímavostí je, že E-strip používá k zobrazení stripů stejnou zobrazovací jednotku, jako systém EFSS používaný v Praze, tedy dotykový LCD monitor Wacom Cintiq 21 UX.

Tento systém je od roku 2009 používán ve Švédsku na letišti Stockholm-Arlanda a v roce 2010 byl instalován ve Finsku na letišti Helsinki-Vantaa. [6]



Obrázek 45 SAAB E-strip [6]

Dalšími konkurenty jsou například společnosti Nav Canada, AviBit, Frequentis, nebo Delair. Většina z těchto společností používá jako zobrazovací jednotku pro své systémy již několikrát zmiňovaný dotykový LCD monitor Wacom Cintiq 21 UX. To si vysvětlují tím, že požadavky na zobrazování elektronických stripů jsou tak specifické, že se touto problematikou nezabývá příliš mnoho společností. Navíc vzhledem k potřebnému počtu těchto zařízení (několik stovek na světě) a celkově nízké poptávce nemají společnosti zájem o vývoj podobných alternativ.



## 5. Analýza současného stavu systému EFSS

Analýzu současného stavu systému EFSS, to jak funguje a jaké jsou jeho případné chyby, jsem prováděl jednak studiem dokumentů týkajících se tohoto systému (dokumentace od výrobce, provozní dokumenty a směrnice ŘLP ČR, s.p., atd.), tak i praktickými cvičeními na 3D simulátoru, na kterém je tento systém nainstalován. Díky simulování situací z reálného provozu jsem identifikoval některé níže zmíněné problémy.

Je nutno dodat, že krátce po zavedení systému EFSS na stanovišti TWR Ruzyně byly zjištěny některé problémy spojené s provozem tohoto systému. Reakcí na tyto problémy bylo vytvoření pracovní skupiny v rámci ŘLP ČR, s.p., která měla za úkol specifikovat tyto problémy a představit návrh změn systému tak, aby došlo k jeho nutným úpravám zajišťujícím bezpečné poskytování služeb řízení letového provozu a výraznému zmenšení zátěže samotných řídicích letového provozu. Jedním z členů této pracovní skupiny je vedoucí mé diplomové práce. Ten se mnou absolvoval všechna testování na simulátoru a na základě jeho zkušeností s elektronickými stripy mi návodnými kroky pomohl odhalit některé zbývající problémy, které jsem v první fázi testování neodhalil a které podle něj byly dostatečně závažné na to, abych se jimi zabýval.

Všechny odhalené problémy jsem pak rozdělil do tří kategorií. Hlavním kritériem pro volbu kategorie byl přínos případné změny systému na zajištění plynulého provozu letecké dopravy, snížení zátěže řídicích letového provozu a zajištění bezpečnosti poskytování letových provozních služeb. Zdůrazňuji, že tento způsob rozdělení problémů je čistě subjektivní a stojí na základě zkušeností, které jsem získal při práci s elektronickými stripy.

### 5.1 Identifikace problémů – vysoká priorita

Do této kategorie jsem zařadil pět problémů s nejvyšší prioritou. Jejich řešení spočívá jak ve změně nastavení systému elektronických stripů, tak ve změně postupů samotných řídicích letového provozu. Tyto problémy mají přímý vliv na bezpečnost poskytování letových provozních služeb. Momentální stav systému může vést ke ztrátě přehledu o provozu, nebo snížení předepsaných rozstupů a proto by bylo vhodné tyto problémy vyřešit co nejdříve.

#### Problém 1.1 – Indikace obsazenosti RWY

Okna pro indikaci obsazenosti RWY v horní liště jsou příliš malá a nevýrazná. Z toho důvodu nejsou využívána tak, jak bylo navrženo. S tím souvisí i další problém, kterým je způsob delegování RWY.

#### Problém 1.2 – Delegování dráhy přes EFSS

Současný stav je takový, že pokud chce řídicí na pozici TPC převzít pravomoc za jakoukoliv dráhu, oznámí to řídicímu na pozici TEC. Ten následně označí danou dráhu v systému A-

SMGCS jako obsazenou a tím ji uvolní pro TPC. Tento způsob není úplně optimální a jsou požadavky na propojení systémů A-SMGCS a EFSS, tak aby bylo možné delegovat dráhu pomocí EFSS.

#### Problém 1.3 – Pasivní role TPC

Jak již bylo zmíněno v kapitole o základním rozložení obrazovky na pozici TPC, řídící na této pozici nemá možnost měnit polohu jednotlivých stripů a ovládat funkční tlačítka. Může pouze vytvářet manuálně stripy letů, které budou následně řízeny TEC, dále může editovat údaje o přiletech v okně Show ARR. Tyto omezené pravomoci znemožňují řídícímu na pozici TPC vykonávat činnosti, které mohl dělat v době papírových stripů a tím snížit zátěž řídícího na pozici TEC.

#### Problém 1.4 – Nestandardní let VFR

Do systému elektronických stripů nelze zadat nestandardní let VFR, tedy takový, který nevede po VFR trati. EFSS dokonce počítá s tím, že každý let VFR v CTR letí přes dráhu, což nemusí nutně platit pro všechny VFR provoz na v prostoru CTR Ruzyně.

#### Problém 1.5 – Řazení letadel ve fázi De-ice

Tento problém byl naznačen při popisování pohybu stripů v elektronické postupové tabuli. Problém vzniká v okamžiku, kdy se stripy letadel pojíždějících ke vzletu nevejdou do k tomu vymezenému prostoru. V tom okamžiku každý další strip přechází do okna pro odmrazování, kde se mísí se stripy letadel, která byla poslána na odmrazování. To pak může způsobit zmatek a zhoršení přehledu o tom, které letadla podstupují proces odmrazování a která ne.

### 5.2 Identifikace problémů – střední priorita

Problémy v této kategorii nejsou tak závažné jako ty s vysokou prioritou, ale i tak je nutné se na ně soustředit. Ač nemají přímý vliv na bezpečnost, jejich častý výskyt může být pro řídící letového provozu nepříjemný a ve většině případů tyto problémy zabírají řídícím letového provozu jejich kapacitu. Vyřešení těchto problémů by vedlo k celkovému snížení zátěže řídících letového provozu, čímž by se zároveň zvýšila bezpečnost poskytování letových provozních služeb.

#### Problém 2.1 – Manuální poznámky vpisované do stripů

Současný stav umožňuje vpisování poznámek pouze pomocí tlačítka PEN, umístěném na horní liště, po jehož stisknutí lze psát libovolné poznámky do elektronických stripů. Tento mód lze ukončit opětovným stisknutím tlačítka PEN, nebo kliknutím na libovolné místo mimo daný strip.

Dalším problémem spojeným s poznámkami ve stripech je to, že při předání stripu na následující pracoviště všechny manuální poznámky zmizí. Pokud tedy ve stripu byly nějaké důležité informace týkající se provozu, řídicí, který strip předal, musí sdělit tyto informace verbálně. To může v hustém provozu značně zvýšit zátěž řídicích letového provozu.

#### Problém 2.2 – Označení kategorie turbulence v úplavu

Označení kategorie turbulence v úplavu ve stripu je nevýrazné a v krajním případě hrozí nedodržení předepsaných rozstupů mezi letadly.

#### Problém 2.3 – Využití tlačítek na monitoru

Monitor, který je určený pro zobrazení elektronických stripů (Wacom Cintiq 21 UX) je vybaven 18 tlačítky (9 na pravém a 9 na levém okraji monitoru), které ovšem nemají nastavenou žádnou funkci.

#### Problém 2.4 – Databáze ukončených letů na TSC

Absence jakéhokoliv nástroje pro zobrazení ukončených letů. To je nutné například při zpětném sepisování hlášení o incidentu, nebo jiných událostech.

#### Problém 2.5 – Označení času CTOT

Letadla, která jsou předmětem uspořádání toku letového provozu (ATFM), mají přidělen slot (Časová mezera pro vzlet, která je tvořena vypočítaným časem pro vzlet (CTOT) minus 5, plus 10 minut). V současné podobě stripů je CTOT udáváno v jednoduchém formátu, kdy je před samotným časem indikátor buď SAM, nebo SRM a následuje čas slotu ve formátu HHMM. Řídicí pak musí sám počítat časové rozmezí tohoto slotu, což není samo o sobě příliš náročné, ale v hustém provozu, kdy je předmětem ATFM více letadel, toto dopočítávání společně s plněním ostatních povinností řídicího zvyšuje jeho zátěž.

Následující obrázky znázorňují rozdíl mezi zapsáním slotu v papírovém stripu (Obrázek 46) a elektronickém stripu (Obrázek 47).



Obrázek 46 Papírový strip



Obrázek 47 Elektronický strip [1]

Jak je vidět v levém dolním rohu papírového stripu, slot byl určen patnáctiminutovým intervalem (0605 0620) společně s označením SAM. V elektronické podobě je pouze označení SAM a čas 0840.

#### Problém 2.6 – Upozornění na změnu QNH

Pokud se změní hodnota tlaku QNH o 1 hPa, systém na to zareaguje rozblíknutím aktuální hodnoty QNH. Řídicí pak kliknutím na tuto hodnotu potvrdí, že změnu zaregistroval a bude s touto hodnotou dále pracovat.

Problém v případě časté změny tlaku QNH. V některých případech, kdy tlak kolísá mezi dvěma hodnotami, bliká indikátor změny tlaku téměř neustále. To může rušit řídicího letového provozu a odklánět jeho pozornost od jeho práce.

#### Problém 2.7 – Sled akčních tlačítek na pozici GEC

Momentální sled tlačítek na pozici GEC je při převzetí přilétávajících letadel následující: AOC pro samotné převzetí letadla, TAXI pro vydání povolení k pojíždění, DOCK pro ukončení pojíždění a tím i ukončení letu. Jelikož při převzetí letadla nemá řídicí jinou možnost než dát letadlu povolení k pojíždění, dochází k tomu, že řídicí provádí zcela automaticky „dvojklik“, kterým zároveň převezme letadlo a vydá mu povolení k pojíždění.

### 5.3 Identifikace problémů – nízká priorita

V této kategorii jsou nejméně závažné problémy. To ale neznamená, že jejich řešení není nutné. Ač se jedná vesměs o „kosmetické“ úpravy systému, nebo problémy, které vadí menšímu množství řídicích letového provozu, dá se jejich úpravou dojít k optimalizaci EFSS tak, aby byl tento systém efektivnější v podpoře poskytování letových provozních služeb.

#### Problém 3.1 – Let ZVFR

Při zhoršených meteorologických podmínkách (letová dohlednost menší než 5 km, vzdálenost od oblačnosti pod 1500 m horizontálně a 300 m (1000 stop) vertikálně[9]) nelze označit let ZVFR (Zvláštní let VFR).



Obrázek 48 Vytvoření nového stripu [2]

### Problém 3.2 – Automatické rozpoznání vrtulníků

V současném stavu systém nedokáže automaticky rozpoznat a označit vrtulník od ostatních letadel, např. podle zkratky ICAO.

### Problém 3.3 – Flight Suspension Message (FLS) z důvodu not reported as airborne

V systému chybí upozornění na blížící se FLS z důvodu not reported as airborne.

Nedojde-li ke vzletu do 40 minut od EOBT dle FPL, nebo do 40 minut od EOBT aktualizovaného zprávami DLA/CHG, nebo do třiceti minut od času CTOT obdrží provozovatel a příslušná letištní řídicí věž zprávu Flight Suspension Message - FLS v následujícím formátu:

```
TITLE FLS  
ARCID ABC1234  
IFPLID AA12345678  
ADEP LPPR  
ADES LFPG  
EOBD 020514  
EOBT 0500  
COMMENT NOT REPORTED AS AIRBORNE  
TAXITIME 0012
```

Obrázek 49 Flight Suspension Message [10]

Povolení ke vzletu nebo povolení ke spouštění a pojiždění nebude dotčným letadlům, v tomto případě vydáno. Následně musí příslušný provozovatel zaslat zprávu DLA aktualizující EOBT letadla. Jak provozovatel, tak letištní řídicí věž následně obdrží v odpovědi od NMOC buď zprávu DES (De-Suspension Message) nebo zprávu SAM (Slot Allocation Message). Žádá-li let o povolení k vytlačení, spouštění nebo pojiždění později než v čase EOBT podle letového plánu, nebo naposledy aktualizovaného plus 15 minut a naznačuje-li provozní situace, že zpráva FLS (Flight Suspension) zaslaná na základě postupů FAM bude přijata v průběhu následného pojiždění, nebo těsně před vzletem, může být dotčné povolení odepřeno a let může být vyzván k zaslání zprávy DLA. Zaslání zprávy DLA může na žádost posádky zprostředkovat příslušná letištní řídicí věž. [10]

Problém 3.4 – Označení stojánky, kde je třeba volat služba Follow

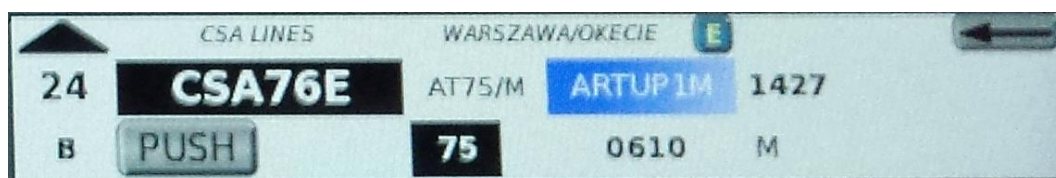
Stojánky, na které je nutné volat službu Follow, momentálně nejsou v systému elektronických stripů označeny.

Problém 3.5 – Zrcadlové zobrazení stripů

Příletový a přeletový strip jsou zrcadlovou kopií odletového stripu. Otázka je, zda je to nutné, nebo něčím přínosné.

Problém 3.6 – Ohraničení prázdných oken ve stripu

Pokud nejsou pole ve stripu vyplněná, dochází ke splynutí sousedících polí do jedné plochy bez ohraničení. To se často stává v rozšířené části stripu, kde obvykle nejsou všechny informace a často dochází k tomu, že při nutnosti editace je obtížné najít vhodné místo kam kliknout.



Obrázek 50 Odletový strip

Na obrázku 50 je jako příklad znázorněn odletový strip v obvyklé podobě na sloučeném pracovišti. Pokud se zaměřím na pravou (rozšířenou) část stripu, tak je patrné, že tam několik údajů chybí. Z celkových osmi polí jsou obsazeny pouze tři a hranice mezi ostatními jsou nejasné. To komplikuje práci řídicího v okamžiku, kdy potřebuje zadat například číslo odmrazovacího stání a není na první pohled jasné, kam má kliknout.

## 6. Návrh optimalizace systému EFSS na stanovišti TWR Ruzyně

V této části práce se budu věnovat řešením problémů uvedených v předchozí kapitole. Jelikož řešení jednotlivých problémů vyžaduje dobrou teoretickou, ale i praktickou znalost celého systému EFSS, podstoupil jsem za dohledu vedoucího mé diplomové práce kromě simulací na 3D věžním simulátoru v letecké škole, která spadá pod ŘLP ČR, s.p. také několik pozorování na stanovišti TWR Ruzyně. Díky těmto simulacím a pozorování jsem byl schopen lépe porozumět daným problémům a navrhnout řešení, které by bylo uplatnitelné v praxi.

Bohužel v průběhu vypracovávání této diplomové práce nebyla možnost konzultovat tyto návrhy s výrobcem systému, avšak všechny následující návrhy optimalizace systému EFSS budou přeloženy pracovní skupině v ŘLP ČR, s.p., která se zabývá systémem elektronických stripů a jejichž členem je vedoucí mé diplomové práce pan Ing. Jiří Šála. Následující návrhy budou sloužit jako podklad pro řešení těchto problémů v praxi.

### 6.1 Návrh řešení problémů – vysoká priorita

V této kategorii je navrženo řešení pěti nejzávažnějších problémů. Aplikováním těchto změn by došlo k výraznému zefektivnění celého systému elektronických stripů.

#### Problém 1.1 – Indikace obsazenosti RWY

V současné podobě jsou tlačítka, která indikují obsazenost dráhy příliš malá. Z mého pohledu by zajímavým řešením bylo rozšířit horní lištu i za cenu mírného zmenšení prostoru pro EFSS. Tímto rozšířením by vznikl nový prostor a bylo by možné do horní lišty zakomponovat nové funkce.



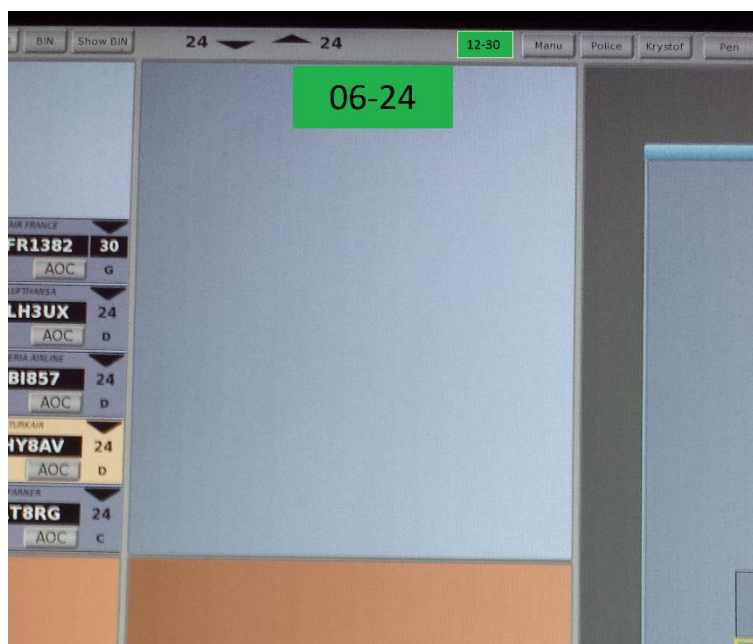
Obrázek 51 Návrh rozšířené horní lišty

#### Problém 1.2 – Delegování dráhy přes EFSS

Tento problém je spojený s problémem indikace obsazenosti RWY. Současný stav je popsán v kapitole 5 Analýza současného stavu systému EFSS. Můj návrh řešení je takový, že by se delegování dráhy provádělo pomocí tlačítek v horní liště. Taková možnost existuje i nyní, ale vzhledem k velikosti těchto tlačítek je tento způsob příliš nevýrazný a řidič na pracovním místě TEC může snadno přehlédnout, že TPC žádá o převzetí odpovědnosti za dráhu a proto se tento způsob v současné době provozně nevyužívá (delegování dráhy mezi TEC a TPC je nejčastější varianta a proto tento problém ilustruji na této situaci).

Kromě zvýraznění tlačítek bych navrhoval i propojení se systémem A-SMGCS. Celý proces delegování dráhy by pak vypadal následovně:

1. Řídicí na pracovním místě TPC by zažádal o převzetí pravomoci za dráhu kliknutím na tlačítko dané dráhy v horní liště (lze použít i současnou velikost tlačítek).
2. Tato žádost by se zobrazila na pracovním místě TEC nejen rozblikáním tlačítka dráhy (zelená/červená), ale i jeho výrazným zvětšením a to i za cenu překrytí stripů. K rozblikání by došlo i na TPC.
3. TEC by pak kliknutím na toto tlačítko předal odpovědnost za dráhu na pozici TPC, tlačítko dráhy by se na TEC zmenšilo na původní velikost a zůstalo červeně podbarvené. Tato akce by byla propojená se systémem A-SMGCS a při kliknutí na blikající tlačítko dráhy by se zároveň automaticky stiskla ikona na obrazovce A-SMGCS, která by označila danou dráhu na TEC jako obsazenou (červený rámeček kolem dráhy)
4. V okamžiky kdy TEC klikne na blikající tlačítko dráhy, na pracovním místě TPC by tlačítko této dráhy změnilo velikost a zezelenalo. TPC by musel potvrdit převzetí pravomoci za dráhu kliknutím na zvětšené tlačítko, čímž by se toto tlačítko vrátilo do původní velikosti.



Obrázek 52 Návrh indikace převzetí odpovědnosti za RWY

### Problém 1.3 – Pasivní role TPC

Jak bylo řečeno, řídicí na pozici TPC má pouze omezené možnosti práce s elektronickými stripy. V ideálním případě by TPC mohl ovládat veškeré stripy, které jsou v kompetenci řídicího na TEC a měnit v nich údaje podle potřeby. Zde by ale bylo obtížné definovat, který řídicí nese za co odpovědnost a pokud by TPC udělal něco, o čem by TEC nevěděl, snížilo by to bezpečnost poskytování služeb řízení letového provozu.



Je tedy jasné, že v případě převedení pravomocí na TPC je nutné, aby to TEC věděl a nejlépe určil, co všechno může řídicí z pozice TPC dělat. Proto navrhuji spojit řešení tohoto problému s návrhem řešení problému 1.1, kdy rozšířením horní lišty v systému EFSS vznikne nový prostor. Tento prostor by mohl sloužit k umístění nového tlačítka, po jehož stisknutí by se objevil seznam položek, jejichž zaškrtnutím by TEC určil činnosti, které dovolí dělat řídicímu na pozici TPC.

Mezi činnostmi, které by mohl TPC po vzájemné koordinaci s TEC vykonávat, patří řazení příletových stripů, tvorba nových stripů, ovládání tlačítek např. HND, nebo například povolení křížování dráhy.

Součástí této nové funkce by bylo i tlačítko „default“, které by vrátilo nastavení do původního stavu, který by odpovídal současnému stavu. Tlačítko default by se používalo např. při střídání řídicích na pracovním místě TEC. Nově přichozí řídicí by tak zajistil, že TPC neudělá něco, o čem by TEC nevěděl.

#### Problém 1.4 – Nestandardní let VFR

V případě nestandardního letu VFR (let za podmínek VMC, který neletí po předem určené trati) není možné tuto informaci zadat do stripu. Jako řešení se nabízí možnost přidat do nabídky odletových, nebo příletových tratí při manuální tvorbě stripu pro VFR let nové pole, které by umožnilo psaní volného textu do tohoto okna.

Další možnost je opět vytvoření nového čistého stripu. To má sice tu výhodu, že se do něj dá psát prakticky cokoliv, ale nevýhoda oproti první variantě je, že zde nejsou předvyplněná pole typická pro lety VFR.

V nově vytvořeném stripu by byla pole obsahující následující položky:

- Volací znak letadla
- ADEP
- ADES
- Typ letadla
- Kategorie turbulence v úplavu
- Kód SSR
- Pravidla letu (IFR, VFR, ZVFR)
- Označení dráhy
- Vstupní a výstupní bod do/z CTR

U takto vytvořeného stripu by bylo poměrně složité automaticky určit, ve které části postupové tabule by se měl v danou chvíli nacházet. U ostatních stripů dochází k pohybu mezi

jednotlivými okny pomocí klikání na akční tlačítka, nebo spoluprací se systémem A-SMGCS, který dokáže rozpoznat polohu letadla a na základě této polohy přesouvá stripy v postupové tabuli. V případě volného stripu pro VFR lety by bylo obtížné definovat všechny možné akční tlačítka, protože obecně existuje velké množství akcí, nebo činností, které může tento let dělat a kde se může pohybovat. Proto navrhuji, aby bylo možné s tímto stripem volně pohybovat v EFSB – řídící by si sám hlídal polohu tohoto letadla, podle které by umístil strip do příslušného okna.

#### Problém 1.5 – Řazení letadel ve fázi De-ice

Problémem u řazení letadel ve fázi De-ice (DI) je, že se do okna určené pro tyto stripy řadí i stripy letadel, které proces odmrazování nepodstupují.

Někteří řídící tento problém řeší po svém. Pokud nastane situace, kdy se stripy smíchají, vkládají do postupové tabule ručně vytvořené stripy s poznámkami. Tyto poznámky většinou obsahují pouze zkratku, např. DI1, DI2, atd. a jednotlivé poznámky jsou vkládány před dané stripy. Toto řešení je poměrně pracné a neefektivní.

Mnou navrhované řešení se skládá ze dvou variant. První je pro pracovní místo GEC a druhá pro sloučené pracoviště.

V prvním případě, tedy pro GEC, bych navrhoval sloučení oken číslo 3 a 4 (viz. Základní rozložení obrazovky na pozici GEC). Tím by vzniknul dostatečný prostor pro stripy letadel pojíždějících k vyčkávacímu místu dráhy a nedocházelo by k přesouvání těchto stripů do okna pro DI.

Pokud by bylo nutné zachovat okno č. 4, řešil bych to vzájemným rozpojením vertikální závislosti oken 3,4,5 a 6. Současný stav je takový, že pokud chce řídící změnit velikost těchto oken (to lze měnit pouze vertikálně), uchopí pomocí stylusu lištu oddělující okna 3 a 4 (respektive 5 a 6) a pohybem mění velikost těchto oken. Jenže okna jsou vzájemně propojena a při změně poměru velikostí oken 3 a 4 se změní i okna 5 a 6. Není tedy možné zvětšit okno č. 3 pouze na úkor okna č. 4, protože se zmenší i okno č. 5, které slouží pro zobrazování příletů. Při zrušení závislosti těchto oken by bylo možné zvětšit okno č. 3 na požadovanou velikost (i při zachování velikosti okna pro přílety) a stripy pojíždějících letadel by se nepřemísťovala do okna č. 2.

V případě sloučeného pracoviště by stripy zůstaly v okně číslo 3 a nepřemísťovaly by se ke stripům určeným k odmrazování. Okno č. 3 by se stalo scrollovatelné, což by umožnilo tížené oddělení výše zmíněných stripů. Pro větší názornost toho, že se v okně nachází více stripů, bych vytvořil postranní lištu, která by indikovala možnost scrollování.



Obrázek 53 Návrh scrollovací lišty

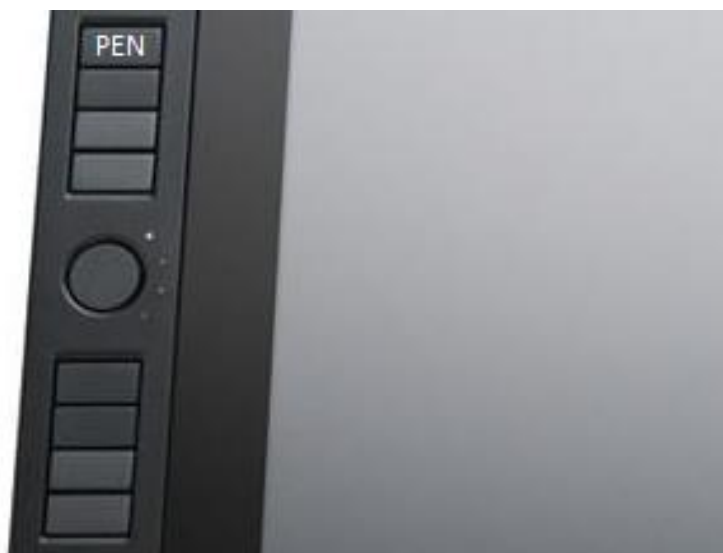
## 6.2 Návrh řešení problémů – střední priorita

V této skupině jsou problémy, jejichž odstranění výrazně přispěje ke snížení zátěže řídicích letového provozu.

### Problém 2.1 – Manuální poznámky vpisované do stripů

Prvním problémem spojeným s psaním poznámek do stripů je samotná aktivace módu PEN, kterou lze nyní aktivovat pouze kliknutím na tlačítko PEN v horní liště EFSB. V případě slabého provozu to není tak významný problém, ale když je v postupové tabuli více stripů a řídicí musí psát více poznámek, pak je tento způsob poměrně zatěžující. Proto by bylo vhodné změnit způsob aktivace funkce PEN.

Jako jedno z řešení se nabízí nastavit jedno z tlačítek umístěných na kraji monitoru, jelikož tyto tlačítka zatím žádnou funkci nemají. Řídicí letového provozu by pak mohl jednou rukou psát poznámky a druhou rukou mačkat dané tlačítko pro aktivaci, nebo deaktivaci módu PEN. Pro ještě větší usnadnění by bylo možné deaktivovat funkci PEN kliknutím na libovolné místo mimo daný strip tak, jak je tomu nyní. Pro lepší přehled bych pak navrhl opatřit dané tlačítko štítkem PEN.



Obrázek 54 Návrh nového tlačítka PEN

Dalším řešením tohoto problému by mohlo být přidání nového funkčního tlačítka přímo do stripu. To by urychlilo celý proces oproti stávajícímu stavu. Problémem tohoto řešení je, že současné rozložení stripů využívá celou plochu stripu. Původní myšlenka, že by se strip „prodloužil“ a tlačítko by se přidalo na konec stripu, není ideální, protože by se stripy pravděpodobně nevešly do postupové tabule. Proto navrhuji rozdělit některé z existujících polí (např. pole č. 20, které je určeno pro označení písmena ATIS, ale nezabírá celou plochu pro něj určenou) a do nově vzniklé části umístit akční tlačítko pro psaní poznámek.



Obrázek 55 Návrh nového tlačítka PEN ve stripu

Ideální by pak byla kombinace obou výše zmíněných řešení společně se stávajícím stavem. Hardwarové tlačítko společně s tlačítkem v horní liště by aktivovalo mód, ve kterém by bylo možné psát do jakéhokoliv stripu. Akční tlačítko ve stripu by pak sloužilo pro „lokální“ funkci PEN, která by umožnila psát pouze do jednoho daného stripu.

Toto řešení s novým tlačítkem se nakonec ukázalo být nevhodné, jelikož do míst, kam by se vešlo toto nové tlačítko jsou obvykle poznámky zapisovány a vložením nového tlačítka by ve stripu nebylo skoro žádné místo na psaní poznámek. Uvažoval jsem ještě umístit tlačítko jinač, ale současné rozložení stripů to nedovoluje.

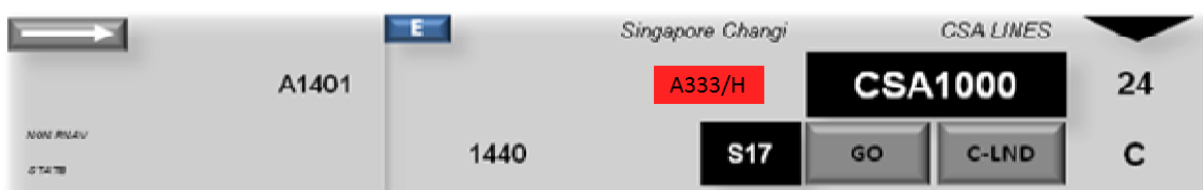
Poslední změnou související s poznámkami ve stripech by bylo umožnit přenos všech ručně napsaných poznámek při předání stripu na další pracoviště. Řídicí, který strip převzal, by měl možnost tyto poznámky vymazat v případě, že by pro něj byly irelevantní.

### Problém 2.2 – Označení kategorie turbulence v úplavu

Momentální nastavení zobrazení kategorie turbulence v úplavu je podle některých řídicích letového provozu příliš nevýrazné. Můj návrh řešení je proto buď změnit tloušťku písma tak, aby označení bylo výraznější (např. A333/H).

Pokud by bylo tučné písmo příliš nevýrazné, volil bych navíc podbarvení kategorie turbulence v úplavu žlutou barvou (např. A333/H). V případě zavedení tohoto řešení bych ještě zvážil použití žluté barvy, protože žluté podbarvení se používá v případě změny informace ATIS a proto by toto řešení bylo mírně matoucí.

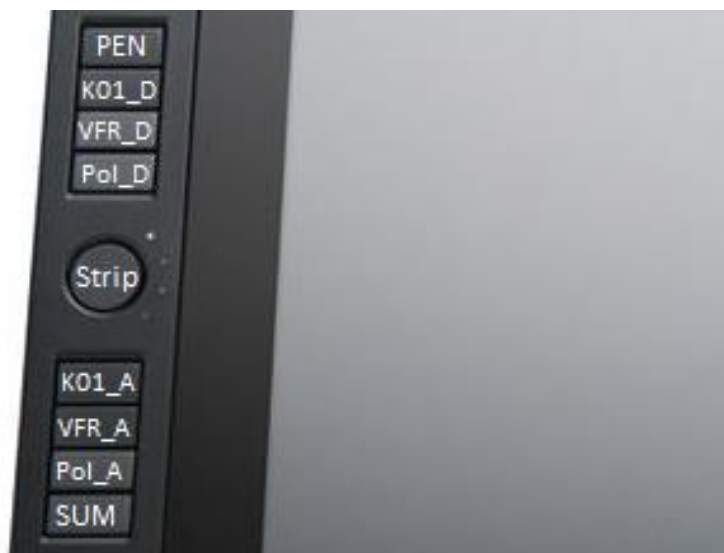
V případě, že by i tento způsob byl stále nevýrazný, navrhuji zvýraznit typ letadla společně s označením kategorie turbulence v úplavu vhodným podbarvením textu. Vzhledem ke složení provozu na letišti LKPR bych letadla kategorie medium nechal bez zvýraznění a zvýraznil bych pouze letadla kategorie light, heavy a super. Zde by byl opět problém s volbou vhodné barvy podbarvení textu. Můj původní záměr byl barevně rozlišit i jednotlivé kategorie (např. letadla kategorie light pobarvit žlutě, letadla heavy červeně). Při testování EFSS na simulátoru se ale ukázalo, že odlišné barvy nejsou potřeba, jelikož stačí pouze upozornit na to, že se jedná o jinou kategorii než medium. Proto by stačilo vybrat jednu barvu. Problém je, že červená, žlutá a modrá se používají pro označení odletových tratí, které jsou hned vedle označení letadla, zelená se pak používá u akčních tlačítek. Na obrázku 56 je návrh označení kategorie turbulence v úplavu.



Obrázek 56 Návrh označení kategorie turbulence v úplavu

### Problém 2.3 – Využití tlačítek na monitoru

Žádné z 18 tlačítek na stranách monitoru, který zobrazuje elektronické stripy, nemá v současné době žádnou funkci. Jak už jsem naznačil v řešení problému 2.1, tyto tlačítka by se dala použít buď pro naprogramování nových funkcí (kromě spouštění funkce PEN by tlačítka mohla sloužit např. pro vytvoření nových stripů (Manu, Police, nebo Krystof) jako analogie k tlačítkům v horní liště). Další nové funkce by mohly být například nastavení vlastností monitoru (jas, kontrast, atd.).



Obrázek 57 Návrh využití bočních tlačítek

Jak se ukázalo při testování na 3D simulátoru, použití tlačítek pro vytváření stripů jako pomocí horní lišty je redundantní, ale bylo by přínosné tlačítka využít pro vytváření stripů předdefinovaných letů. To by řídicím ušetřilo čas a snížilo jejich zátěž.

Tlačítka by měla být naprogramována pro stripy nejčastějších letů v CTR Praha, které se nevytváří automaticky, tedy Kryštof 01 přílet, Kryštof 01 odlet, Manu VFR přílet, Manu VFR odlet, Police přílet a Police odlet. Dále by mohla tlačítka sloužit k vytvoření nového čistého stripu, do kterého by bylo možné psát libovolné informace (viz. Problém č. 6). Poslední mnou navrhovanou funkcí by bylo tlačítko, které by buď zařadilo, nebo vyřadilo letadlo z kalkulace A-CDM.

Tato varianta tedy obsahuje 9 tlačítek, kterým budou přiřazeny dané funkce. Tím se tedy zaplní polovina tlačítek na monitoru. Druhá polovina by se dala použít na naprogramování tlačítek pro upravení vlastností monitoru, nebo se tyto tlačítka symetricky využijí pro stejné funkce. Myšlenka je taková, že by řídicí jednou rukou ovládal tyto boční tlačítka na monitoru a druhou ruku používal pro práci se stylusem. Toto řešení by tedy vyhovovalo řídicím pravákům i levákům.

#### Problém 2.4 – Databáze ukončených letů na TSC

Systém elektronických stripů sice ukládá zkomprimované screenshoty obrazovek na disk, ale k těmto údajům nemají řídicí letového provozu přístup. Myšlenka je proto taková, že by se na nový externí disk ukládaly záznamy stripů všech ukončených letů.

Tyto záznamy by byly uchovávány alespoň po dobu 24 hodin od skončení letu. Není úplně nezbytné, aby měli k těmto datům přístup všichni řídicí letového provozu, je ale žádoucí aby k těmto záznamům měl přístup vedoucí směny. To by bylo zajištěno propojením externího

disku, na který se stripy ukládají, s počítačem na pracovním místě TSC. Z tohoto počítače by pak byl neomezený přístup ke stripům ukončených letů.

#### Problém 2.5 – Označení času CTOT

Jelikož je ve stripu, konkrétně v poli 19 (viz. Obsah EFS) dostatečný prostor, navrhuji zobrazit CTOT jako časové rozmezí. Místo současné situace, kdy má letadlo přidělen slot např. na 12:00 a v poli 19 je zobrazeno SAM 12:00 by v poli bylo rozmezí 11:55-12:10. Tím by eventuálně mohl odpadnout i indikátor SAM/SRM, protože by stripy byly dostatečně odlišeny od ostatních letadel, které mají místo času CTOT čas EOBT, který je zobrazen bez indikátoru.

#### Problém 2.6 – Upozornění na změnu QNH

Vzhledem k tomu, že změna tlaku QNH o 1 hPa není natolik význačná, navrhuji bych indikovat změnu tlaku až při vychýlení o 2 hPa od referenční hodnoty. Referenční hodnota by se nastavila podle aktuálního tlaku v okamžiku zavedení tohoto systému.

V praxi by to vypadalo následovně: při změně tlaku QNH z původní hodnoty např. 1013 hPa na 1012 hPa by se tato hodnota nerozblíkala tak jako je tomu nyní. V případě, že by se tlak vrátil na původní hodnotu, nebo dokonce klesl na 1012 hPa, by se stále nic nedělo. Indikace by se spustila až při změně tlaku na 1015 hPa, nebo naopak 1011 hPa. Zároveň by se přenastavila referenční hodnota tlaku na tu hodnotu, která spustila indikaci. Tím by se zamezilo neustálému spouštění upozornění o změně tlaku při kolísajícím tlaku.

Mohlo by se tedy stát, že jednomu letadlu bude nahlášen tlak QNH např. 1005 hPa a druhému 1007 hPa. Rozdíl tlaku 2 hPa je roven rozdílu výšky zhruba 54 stop. Tento rozdíl je ale v rámci mezích při dodržování vertikálních rozestupů 1000 stop.

Tolerance odchylky určující, zda informace o hladině odvozená z tlakové nadmořské výšky a zobrazená řídicímu je přesná, musí být  $\pm 60$  m ( $\pm 200$ ft) v RVSM vzdušném prostoru. V jiném vzdušném prostoru musí být  $\pm 90$  m ( $\pm 300$  ft), s výjimkou, kdy příslušný úřad ATS stanoví menší hodnotu, ne však méně než  $\pm 60$  m ( $\pm 200$  ft), je-li to vhodnější. [11]

#### Problém 2.7 – Sled akčních tlačítek na pozici GEC

Jak vyplývá z popisu tohoto problému v předchozí kapitole, zmíněný dvojklik (tlačítek AOC a TAXI) je prováděn většinou řídicích automaticky a proto se nabízí řešení sloučit tyto dvě tlačítka do jednoho. Eventuálně zachovat pouze tlačítko AOC, vynechat tlačítko TAXI a celý proces ukončit až tlačítkem DOCK.

### 6.3 Návrh řešení problémů – nízká priorita

Nižší priorita těchto problémů neznámá, že není potřeba tyto problémy řešit. Jediný rozdíl oproti prvním skupinám problémů je ten, že tyto problémy nezasahují tolik do pracovních

návyku řídicích letového provozu, ale i tak jejich se dá jejich řešením dosáhnout optimálního stavu systému a snížit pracovní zátěž řídicích letového provozu.

### Problém 3.1 – Let ZVFR

Jelikož neexistuje označení letu ZVFR v elektronickém stripu, navrhuji zařadit tuto možnost do procesu tvorby nového manuálně vytvořeného stripu. Zde existuje opět několik možných řešení. První možnost je, že by se mohla možnost letu ZVFR nabídnout při kliknutí na tlačítko Manu v horní liště, kde by byla mezi ostatními možnostmi jako např. IFR DEPARTURE, VFR ARRIVAL, atd.

Druhou možností je rozšířit nabídku odletových a příletových tratí při tvorbě letu VFR o možnost ZVFR, nebo přidat nové tlačítko, které by definovalo pravidla letu (IFR, VFR, ZVFR).

Třetím možným řešením je vytvoření nového čistého stripu, podobně jako při řešení problému 1.4, do kterého by bylo možné zapsat jakékoliv data, tedy i let ZVFR. To by bylo možné spojit i s řešením problému 2.1, kdy by se jedno z bočních tlačítek na monitoru naprogramovalo na tvorbu čistého stripu.

### Problém 3.2 – Automatické rozpoznání vrtulníků

Provoz vrtulníků v CTR Ruzyně je poměrně specifický a liší se od provozu ostatních letadel. Proto by bylo dobré označit i stripy těchto vrtulníků pro zlepšení přehledu o provozu v prostoru CTR.

V současnosti se dají rozeznat stripy pro vrtulníky například pomocí ICAO kódu typu letadla uvedeném ve stripu. Tyto údaje však nejsou dostatečně výrazné a proto navrhuji zvýraznit tyto stripy podbarvením pozadí celého stripu. Vhodná barva pro tyto stripy by mohla být světle žlutá, jednak z toho důvodu, že ještě není použita pro pozadí žádného druhu stripů a také proto, že kontrast mezi bílou barvou (pozadí aktivních letů) a světle žlutou není tak velký, aby odváděl pozornost od ostatních údajů v postupové tabuli, ale je dostatečně velký na to, aby odlišil tyto dva druhy stripů.

Vzhledem k tomu, že většina vrtulníků létajících na letišti LKPR létá podle pravidel VFR, což se označuje žlutým podbarvením volacího znaku, navrhuji celé pole pro volací znak ohraničit černým rámečkem tak, aby podbarvení tohoto pole nesplývalo s barvou celého stripu.

Identifikace vrtulníkových stripů by fungovala pomocí ICAO kódů. V prvním kroku by se vytvořila databáze těchto kódů, která by byla součástí systému EFSS. Následně by se ICAO kódy ze všech stripů porovnávaly s kódy v databázi a v případě shody by se strip podbarvil žlutou barvou.



### Problém 3.3 – Flight Suspension Message (FLS) z důvodu not reported as airborne

Za účelem celkového snížení počtu zpráv FLS z důvodu not reported as airborne bych přidal do stripů upozornění na hrozící FLS. Toto upozornění by mělo podobu podbarvení, popřípadě rozblíkání času CTOT alespoň 5 minut před vydáním zprávy FLS.

### Problém 3.4 – Označení stojánky, kde je třeba volat služba Follow

V případě označení stojánek, na které je třeba volat službu Follow přímo ve stripu by se podle mého názoru zefektivnil celý proces řízení pohybů letadel po ploše. Nedochovalo by k situacím, kdy řidičí zapomene službu Follow zavolat a tím zpozdí celý proces pojiždění.

Aktuálně je číslo stání zobrazeno ve stripu v poli č. 17 (viz. Obsah EFS) bílým písmem na černém podkladu. Já navrhuji označit stojánky, na které je potřeba volat Follow reverzí těchto barev (černé písmo, bílé pozadí). Toto řešení se jeví jako nejjednodušší a zároveň dostatečně transparentní na to, aby bylo jasné kterému letadlu je nutno zavolat službu Follow.

### Problém 3.5 – Zrcadlové zobrazení stripů

Podle mého názoru je zrcadlové zobrazení stripů poněkud zbytečné. Při práci se stripy toto zobrazení nepřináší žádné výhody. Pokud byla myšlenka při zavedení tohoto zobrazení rozlišit od sebe navzájem příletové a odletové stripy, tak je to víceméně zbytečné, protože stripy jsou odlišeny jak svou polohou v postupové tabuli, tak symbolem fáze letu.

Proto navrhuji zobrazovat všechny stripy naprosto stejně a to způsobem, jakým jsou momentálně zobrazovány odletové stripy. Tento způsob bych volil hlavně z historického hlediska, kdy papírové stripy měly podobnou strukturu jako dnešní odletové stripy. Také se domnívám, že je toto zobrazení pro řidičí přirozenější.

### Problém 3.6 – Ohraničení prázdných oken ve stripu

Při řešení tohoto problému jsem se částečně inspiroval podobou stripů na regionálním letišti LKKV a částečně podobou konkurenčních stripů od All Weather Inc. Obě tyto řešení mají ohraničená všechna pole (včetně těch prázdných) tenkou černou linkou. Proto navrhuji ohraničit všechna pole stejným způsobem (viz. Obrázek 58 Návrh ohraničení).



|   |               |                 |          |   |
|---|---------------|-----------------|----------|---|
|  | CSA LINES     | WARSZAWA/OKECIE | E        |  |
| 24  | <b>CSA76E</b> | AT75/M          | ARTUP 1M | 1427  |
| B   | PUSH          | <b>75</b>       | 0610     | M   |

Obrázek 58 Návrh ohraničení

## 7. Závěr

V této diplomové práci se zabývám systémem elektronických stripů na stanovišti TWR Ruzyně, který byl zaveden v roce 2013. Od tohoto systému se očekávalo, že při zachování stávajících postupů přinese nové prvky (například Advanced Safety Nets), které by zjednodušily práci řídicím letového provozu a snížily jejich zátěž. To se bohužel nepovedlo a v některých situacích zátěž řídicích dokonce vzrostla. Proto v této práci navrhuji optimalizaci systému EFSS.

Při implementaci tohoto systému na stanovišti TWR Ruzyně se předpokládalo, že systém elektronických stripů bude přirozeně mít drobné vady menšího charakteru. Praxe ale ukázala, že těchto problémů je více než se očekávalo a tyto chyby mají v řadě případů přímý vliv na bezpečnost poskytování letových provozních služeb. Proto také vznikl podnět k vypracování této diplomové práce.

Tato diplomová práce se skládá ze dvou částí – teoretické, a praktické.

V teoretické části této práce jsem nejdříve na základě dostupných dokumentů k tomuto systému popsal funkci a složení stripu, následně celý systém, jak se s ním pracuje, jak funguje a s jakými systémy spolupracuje. Následně jsem pro porovnání přidal jednoduchý popis vybraných systémů elektronických, nebo papírových stripů, ať už používaných v České republice, nebo v zahraničí.

Praktická část se věnuje nejprve analýze systému elektronických stripů. Ta probíhala na základě sledování práce řídicích letového provozu na stanovišti TWR Ruzyně a následně testování tohoto systému na 3D simulátoru v Letecké škole ŘLP ČR,s.p.

Ve finále jsem vybral 18 problémů, kterými jsem se zabýval podrobněji. Tyto problémy byly rozděleny do tří skupin podle toho, jak by jednotlivé změny ovlivnily plynulost toku letecké dopravy, zátěž řídicích letového provozu a bezpečnost poskytování letových provozních služeb na letišti LKPR.

Nejzávažnější nedostatky systému jsem zařadil do první skupiny s vysokou prioritou. Aplikováním mnou navrhovaných změn by pravděpodobně došlo ke změně pracovních postupů řídicích letového provozu a to hlavně na pozici TPC a TEC, čímž by se celkově zvýšila kvalita poskytování letových provozních služeb.

Návrh řešení problémů označených střední prioritou přináší do systému elektronických stripů nové funkce, nebo optimalizaci již existujících funkcí. To má za následek přirozenější práci se stripy a celkové snížení zátěže řídicích letového provozu v provozních špičkách.

Do poslední kategorie jsem zařadil problémy, jejichž vyřešení sice nemá v porovnání s předchozími problémy takový vliv na práci s elektronickými stripy, ale optimalizací těchto problémů se dá přispět ke snadnějšímu používání elektronických stripů.

Přínos této diplomové práce spočívá v analýze systému elektronických stripů, identifikaci slabých míst a návrhu optimalizace těchto problémů. Tato práce bude předložena pracovní skupině, která se v ŘLP ČR, s.p. zabývá systémem EFSS a jeho optimalizací, a bude sloužit jako podklad pro řešení těchto problémů a optimalizaci systému EFSS.

Na závěr této práce bych dodal, že řešení jednotlivých problémů přináší pouze dílčí změny v systému. K optimálnímu stavu celého systému by došlo vhodnou kombinací jednotlivých návrhů řešení.

## 8. Použité zdroje

- [1] *STRIP: Zpravodaj Řízení letového provozu České republiky, státní podnik. ŘLP ČR, s. p., 2014, XV. ročník, č. 146.*
- [2] DUDA, Ing. Alexandr. ŘLP ČR, s.p. *Směrnice číslo: 01/13/DPRO/015: NOVA 9000 EFSS QUICK REFERENCE HANDBOOK.*
- [3] KUNC, Petr. ŘLP ČR, s.p. *Směrnice číslo: 01/13/DPLR/012: Směrnice pro využívání systému EFSS na TWR Ruzyně.*
- [4] *Indra Navia AS* [online]. [cit. 2015-03-12]. Dostupné z: <http://www.indracompany.com/en/industries/transport-and-traffic/air-traffic/offering/automation-simulation/nova-9000-asmgcs>
- [5] *All Weather, Inc: Electronic Flight Strips* [online]. [cit. 2015-03-13]. Dostupné z: <http://www.allweatherinc.com/air-traffic-control-systems/electronic-flight-strips/>
- [6] *Saab Corporate: E-STRIP GET RID OF THE PAPER STRIPS* [online]. [cit. 2015-05-18]. Dostupné z: <http://saab.com/security/air-traffic-management/air-traffic-management/E-Strip/>
- [7] HRACH, Ing. Miroslav. ŘLP ČR, s.p. *Směrnice číslo: 01/05/DPRO/007: Manuál pro používání elektronických stripů.*
- [8] TOMKA, Róbert. ŘLP ČR, s.p. *Směrnice číslo: 01/10/DRSL/002: Manuál pro obsluhu systému IDP TR7 (Popis systémů a technologie práce).*
- [9] MD ČR. Předpis L 2 - PRAVIDLA LÉTÁNÍ [online]. ŘLP ČR, s.p. - LIS. [cit. 2015-04-28]. Dostupné z: <http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>
- [10] MD ČR. AIP ENR 1 – ENR 1.9 [online]. ŘLP ČR, s.p. - LIS. 2015. [cit. 2015-04-28]. Dostupné z: [http://lis.rlp.cz/ais\\_data/aip/data/valid/e1-9.pdf](http://lis.rlp.cz/ais_data/aip/data/valid/e1-9.pdf)
- [11] MD ČR. Předpis L 4444 - POSTUPY PRO LETOVÉ NAVIGAČNÍ SLUŽBY [online]. ŘLP ČR, s.p. - LIS. [cit. 2015-05-18]. Dostupné z: [http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-4444/data/print/L-4444\\_cely.pdf](http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-4444/data/print/L-4444_cely.pdf)
- [12] KUBÍČEK, Ing. Jan. ŘLP ČR, s.p. *Směrnice číslo: 02/13/DPLR/002: NOVA 9000-EFSS.*
- [13] ŘLP ČR, s.p. *Směrnice číslo: 01/13/DPLR/009: Postupy A-CDM na letišti Praha – Ruzyně.*

- [14] MD ČR. Předpis L 8400 - ZKRATKY A KÓDY [online]. ŘLP ČR, s.p. - LIS. [cit. 2015-05-21]. Dostupné z: [http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-8400/data/print/L-8400\\_cely.pdf](http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-8400/data/print/L-8400_cely.pdf)
- [15] MD ČR. AIP GEN 2 – GEN 2.2 [online]. ŘLP ČR, s.p. - LIS. 2015. [cit. 2015-05-21]. Dostupné z: [http://lis.rlp.cz/ais\\_data/aip/data/valid/g2-2.pdf](http://lis.rlp.cz/ais_data/aip/data/valid/g2-2.pdf)
- [16] European Organisation for the Safety of Air Navigation: The Network Manager [online]. [cit. 2015-05-22]. Dostupné z: <https://www.eurocontrol.int/articles/about-network-manager>
- [17] Amazon.com: Wacom Cintiq 21UX DTK-2100 21-inch Pen Display - Graphics Monitor with Digital Pen [online]. [cit. 2015-05-28]. Dostupné z: <http://www.amazon.com/Wacom-Cintiq-DTK-2100-21-inch-Display/dp/B0038PQCQK>
- [18] Letiště Kunovice. Wikipedia: the free encyclopedia. [online]. 2001- [cit. 2015-05-28]. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Leti%C5%A1t%C4%9B\\_Kunovice](http://cs.wikipedia.org/wiki/Leti%C5%A1t%C4%9B_Kunovice)
- [19] Historie řízení letového provozu v České republice. Praha: Picta Golem, 1998, 135 s.
- [20] The Black Art Procedural Control (a.k.a. non-radar): Blackboards & Boats [online]. [cit. 2015-05-28]. Dostupné z: <http://www.zlcalumni.com/the-black-art>
- [21] HAVEL, Karel, Zdeněk ŽÁČEK a Ludvík KULČÁK. Řízení letového provozu. 1. vyd. Bratislava: Alfa, 1984, 429 s.