



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

LETECKÝ ÚSTAV

INSTITUTE OF AEROSPACE ENGINEERING

LETECKÁ METEOROLOGICKÁ DATA

AVIATION METEOROLOGICAL DATA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Nikola Tarasovičová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Miroslav Šplíchal, Ph.D.

BRNO 2016

Zadání diplomové práce

Ústav: Letecký ústav
Studentka: **Bc. Nikola Tarasovičová**
Studijní program: Strojní inženýrství
Studijní obor: Letecký provoz
Vedoucí práce: **Ing. Miroslav Šplíchal, Ph.D.**
Akademický rok: 2015/16

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Letecká meteorologická data

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Letecká meteorologická data představují významný prvek pro plánování letu a rozhodování o změnách v plánované trase. Úkolem práce je zmapovat způsoby jakými pilot může získávat meteorologická data nezbytná pro strategické rozhodování o dalším průběhu letu.

Cíle diplomové práce:

- Popis současného stavu, jaká meteorologická data piloti získávají před letem a za letu, jaká je časová platnost těchto dat.
- Rozbor situací, kdy posádka může nesprávně vyhodnotit vývoj počasí.
- Popis alternativních možností získávání informací o stavu počasí. Přehled komerčních služeb nabízejících rozšířené informace o počasí a využívající elektronické prezentace.
- Možné způsoby prezentace všech meteorologických jevů významných z hlediska bezpečnosti a ekonomiky letu s ohledem na jejich snadnou a bezpečnou interpretaci na 2D zobrazovacích zařízeních.

Seznam literatury:

Řezáčová, D. (2007): Fyzika oblaků a srážek / Vyd. 1. Praha: Academia, 574 s., [48] s. ISBN 978-8-200-1505-1.

Papathomas, T. V.; Schiavone, J. A.; Julesz, B. (1988): Applications of computer graphics to the visualization of meteorological data. In: ACM SIGGRAPH Computer Graphics. ACM, p. 327-334

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2015/16.

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. Jaroslav Juračka, Ph.D.

ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.

děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato diplomová práce zdůrazňuje význam leteckých meteorologických dat pro plánování letu a strategické rozhodování za letu. Popisuje konvenční způsoby získávání meteorologických dat, a to před letem i během letu. Poskytuje přehled alternativních možností získávání informací o stavu počasí. Diplomová práce srovnává způsoby zobrazení nebezpečných meteorologických jevů – bouřek, turbulence a námrazy – v rámci popsaných komerčních produktů.

ABSTRACT

This master thesis emphasizes the importance of aviation meteorological data for flight planning and for making inflight strategic decisions. It describes conventional ways of obtaining meteorological data before and during the flight. It provides the overview of alternative ways of acquiring weather related information. The master thesis compares how hazardous meteorological phenomena – thunderstorms, turbulence and icing – are displayed within the described commercial products.

KLÍČOVÁ SLOVA

letecká meteorologická data, předletová příprava, Weather Information Service, WSI PilotBrief Optima, vizualizace

KEY WORDS

aviation meteorological data, preflight briefing, Weather Information Service, WSI PilotBrief Optima, visualization

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně pod odborným vedením vedoucího diplomové práce a s použitím literatury uvedené v seznamu práce.

V Brně dne 27. 5. 2016

.....

Bc. Nikola Tarasovičová

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

TARASOVIČOVÁ, N. *Letecká meteorologická data*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2016. 95 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Miroslav Šplíchal, Ph.D..

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji všem, kteří mi pomáhali při zpracování této diplomové práce, především

- vedoucímu své diplomové práce panu Ing. Miroslavu Šplíchalovi, Ph.D., za jeho trpělivost, odborné rady a čas, který mi věnoval,
- panu Ing. Jiřímu Chlebkovi, Ph.D., za poskytnutí dat nezbytných pro zpracování této diplomové práce,
- panu RNDr. Karlu Krškovi, CSc., za jeho velmi vstřícný přístup a za poskytnutí odborné konzultace,
- panu Karlu Molnárovi ze společnosti Honeywell, za jeho ochotu a čas, který mi věnoval a
- pracovníkům letecké meteorologické služebny na letišti Brno-Tuřany, za jejich ochotný přístup, čas a za poskytnutí materiálů.

Chtěla bych moc poděkovat své rodině, která mi byla a stále je velkou oporou.

OBSAH

ÚVOD	9
1 VYHODNOCOVÁNÍ POVĚTRNOSTNÍ SITUACE	10
1.1 ANALÝZA UDÁLOSTÍ SOUVISEJÍCÍCH SE ŠPATNÝMI METEOROLOGICKÝMI PODMÍNKAMI V LETECH 2006 AŽ 2015	10
1.2 PROCES ROZHODOVÁNÍ	12
1.3 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ PROCES ROZHODOVÁNÍ	13
2 METEOROLOGICKÁ DATA ZÍSKÁVÁNA PILOTY PŘED LETEM	18
2.1 ZPRÁVY METAR A SPECI	19
2.2 PŘEDPOVĚĎ TAF, PŘEDPOVĚĎ PRO VZLET A PŘISTÁVACÍ PŘEDPOVĚĎ TREND	21
2.3 OBLASTNÍ PŘEDPOVĚĎ GAMET	25
2.4 PŘEDPOVĚĎ PRO TRATĚ LETU	25
2.5 INFORMAČNÍ ZPRÁVY O TROPICKÝCH CYKLÓNÁCH A VULKANICKÉM POPELU	27
2.6 INFORMACE SIGMET A AIRMET	27
2.7 MIMOŘÁDNÁ HLÁŠENÍ Z LETADLA PIREP	29
2.8 VÝSTRAHY PRO LETIŠTĚ	30
2.9 SROVNÁNÍ METEOROLOGICKÝCH INFORMACÍ ZÍSKANÝCH V RÁMCI PŘEDLETOVÉ PŘÍPRAVY	31
3 METEOROLOGICKÁ DATA ZÍSKÁVÁNA PILOTY BĚHEM LETU	33
3.1 ATIS	33
3.2 VOLMET	34
3.3 HLÁŠENÍ ATC	35
3.4 PALUBNÍ METEOROLOGICKÝ RADAR AWR	35
3.5 ACARS	38
4 ALTERNATIVNÍ ZPŮSOBY ZÍSKÁVÁNÍ METEOROLOGICKÝCH DAT PŘED LETEM A BĚHEM LETU	42
4.1 WIS (WEATHER INFORMATION SERVICE)	42
4.2 WSI (WEATHER SERVICE INTERNATIONAL) PILOTBRIEF OPTIMA	46
4.3 SROVNÁNÍ APLIKACÍ WIS A WSI PILOTBRIEF OPTIMA	50
5 VIZUALIZACE NEBEZPEČNÝCH METEOROLOGICKÝCH JEVŮ NA 2D ZOBRAZOVACÍCH ZAŘÍZENÍCH	53
5.1 BOUŘKY	53
5.1.1 Vizualizace bouřek v SAE ARP 5740 a v aplikacích WIS a WSI PilotBrief Optima	55
5.2 TURBULENCE	58

5.2.1 Vizualizace turbulence v SAE ARP 5740 a v aplikacích WIS a WSI PilotBrief Optima	59
5.3 NÁMRAZA	61
5.3.1 Vizualizace námrazy v SAE ARP 5740 a v aplikacích WIS a WSI PilotBrief Optima	63
5.4 SROVNÁNÍ VIZUALIZACE NEBEZPEČNÝCH METEOROLOGICKÝCH JEVŮ V SAE ARP 5740 A V APLIKACÍCH WIS A WSI PILOTBRIEF OPTIMA	65
ZÁVĚR	67
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	68
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	72
PŘÍLOHY	76
Příloha 1 – Meteorologická předletová příprava pro let IFR po trati LKTb – EGGW	
Příloha 2 – Formát kódování meteorologických jevů ve zprávách METAR a SPECI	
Příloha 3 – Formát kódování meteorologických jevů v předpovědi TAF	
Příloha 4 – Formát kódování meteorologických jevů v přistávací předpovědi TREND	
Příloha 5 – Pokrytí ADS – B	

ÚVOD

Povětrnostní situace významně ovlivňuje pravidelnost, bezpečnost a spolehlivost letecké dopravy, a to více než kterékoliv jiné dopravní odvětví. Přestože moderní letadla většinou již disponují bohatým přístrojovým vybavením, stále mohou nastat situace, kdy špatné počasí může do velké míry ohrozit bezpečnost letu nebo dokonce být jednou z příčin vedoucích k letecké nehodě [16]. Proto je důležité, aby měla posádka letadla včas k dispozici přesné a aktuální informace týkající se meteorologických podmínek na plánované trati letu včetně náhradních letišť pro přistání, na základě kterých by správně rozhodla, jak dále postupovat, a tím se vyvarovala pro bezpečnost letu nepříznivým situacím.

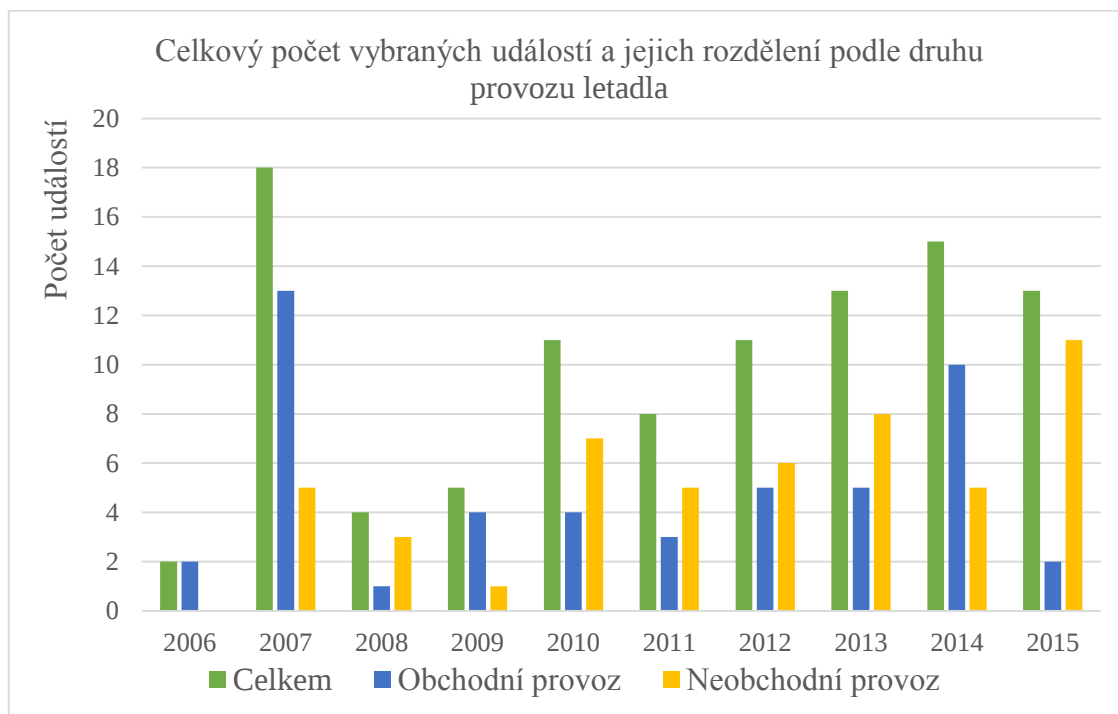
Tuto diplomovou práci lze rozdělit do čtyř částí. První část se zabývá vyhodnocováním povětrnostní situace, na jejímž základě posádka letadla činí strategické rozhodnutí o dalším průběhu letu. Dále rozebírá faktory, které toto strategické rozhodnutí ovlivňují. Druhá část diplomové práce podrobně popisuje, jaká meteorologická data letové posádky v současné době získávají v rámci předletové přípravy a jakými způsoby lze před letem získaná meteorologická data během letu aktualizovat nebo doplnit. Třetí část poskytuje přehled komerčních služeb, které nabízejí posádkám letadel meteorologické informace s globálním pokrytím a které využívají elektronické prezentace na 2D zobrazovacích zařízeních. Poslední část diplomové práce se zaměřuje na vizualizaci vybraných nebezpečných meteorologických jevů – bouřek, turbulence a námrazy, a to v rámci komerčních služeb, které byly popsány v předchozí části.

1 VYHODNOCOVÁNÍ POVĚTRNOSTNÍ SITUACE

Při plánování letu i během průběhu letu, kdy je zapotřebí strategického rozhodnutí o změně trasy, je třeba mít na paměti, že na prvním místě je vždy bezpečnost. Bezpečné provedení letu závisí na mnoha faktorech, mimo jiné i na meteorologických podmínkách, které je nezbytné zohlednit. V případě zanedbání vlivu aktuální a předpovídané povětrnostní situace může dojít k událostem nepříznivých pro bezpečnost letu, které v nejhorším případě mohou vést až k letecké nehodě. Pro představu o četnosti výskytu těchto událostí byla provedena následující analýza.

1.1 Analýza událostí souvisejících se špatnými meteorologickými podmínkami v letech 2006 až 2015

Podkladová data pro zpracování analýzy ohlášených událostí souvisejících se špatnými meteorologickými podmínkami v letech 2006 až 2015 byla získána z mezinárodní databáze ECCAIRS (European Coordination Centre for Accident and Incident Reporting System), která shromažďuje informace o událostech v civilním letectví [11]. Z celkem 6590 ohlášených událostí, které se v letech 2006 až 2015 staly na území České republiky nebo na území jiného členského státu ICAO při provozu letadel, u nichž je Česká republika státem registrace, státem projekce, státem konstrukce nebo státem výroby [37], bylo vybráno 100 událostí, jejichž jednou z příčin uvedených v databázi ECCAIRS byl vliv povětrnostní situace¹.

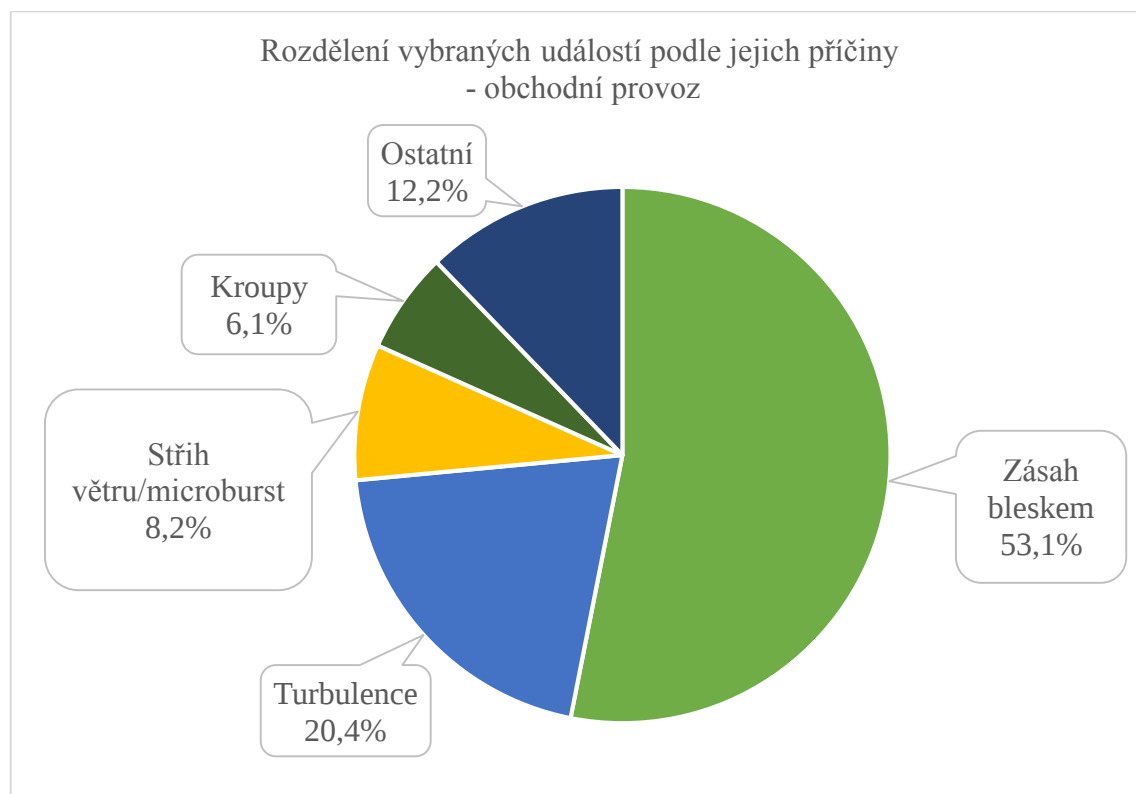


Obr. 1.1 Početní zastoupení vybraných událostí v letech 2006 – 2015

¹ Ohlášené události související se špatnými povětrnostními podmínkami byly vybrány na základě příčiny Weather and Environmental Encounters uvedené ve sledovaném parametru Events and factors databáze ECCAIRS.

Na obr. 1.1 je znázorněn celkový počet vybraných událostí v jednotlivých letech a jejich rozdělení podle druhu provozu letadla². Přestože je celkové početní zastoupení převážně v řádu jednotek, nelze vliv povětrnostní situace na bezpečnost letu zanedbat. Z grafu na obr. 1.1 je pak patrná mírně vzestupná tendence v posledních letech, není však možné jednoznačně určit její příčinu – jedním z důvodů by mohl být nárůst leteckého provozu či „pochtivější“ hlášení událostí posádkami letadel.

Následně byly vybrané události roztrženy podle jejich konkrétní meteorologické příčiny, a to pro jednotlivé druhy provozu (obr. 1.2 a 1.3).³



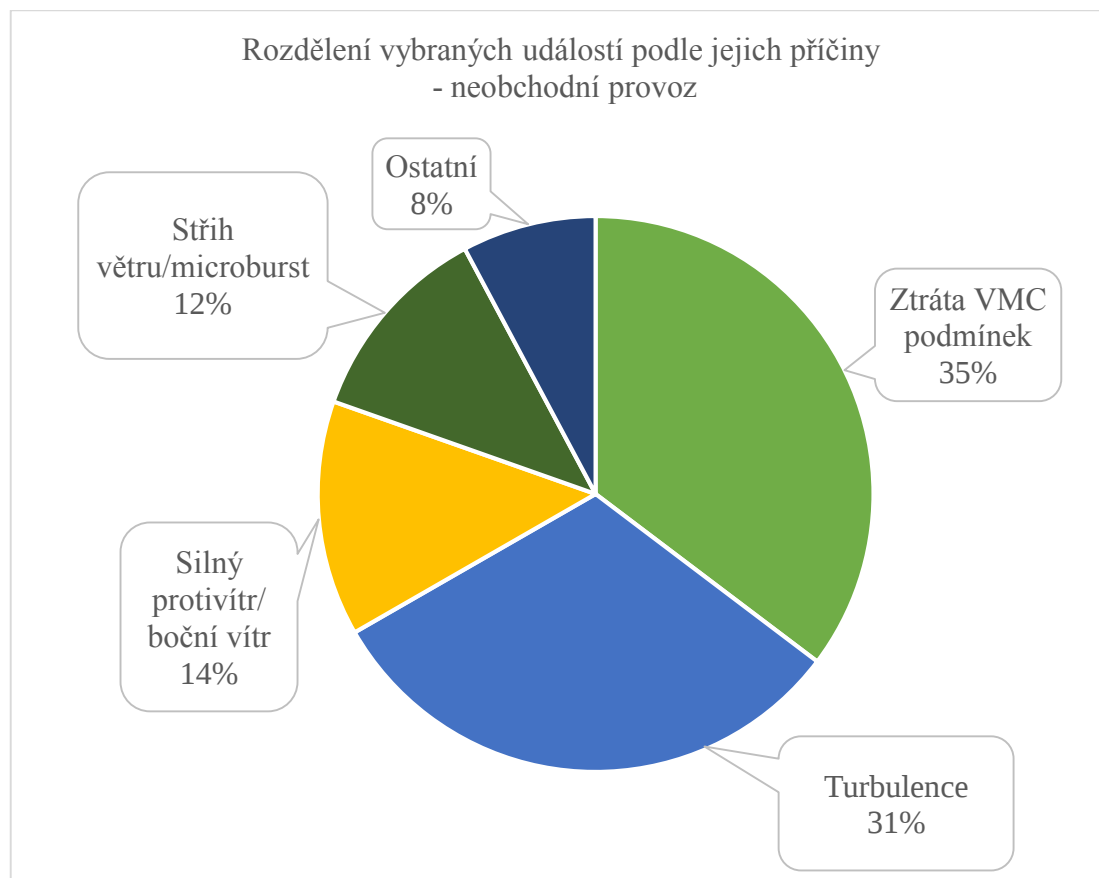
Obr. 1.2 Procentuální rozdělení jednotlivých událostí podle meteorologické příčiny
- obchodní provoz letadel

V obchodní letecké dopravě byl nejčastější meteorologickou příčinou vybraných událostí zásah bleskem (53,1%), turbulence (20,4%) a střih větru/microburst (8,2%). Do kategorie ostatní (12,2%) byly zařazeny události způsobené meteorologickými příčinami, které se vyskytovaly ojediněle – například diverze letounu z důvodu špatného (blíže nespecifikovaného) počasí na cílovém letišti (4,1%), námraza (2%) a silný boční vítr (2%). Letadla provozovaná pro obchodní leteckou dopravu jsou přístrojově lépe

² Vybrané události byly rozděleny podle parametru Operation type databáze ECCAIRS.

³ Rozdělení vybraných událostí bylo provedeno s přihlédnutím k dalším příčinám, které byly uvedené ve sledovaném parametru Events and factors, a v případě jakýchkoliv nejasností k samotnému popisu události v parametru Narrative.

vybavená a mohou být provozována i ve zhoršených povětrnostních podmínkách, ve kterých může dojít k výskytu výše zmíněných nebezpečných meteorologických jevů.



Obr. 1.3 Procentuální rozdělení jednotlivých událostí podle meteorologické příčiny
- neobchodní provoz letadel

V neobchodní letecké dopravě byly vybrané události nejčastěji způsobeny ztrátou meteorologických podmínek pro let za viditelnosti (VMC – 35%), turbulencí (31%) a silným protivětrem nebo bočním větrem (14%). Do kategorie ostatní (8%) byly opět zařazeny ty události, jejich meteorologická příčina se vyskytovala pouze ojediněle. Patří sem například utišení větru při letu balónu (3,9%) či námraza (2%).

1.2 Proces rozhodování

Události zmíněné v kap. 1.1 lze považovat i za výsledek nesprávného rozhodnutí posádky letadla. Chybné rozhodnutí je definováno jako odchýlení se od standardního procesu rozhodování, které zvyšuje pravděpodobnost výskytu nepříznivého výsledku (Lipshitz, 1997) [19]. Jednotlivé fáze samotného procesu rozhodování je možno popsat například pomocí obecného modelu rozhodování pilota DECIDE⁴ (Clarke, 1986):

⁴ Obecných modelů popisujících jednotlivé fáze rozhodování pilota je povícero, patří mezi ně např. modely DODAR, SAFE a RAISE, nicméně jejich princip zůstává stejný [7].

- a) D – Detekce (angl. Detect) – Pilot detekuje změnu ve svém prostředí, která vyžaduje jeho pozornost.
- b) E – Odhad (angl. Estimate) – Pilot se snaží odhadnout, jaký dopad by detekované změny mohly mít na bezpečnost letu.
- c) C – Volba - (angl. Choose) – Pilot zvolí pro bezpečnost letu nejvhodnější výsledek.
- d) I – Identifikace postupu - (angl. Identify) – Pilot zhodnotí své možnosti a rizika s nimi spojená a identifikuje postup, pomocí kterého dosáhne požadovaného výsledku.
- e) D – Uskutečnění postupu (angl. Do) - Pilot aplikuje své rozhodnutí o postupu pohybem kormidel řízení, komunikací s ostatními členy posádky, řízením letového provozu apod.
- f) E – Vyhodnocení – (angl. Evaluate) – Pilot vyhodnotí, jestli zvoleným postupem požadovaného výsledku dosáhl [27].

Obecný model DECIDE lze aplikovat i na vyhodnocování povětrnostní situace a rozhodování posádky o dalším průběhu letu. Pro demonstraci byla zvolena následující modelová situace:

Během letu posádka letadla na displeji palubního povětrnostního radaru zpozoruje oblačnost, která se nachází v blízkosti letiště přistání (→ Detekce). Po bližším prozkoumání zjistí, že by se mohlo jednat o bouřková jádra. Bouřky ovšem představují pro letectví nebezpečný meteorologický jev a mohou významným způsobem ovlivnit bezpečnost letu (→ Odhad). Posádka letadla se tedy rozhodne bouřce vyhnout (→ Volba). Na výběr je několik možností, například zkusí bouřku pouze obletět a přistát na zamýšleném letišti, nebo divertují na náhradní letiště přistání. Vyhnutí se bouřce pouhým obletěním však s sebou nese určité riziko – poloha bouřky se může časem změnit a znovu tak ohrozit bezpečnost letu. Proto se posádka letadla rozhodne divertovat (→ Identifikace postupu) a změni kurz letu na náhradní letiště přistání (→ Uskutečnění postupu). Diverzí na náhradní letiště přistání posádka letadla dosáhne požadovaného výsledku, tedy vyhnutí se bouřce a tím zachování bezpečnosti letu (→ Vyhodnocení).

1.3 Faktory ovlivňující proces rozhodování

Vyhodnocování povětrnostní situace a následné rozhodování pilota je významně ovlivňováno určitými faktory, mezi něž patří:

1. Nedostatek aktuálních a jednoznačných informací

Dostatek meteorologických informací potřebných pro bezpečné provedení letu tvoří nezanedbatelnou součást kvalitní předletové přípravy. Vzhledem k tomu, že povětrnostní situace se v čase mění, je nezbytné před letem posádkou obdržené meteorologické informace během letu aktualizovat, popřípadě doplňovat. Také je třeba

brát v potaz, že při vyhodnocování povětrnostní situace je pro každou fázi letu relevantní jiný soubor meteorologických informací (tab. 1.1).

Dále se posádka může setkat se situací, kdy jsou dostupné meteorologické informace nejednoznačné a lze je vykládat různými způsoby. Pokud posádka takový stav nerozpozná, může zvolit chybný postup, přestože bude přesvědčená o správnosti svého řešení. V opačném případě (tedy že nejednoznačnost informací byla rozpoznána) mohou nastat dvě situace – posádka si je vědoma toho, že má na výběr z několika možností, ale není si jistá, který postup zvolit (kvůli nedostatku zkušeností, znalostí, atd.), nebo je pro ni kvůli nejednoznačným informacím složité odůvodnit odchýlení se od původního plánu letu (například diverze letadla na náhradní letiště z důvodu špatného počasí je pro leteckou společnost ekonomicky nevýhodná, a proto je důležité, aby posádka dokázala své rozhodnutí obhájit) [12]. Jednoznačnost meteorologických informací závisí i na způsobu, jakým se meteorologické informace posádce letadla zobrazují. Nevhodné zobrazení pak může významně přispět k nesprávnému vyhodnocení povětrnostní situace.

Tab. 1.1 Meteorologické informace relevantní k jednotlivým fázím letu

Fáze letu	Meteorologické informace
Pojíždění před vzletem, vzlet, počáteční stoupání	• zprávy METAR, SPECI a předpověď TAF pro letiště vzletu a pro náhradní letiště při vzletu
Stoupání do cestovní hladiny, let v cestovní hladině, klesání na přiblížení	• zprávy METAR, SPECI a předpověď TAF pro letiště po trati letu • informace AIRMET, SIGMET • oblastní předpověď GAMET • hlášení z ostatních letadel PIREP • aktuální a předpovídané výškové větry, teploty ve výšce, výšky tropopauzy, informace o maximálním větru, informace o jet streamu
Přiblížení na přistání, přistání, pojíždění po přistání	• zprávy METAR, SPECI, předpověď TAF a přistávací předpověď TREND pro letiště zamýšleného přistání a pro náhradní letiště přistání

Význam aktuálních a jednoznačných informací lze demonstrovat na nehodě letu 850 letecké společnosti Swiss International Airlines dne 10. července roku 2002 ze švýcarského města Basileje do německého Hamburku. Jednalo se o letoun Saab 2000 se 4člennou posádkou a 16 pasažéry na palubě. Tehdejší meteorologické zprávy poukazovaly na to, že v oblasti Hamburku a také v oblasti zvolených náhradních letišť v Hannoveru a Brémách bylo možné očekávat linii bouřek a vítr o rychlosti až 45 knotů. Asi hodinu před plánovaným odletem bylo vydáno několik informací SIGMET o vyvíjející se frontě bouřek, která v oblasti Brém sahala až do letové hladiny 380. Posádka však tyto informace neobdržela [17, 35].

Během přiblížení na přistání na letiště v Hamburku se letoun ocitl v silné turbulenci kvůli právě zuřící bouři, která byla později popsána jako nejhorší letní bouře za posledních padesát let. Posádka se rozhodla přiblížení na přistání přerušit a začít vyčkávat, zatímco zvažovala své možnosti. Náhradní letiště v Brémách se nacházelo přibližně 55 námořních mil na jihozápad, avšak letět tam by znamenalo prolétávat frontálním systémem, po jehož téměř celé délce se nacházela bouřková jádra. Posádka letu 850 tedy zažádala o diverzi na náhradní letiště v Hannoveru [17, 35].

Během diverze se povětrnostní situace v oblasti letiště v Hannoveru zhoršila a po vyhodnocení informací poskytovaných palubním povětrnostním radarem se posádka letounu rozhodla divertovat na letiště Tegel v Berlíně. Podle piloty odposlechnuté informace služby ATIS bylo počasí na letišti Tegel příznivé a žádné význačné změny nebyly očekávány. Mezitím naneštěstí frontální systém postoupil až k Berlínu a při přiblížení na přistání se letoun znovu ocitl v silné turbulenci. Přiblížení na přistání tedy bylo opět přerušeno. V té chvíli zbývala zásoba paliva přibližně na 40 minut, a proto se posádka rozhodla požádat o pomoc řízení letového provozu. Poté byl letoun radarově vektorován na bývalé ruské vojenské letiště Werneuchen, vzdálené 20 námořních mil, kam frontální systém s bouřkami ještě nepostoupil [17, 35].

Při přiblížení na přistání na letiště Werneuchen si posádka letu 850 nevšimla, že byl práh 2400 metrů dlouhé dráhy 08 posunut asi o 900 metrů. Po dosednutí na betonový pás před posunutý práh dráhy se letoun střetl s násypem zeminy, který se rozprostíral napříč betonového pásu, a v důsledku toho se mu odlomily všechny tři podvozkové nohy. Pouze jeden pasažér byl lehce zraněn [17, 35].

Podle závěrečné zprávy německého úřadu pro vyšetřování příčin leteckých nehod Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung byla tato letecká nehoda způsobena následujícími bezprostředními a systematickými příčinami:

- Bezprostřední příčiny:
 - rozsah a intenzita bouřkového frontálního systému plus rychlost změny povětrnostní situace,
 - nedostatečné použití dostupných zdrojů při rozhodování posádky za letu,
 - ztráta možností přistát na záložních letištích, násobeno časovým stresem,
 - dosednutí letounu mimo provozní plochy letiště Werneuchen,
 - přehlédnutí násypu zeminy, což vyústilo v kolizi letounu se zeminou.
- Systematické příčiny:
 - nedostatečné informace ohledně povětrnostní situací a jejím vývoji, a to před letem i během letu,
 - nedostatečné informace o letišti Werneuchen díky neadekvátní letištní mapě, společně s chybějící nebo špatně si vyloženou komunikací,
 - nedostatečné znaky a značení provozních ploch letiště Werneuchen [17].

Let 850 skončil lehkým zraněním jednoho pasažéra a destrukcí letounu. Lze pouze diskutovat o tom, jak by let probíhal, kdyby měla posádka letounu k dispozici veškeré možné informace o povětrnostní situaci a jejím vývoji (před letem i během letu), na základě nichž by činila rozhodnutí.

2. Nedostatek znalostí a zkušeností posádky

Na základě analýzy 276 vybraných událostí způsobených špatnými povětrnostními podmínkami z let 1994 až 1997, které byly získány z mezinárodní databáze ASRS (Aviation Safety Reporting System), bylo zjištěno, že méně zkušení piloti, kteří se z hlediska počtu nalétaných hodin umístili na 25. percentilu a níže, se častěji chybně rozhodli než ti piloti, kteří se umístili na 75. percentilu a výše (Burian, Orasanu a Hitt, 2000) [5].

Pokud posádce letadla chybí potřebné znalosti a/nebo zkušenosti, je možné, že nerozpozná, kdy se povětrnostní situace začíná zhoršovat (zejména když je změna meteorologických podmínek pozvolná), případně nedokáže posoudit míru nebezpečí spojenou s danou situací, jako tomu bylo během letu 191 letecké společnosti Delta Airlines dne 2. srpna roku 1985 [12].

Ve fázi konečného přiblížení na letiště Fort Worth v Texasu posádka letounu Lockheed L-1011 zaznamenala výskyt blesků v bouřkové oblačnosti nacházející se v blízkosti trajektorie letu, přesto v přiblížení pokračovala. Letoun letící v malé výšce nízkou rychlostí začal kvůli silným sestupným proudům studeného vzduchu (microburstu) při průletu prostorem pod oblačností prudce klesat, až narazil do země a explodoval. Z celkového počtu 163 osob na palubě jich pouze 29 přežilo [8].

Podle závěrečné zprávy amerického úřadu pro vyšetřování příčin leteckých nehod NTSB (National Transportation Safety Board) byly příčiny letecké nehody letu 191 společnosti Delta Airlines následující:

- chybné rozhodnutí posádky pokračovat v přiblížení do bouřkové oblačnosti s viditelnými elektrostatickými výboji,
- nedostatek aktuálních meteorologických informací o vyskytujících se nebezpečných jevech a zejména
- nedostatečný výcvik posádky zaměřený na microburst a další nebezpečné meteorologické jevy [8].

3. Organizační a sociální faktory

Tlak ze strany letecké společnosti na výkonnost posádky letadla může nevědomky vytvářet konflikt ohrožující bezpečnost letu, která by měla být vždy na prvním místě. Letecké společnosti mnohdy kladou důraz na ekonomické využití paliva a včasné dopravení pasažérů do jejich cílové destinace, čímž vysílají protichůdné signály, které

mohou ovlivnit rozhodnutí posádky. Dalším faktorem jsou nevyslovená očekávání mezi členy posádky, která podporují jejich riskantní chování a která mohou vyústit ve stav, kdy pilot, místo aby přiznal, že nemá dostatek znalostí či zkušeností potřebných pro řešení problému, raději pokračuje v letu v nejistotě. Organizační a sociální faktory tedy mohou převážit požadavek na zajištění bezpečnosti letu, a to zejména pokud se posádka letadla ocitne v situaci, která není jednoznačná [12].

2 METEOROLOGICKÁ DATA ZÍSKÁVÁNA PILOTY PŘED LETEM

Lze říci, že dostatek aktuálních a jednoznačných meteorologických informací je pro správné vyhodnocení povětrnostní situace a následné správné rozhodnutí o dalším průběhu letu jedním z nejvýznamnějších faktorů. V současné době získávají posádky letadel provozovaných pro obchodní leteckou dopravu před letem meteorologické informace v rámci předletové přípravy společně s letovým plánem, NOTAMy⁵ a dalšími provozními informacemi, které pro ně připravuje navigační oddělení letecké společnosti.

Meteorologické informace určené pro předletovou přípravu posádky musí podle předpisu L3 – Meteorologie obsahovat následující informace:

- a) předpovědi:
 - výškového větru a teploty ve výšce,
 - vlhkosti ve výšce a geopotenciální nadmořské výšky letových hladin⁶,
 - letové hladiny a teploty tropopauzy,
 - směru, rychlosti a letové hladiny maximálního větru, a
 - význačných jevů SIGWX, a
- b) zprávy METAR nebo SPECI (včetně předpovědí TREND) pro letiště vzletu a letiště přistání a pro náhradní letiště při vzletu, na trati a určení,
- c) předpovědi TAF nebo opravené předpovědi TAF pro letiště vzletu nebo letiště přistání a pro náhradní letiště při vzletu, na trati a určení,
- d) předpovědi pro vzlet,
- e) informace SIGMET a příslušná mimořádná hlášení z letadel, která se týkají celé trati letu,
- f) informační zprávy o sopečném popelu a tropických cyklónách, které se týkají celé trati letu,
- g) oblastní předpovědi GAMET a informace AIRMET pro lety v nízkých hladinách, které se týkají celé trati letu,
- h) výstrahy pro letiště,
- i) snímky z meteorologických družic a
- j) informace z pozemních meteorologických radarů [21].

Meteorologické informace musí být členům letových posádek dodávány ve formě zpráv, hlášení, v mapové, tabelární či smíšené podobě jedním nebo více z následujících způsobů:

- a) psaný nebo tištěný materiál, a to včetně specifikovaných map a formulářů,

⁵ „Oznámení rozšiřované telekomunikačními prostředky obsahující informace o zřízení, stavu nebo změně kteréhokoliv leteckého zařízení, služby nebo postupů nebo o nebezpečí, jejichž včasná znalost je nezbytná pro pracovníky, kteří se zabývají letovým provozem [22].”

⁶ Meteorologické informace o vlhkosti ve výšce a geopotenciálních nadmořských výškách letových hladin jsou určené pro automatické plánování letu a nemusí být zobrazovány [21].

- b) data v digitální podobě,
- c) briefing,
- d) konzultace,
- e) vystavení informací nebo
- f) prostřednictvím automatizovaného informačního systému pro předletovou přípravu, přičemž musí být v případě potřeby umožněna konzultace s letištní meteorologickou služebnou [21].

V příloze 1A – J je uveden příklad meteorologické části předletové přípravy pro let IFR (podle přístrojů) z letiště Brno – Tuřany (LKTB) na letiště London – Luton (EGGW).

2.1 Zprávy METAR a SPECI

Zpráva METAR (Meteorological Aviation Report) je základní meteorologická zpráva pro letecké účely vysílaná v pravidelných, zpravidla hodinových nebo půlhodinových časových intervalech. Sestavuje se automaticky či pracovníky letištní meteorologické služebny na základě pravidelného pozorování [33]. Zprávy METAR jsou v České republice vydávány na letištích Brno-Tuřany, Ostrava Mošnov a Praha Ruzyně každou půlhodinu, na letištích Kbely, Kunovice, Pardubice a Vodochody každou hodinu a na letišti Karlovy Vary každou půlhodinu v provozní době a mimo provozní dobu každou hodinu [3].

Zpráva SPECI je mimořádná meteorologická zpráva, která se vydává v případě, že některý z pozorovaných prvků počasí překročí stanovenou hodnotu, a to v době mezi pravidelnými termíny pozorování. Kritéria pro vydání zprávy SPECI jsou popsána v tab. 2.1.

Tab. 2.1 Kritéria pro vydávání zprávy SPECI podle předpisu L3 Meteorologie [14]

Změna meteorologického prvku	Limity pro zprávu SPECI
Směr průměrného přízemního větru (změna)	$\alpha \geq 60^\circ$ při ≥ 5 m/s (10 kt) ve srovnání s údajem v poslední zprávě
Rychlost průměrného přízemního větru (změna)	$\alpha \geq 5$ m/s (10 kt) ve srovnání s údajem v poslední zprávě
Nárazy přízemního větru (zvýšení)	$\alpha \geq 5$ m/s (10 kt) při průměru ≥ 7 m/s (15 kt) před a/nebo po změně
Změny větru provozního významu	- vyžadující změnu dráhy (drah) v používání, - indikující, že hodnoty složek bočního a zádového větru na dráze (drahách) jsou rovny nebo větší než hodnoty provozních limitů pro běžné typy letadel používajících letiště

Dohlednost (pokles pod/vzestup na a nad)	800 m, 1500 m, 3000 m a v případě velkého počtu VFR letů 5000 m
Dráhová dohlednost (pokles pod/vzestup na a nad)	50 m, 175 m, 300 m, 550 m nebo 800 m
Jevy/jejich kombinace (začátek, konec, změna intenzity)	• bouřka (se srážkami), • namrzající srážky, • mírné nebo silné srážky (včetně přeháněk), • prachová vichřice, • písečná vichřice, • nálevkovitý oblak (tornádo nebo vodní smršť)
Jevy/jejich kombinace (začátek, konec)	• bouřka (beze srážek), • namrzající mlha, • nízko zvířený prach, písek nebo sníh, • zvířený prach, písek nebo sníh, • húlava
Oblačnost BKN/OVC (pokles pod/vzestup na a nad)	100 ft, 200 ft, 500 ft, 1000 ft a v případě velkého počtu VFR letů 1500 ft
Změna množství oblačnost pod výškou 1500 ft	• ze SCT nebo méně na BKN nebo OVC, • z BKN nebo OVC na SCT nebo méně
Vertikální dohlednost (pokles pod/ vzestup na a nad)	100 ft, 200 ft, 500 ft nebo 1000 ft

Pokud dojde ke zhoršení povětrnostních podmínek pod stanovenou hodnotu, zpráva SPECI se vydává okamžitě. Pokud nastane zlepšení povětrnostních podmínek nad stanovenou hodnotu, zpráva SPECI se vydává až po 10 minutách trvání, přičemž uvedený čas vydání ve zprávě SPECI je čas po uplynutí těchto 10 minut [10].

Zprávy METAR a SPECI musí obsahovat následující prvky v daném pořadí:

- identifikaci typu zprávy,
- ICAO směrovací značku letiště,
- čas pozorování,
- identifikaci automatické nebo chybějící zprávy,
- směr a rychlost přízemního větru,
- dohlednost, případně dráhovou dohlednost,
- jevy současného počasí,
- množství oblačnosti, druh oblačnosti (pouze Cb nebo TCU) a výšku základny oblačnosti, popřípadě vertikální dohlednost,
- teplotu vzduchu a rosného bodu,
- tlak QNH a
- doplňující informace v souladu s regionálními postupy ICAO [21].

Zprávy METAR a SPECI mají pevně stanovený formát kódování (příloha 2) předepsaný Světovou meteorologickou organizací WMO (World Meteorological Organization). V digitální podobě musí být zprávy METAR a SPECI formátovány v souladu s celosvětově interoperabilním modelem pro výměnu informací za pomoci rozšiřitelného značkovacího jazyka XML (extensible markup language) nebo geografického značkovacího jazyka GML (geography markup language) [21].

Zprávy METAR a SPECI musí být v podle regionálních postupů ICAO rozšiřovány na jiná letiště, do mezinárodních databank OPMET⁷ a telekomunikačních center, která jsou určena k provozování distribučních satelitních systémů letecké pevné služby [21].

Příklad zpráv METAR a SPECI je uveden v příloze 1D a 1E.

2.2 Předpověď TAF, předpověď pro vzlet a přistávací předpověď TREND

Předpověď TAF (Terminal Aerodrome Forecast) je letištní předpověď počasí, připravována letištní meteorologickou služebnou, která obsahuje stručný popis očekávaného počasí. Její platnost je nejméně 6 hodin a nejvíce 30 hodin. Zpráva TAF s platností menší než 12 hodin musí být vydávána v pravidelných intervalech po 3 hodinách. Jestliže je její platnost větší než 12 hodin, je vydávána v intervalech po 6 hodinách [10]. V jakémkoliv časovém okamžiku musí pro dané letiště platná pouze jedna předpověď TAF. Letiště, pro která je předpověď TAF připravována, jsou uvedena v příslušném ICAO dokumentu FASID [21].

Předpověď TAF musí obsahovat následující prvky v daném pořadí:

- a) identifikaci typu předpovědi,
- b) ICAO směrovací značku letiště,
- c) datum a čas vydání předpovědi,
- d) identifikaci chybějící předpovědi (je-li použitelné),
- e) datum a období platnosti předpovědi,
- f) identifikaci zrušené předpovědi (je-li použitelné),
- g) předpovídaný přízemní vítr,
- h) předpovídaná dohlednost,
- i) předpovídané stav počasí,
- j) předpovídaná oblačnost a
- k) očekávané význačné změny jednoho nebo více z těchto meteorologických prvků v průběhu období platnosti [21].

⁷ Operativní meteorologická data OPMET (Operational Meteorological) jsou data (zprávy METAR, SPECI, předpovědi TAF, informace SIGMET aj.) rozšiřována přes leteckou pevnou komunikační síť [29].

Je-li třeba indikovat změnu některého z meteorologických prvků popsaného v předpovědi TAF, používá se následujících indikátorů změny s připojenou časovou skupinou:

- a) BECMG (Becoming) – pro popis očekávaných změn meteorologických podmínek s pravidelným či nepravidelným průběhem, při kterých budou dosaženy nebo překročeny stanovené hodnoty během daného časového období. Toto časové období nesmí být delší než 4 hodiny.
- b) TEMPO (Temporary) – pro popis očekávaných četných nebo nečetných přechodných nebo nepravidelných změn meteorologických podmínek, při kterých budou dosaženy nebo překročeny stanovené hodnoty a to během časového období menšího než 1 hodina [21].

Kritéria pro zařazování indikátorů změn do předpovědi TAF jsou popsána v tab. 2.2.

Tab. 2.2 Kritéria pro zařazování indikátorů změn do předpovědi TAF podle předpisu L3 Meteorologie [14]

Změna meteorologického prvku	Limity pro předpověď TAF
Směr průměrného přízemního větru (očekávaná změna)	$\alpha \geq 60^\circ$ při průměrné rychlosti před a/nebo po změně ≥ 5 m/s (10 kt)
Rychlost průměrného přízemního větru (očekávaná změna)	$\alpha \geq 5$ m/s (10 kt)
Nárazy přízemního větru (očekávané zvýšení)	$\alpha \geq 5$ m/s (10 kt) při průměrné rychlosti před a/nebo po změně ≥ 7 m/s (15 kt)
Očekávané změny větru provozního významu	- vyžadující změnu dráhy (drah) v používání, - indikující, že hodnoty složek bočního a zádového větru na dráze (drahách) jsou rovny nebo větší než hodnoty provozních limitů pro běžné typy letadel používajících letiště
Dohlednost (očekávaný pokles pod/vzestup na a nad)	150 m, 350 m, 600 m, 800m, 1500 m, 3000 m a v případě velkého počtu VFR letů 5000 m
Jevy/jejich kombinace (očekávaný začátek, konec, změna intenzity)	- namrzající mlha, - namrzající srážky, - mírné nebo silné srážky (včetně přeháněk), - bouřka, - prachová vichřice, - písečná vichřice,
Jevy/jejich kombinace (očekávaný výskyt)	- nízko zvířený prach, písek nebo sníh, - zvířený prach, písek nebo sníh,

	• húlava, • nálevkovitý oblak (tornádo, vodní smršť)
Oblačnost BKN/OVC (očekávaný pokles pod/vzestup na a nad)	100 ft, 200 ft, 500 ft, 1000 ft a v případě velkého počtu VFR letů 1500 ft
Očekávaná změna množství oblačnost pod výškou 1500 ft	• z NSC, FEW nebo SCT na BKN nebo OVC, • z BKN nebo OVC na NSC, FEW nebo SCT
Vertikální dohlednost (očekávaný pokles pod/ vzestup na a nad)	100 ft, 200 ft, 500 ft nebo 1000 ft

Indikátor pravděpodobnosti PROB (Probability) vyjadřuje pravděpodobnost výskytu alternativní hodnoty prvku, za zkratkou PROB následuje pravděpodobnost v desítkách procent a časové období. Používá se pouze indikátor pravděpodobnosti PROB30 nebo PROB40, protože „méně než 30% pravděpodobnost výskytu alternativní hodnoty nebo změny se nepovažuje za dostatečně význačnou a neindikuje se. Pravděpodobnost výskytu alternativní hodnoty nebo změny, která je 50% nebo více, se v letectví nepovažuje za pravděpodobnost a musí se v případě potřeby vyjadřovat pomocí indikátorů změny BECMG nebo TEMPO [21].”

Předpověď TAF je sestavena ve tvaru kódu TAF předepsaného WMO (příloha 3). Příklad předpovědi TAF je uveden v příloze 1A – D. Převedení předpovědi TAF do digitální podoby a její následná distribuce je obdobná převedení a distribuci zpráv METAR a SPECI (viz kap. 2.1).

Předpověď pro vzlet (příloha 1A) je připravována letištní meteorologickou služebnou a musí obsahovat informace ohledně předpokládaných podmínek nad systémem drah (ohledně směru a rychlosti přízemního větru včetně kolísání směru větru a odchylek od průměrné rychlosti větru, teploty a tlaku QNH) na letišti vzletu. Předpověď pro vzlet je letové posádce dodávána na požádání kdykoliv během časového období 3 hodin před plánovaným časem vzletu [21].

Přistávací předpověď TREND obsahuje očekávané význačné změny jednoho nebo více z následujících meteorologických prvků:

- přízemní vítr,
- dohlednost,
- počasí a
- oblačnosti,

a to na letišti předpokládaného přistání nebo na náhradním letišti pro přistání. Kritéria pro vydání přistávací předpovědi jsou popsána v tab. 2.3.

Tab. 2.3 Kritéria pro vydávání přistávací předpovědi TREND podle předpisu L3 Meteorologie [14]

Změna meteorologického prvku	Limity pro přistávací předpověď TREND
Směr průměrného přízemního větru (změna)	$\alpha \geq 60^\circ$ při ≥ 5 m/s (10 kt)
Rychlost průměrného přízemního větru (změna)	$\alpha \geq 5$ m/s (10 kt)
Změny větru provozního významu	- vyžadující změnu dráhy (drah) v používání, - indikující, že hodnoty složek bočního a zádového větru na dráze (drahách) jsou rovny nebo větší než hodnoty provozních limitů pro běžné typy letadel používajících letiště
Dohlednost (očekávaný pokles pod/vzestup na a nad)	150 m, 350 m, 600 m, 800 m, 1500 m, 3000 m a v případě velkého počtu VFR letů 5000 m
Jevy/jejich kombinace (očekávaný začátek, konec, změna intenzity)	- bouřka (se srážkami), - namrzající srážky, - mírné nebo silné srážky (včetně přeháněk), - prachová vichřice, - písečná vichřice
Jevy/jejich kombinace (očekávaný začátek, konec)	- bouřka (beze srážek), - namrzající mlha, - nízko zvířený prach, písek nebo sníh, - zvířený prach, písek nebo sníh, - húlava, - nálevkovitý oblak (tornádo nebo vodní smršť)
Oblačnost BKN/OVC (očekávaný pokles pod/vzestup na a nad)	100 ft, 200 ft, 500 ft, 1000 ft a v případě velkého počtu VFR letů 1500 ft
Očekávaná změna množství oblačnost pod výškou 1500 ft	- z FEW nebo SCT na BKN nebo OVC, - z BKN nebo OVC na FEW nebo SCT
Vertikální dohlednost (očekávaný pokles pod/ vzestup na a nad)	100 ft, 200 ft, 500 ft nebo 1000 ft

Přistávací předpověď je připojena k místním pravidelným nebo mimořádným zprávám nebo ke zprávám METAR nebo SPECI. Časové období platnosti přistávací předpovědi je 2 hodiny od začátku platnosti zprávy, ke které je připojena. Pro indikaci změny meteorologického prvku v přistávací předpovědi se používá jeden z indikátorů změny BECMG nebo TEMPO. Pokud se neočekává význačná změna žádného z výše uvedených meteorologických prvků, přistávací předpověď TREND je označena indikátorem NOSIG. Indikátor pravděpodobnosti se v přistávací předpovědi nepoužívá [21]. Formát kódování přistávací předpovědi TREND je podrobněji popsán v příloze 4.

2.3 Oblastní předpověď GAMET

Oblastní předpověď GAMET je podle předpisu L3 definována jako „oblastní předpověď ve zkrácené otevřené řeči pro lety v nízkých hladinách pro letovou informační oblast nebo její část [21].” Lety v nízkých hladinách se rozumí lety provozované do letové hladiny 100, v případě horských oblastí až do letové hladiny 150 nebo výše, pokud je to nezbytné. Oblastní předpověď GAMET obsahuje informaci o meteorologických jevech nebezpečných pro lety v nízkých hladinách, která posléze slouží jako podklad pro vydávání informace AIRMET, a další dodatečné informace požadované pro lety v nízkých hladinách [21].

Oblastní předpověď pro lety v nízkých hladinách lze vydávat i v mapovém formátu, potom se jedná o kombinaci předpovědi výškového větru a výškové teploty a jevů SIGWX. Oblastní předpověď v mapovém formátu musí obsahovat:

- a) předpovědi výškového větru a výškové teploty vydávané pro body vzdálené od sebe ne více než 500 námořních mil a minimálně pro nadmořské výšky 2000 ft, 5000 ft, 10000 ft a v horských oblastech 15000 ft a
- b) předpověď jevů SIGWX v nízkých letových hladinách, která musí obsahovat:
 - jevy, na které se vydává informace SIGMET a o kterých se předpokládá, že by mohly ovlivnit lety v nízkých hladinách a
 - meteorologické prvky zahrnuté v oblastní předpovědi GAMET, s výjimkou výškových větrů, výškové teploty a předpovědi QNH [25].

Oblastní předpověď GAMET určená jako podklad pro informaci AIRMET je vydávána každých 6 hodin s časovou platností 6 hodin a aspoň jednu hodinu před začátkem její platnosti musí být předávána letištním meteorologickým služebnám a/nebo výstražným meteorologickým službám [21, 25].

2.4 Předpověď pro trať letu

Letecká meteorologická předpověď pro trať letu je vydávána v digitální podobě světovými oblastními předpovědními centry (WAFC) v rámci světového oblastního předpovědního systému (WAFS). Koncovým uživatelům, tedy letovým posádkám, je dodávána v digitálním nebo papírovém formátu v podobě map. Předpověď pro trať letu zahrnuje předpovědi:

- a) výškového větru a výškové teploty pro následující letové hladiny:

FL 50	FL 100	FL 140	FL 180	FL 240	FL 270	FL 300
FL 320	FL 340	FL 360	FL 390	FL 450	FL 530,	
- b) letových hladin a teploty tropopauzy,
- c) směru, rychlosti a letové hladiny maximálního větru,

- d) geopotenciální nadmořské výšky letových hladin:
 FL 50 FL 100 FL 140 FL 180 FL 240 FL 270 FL 300
 FL 320 FL 340 FL 360 FL 390 FL 410 FL 450 FL 530,
- e) výškové vlhkosti pro letové hladiny:
 FL 50 FL 100 FL 140 FL 180,
- f) horizontálního rozsahu a letových hladin základny a horní hranice oblačnosti druhu cumulonimbus,
- g) námrazy pro vrstvy v okolí letových hladin:
 FL 60 FL 100 FL 140 FL 180 FL 240 FL 300,
- h) turbulence v bezoblačném ovzduší pro vrstvy v okolí letových hladin
 FL 240 FL 270 FL 300 FL 340 FL 390 FL 450,
- i) turbulence v oblačnosti pro vrstvy v okolí letových hladin:
 FL 100 FL 140 FL 180 FL 240 FL 300,

kteřé jsou vydávány WAFC v pravidelné síti uzlových bodů s horizontálním krokem 1,25° zeměpisné šířky a délky. Výše uvedené předpovědi jsou připravovány WAFC čtyřikrát denně s platností 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 33 a 36 hodin po termínu synoptických dat, na nichž je předpověď založena (00, 06, 12 a 18 UTC). Tyto předpovědi jsou rozšiřovány ve tvaru binárního kódu GRIB předepsaného WMO ne později než 6 hodin po standardním pozorování [25]. Příklad předpovědi výškového větru a teploty pro letové hladiny 340, 360 a 390 je uveden v příloze 1H – J.

Součástí předpovědi pro trať letu je předpověď jevů význačného počasí SIGWX (viz příloha 1G). Předpověď jevů význačného počasí je připravována WAFC čtyřikrát denně s platností 24 hodin po termínu synoptických dat, na nichž je předpověď založena (00, 06, 12 a 18 UTC). Předpovědi SIGWX jsou vydávány jako předpovědi pro střední letové hladiny FL 100 až FL 250 pro omezené zeměpisné oblasti a jako předpovědi pro vysoké letové hladiny FL 250 až FL 630. Předpovědi SIGWX pro střední a vysoké letové hladiny se zaměřují na následující význačné jevy, které by mohly ohrozit lety v těchto hladinách:

- a) tropické cyklóny,
- b) silné čáry nestability,
- c) mírnou nebo silnou turbulenci (v oblačnosti nebo bezoblačném ovzduší),
- d) mírnou nebo silnou námrazu,
- e) rozsáhlé oblasti pískových nebo prachových bouří,
- f) oblačnost druhu cumulonimbus spojenou s jevy a) až e) výše,
- g) letovou hladinu tropopauzy,
- h) jet stream,
- i) informace o poloze sopečných erupcí, které produkují sopečnou oblačnost tvořenou sopečným popelem význačnou pro letový provoz,
- j) informace o místech úniku radioaktivních látek do atmosféry význačných pro letový provoz [25].

Výše uvedené předpovědi jsou rozšiřovány ve tvaru binárního kódu BUFR předepsaného WMO ne později než 9 hodin po standardním pozorování [21].

2.5 Informační zprávy o tropických cyklónách a vulkanickém popelu

Zprávy o tropických cyklónách poskytují informace o poloze středu cyklóny, tlaku vzduchu v jejím středu, maximálním přízemním větru v blízkosti jejího středu a směru a rychlosti jejího pohybu. Informační zpráva o tropických cyklónách je vydávána poradenským centrem pro tropické cyklóny TCAC (Tropical Cyclone Advisory Centre) každých 6 hodin s časovou platností 24 hodin a je rozšiřována do:

- meteorologických výstražných služeb,
- světových oblastních předpovědních center,
- mezinárodních databank OPMET a telekomunikačních center.

Informační zprávy o vulkanickém popelu se týkají rozsahu a předpovědi pohybu oblaku tvořeného vulkanickým popelem a jsou vydávány poradenským centrem pro vulkanický popel VAAC (Volcanic Ash Advisory Centre). Informační zprávy o vulkanickém popelu mají časovou platnost 18 hodin a jsou aktualizovány každých 6 hodin až do doby, kdy „oblak tvořený vulkanickým popelem již není na družicových snímcích identifikovatelný, z dané oblasti nepřicházejí další hlášení o vulkanickém popelu a nejsou hlášeny další erupce dané sopky.” Informační zprávy o vulkanickém popelu jsou mimo výše zmíněných distribuovány i do:

- oblastních středisek řízení, letových informačních středisek, jejichž oblasti odpovědnosti mohou být ovlivněny a
- mezinárodní služby NOTAM.

Informační zprávy o tropických cyklónách a vulkanickém popelu jsou určeny jako podklad pro informaci a jsou vydávány ve zkrácené otevřené řeči nebo v grafické podobě ve formátu binárního kódu BUFR nebo přenosné síťové grafiky PNG [21, 25].

2.6 Informace SIGMET a AIRMET

Informace SIGMET je definována jako „informace vydaná meteorologickou výstražnou službou týkající se výskytu nebo očekávaného výskytu určitých meteorologických jevů na trati, které mohou ovlivnit bezpečnost provozu [21].” Mezi tyto meteorologické jevy patří:

- a) bouřky
 - zastřené,
 - prorůstající vrstevnatou oblačností,
 - četné,

- na čáře instability,
 - zastřené s kroupami,
 - prorůstající vrstevnatou oblačností s kroupami,
 - četné s kroupami,
 - na čáře instability s kroupami,
- b) tropická cyklóna,
 - c) silná turbulence,
 - d) silná námraza a silná námraza vzniklá z důsledku namrzajícího deště,
 - e) silná horská vlna,
 - f) silná prachová vichřice,
 - g) silná písečná vichřice,
 - h) vulkanický popel a
 - i) radioaktivní oblak [21].

Informace SIGMET může obsahovat pouze jeden z výše uvedených význačných meteorologických jevů a je vydávána ve formě zkrácené otevřené řeči nebo v grafickém formátu (viz příloha 1F). Platnost informace SIGMET nesmí být delší než 4 hodiny, v případě informace SIGMET vydávané na tropické cyklóny a oblačnost tvořenou vulkanickým popelem nesmí období platnosti přesáhnout 6 hodin. Pokud se uvedený význačný jev nevyskytuje nebo se jeho výskyt už nepředpokládá, musí být informace SIGMET zrušena [25].

Informace SIGMET může být převedena do digitální podoby pomocí XML nebo GML jazyka (obdobně jako zprávy METAR a SPECI a předpověď TAF), v případě grafického formátu pomocí binárního kódu BUFR a musí být rozšiřována do:

- meteorologických výstražných služeb,
- světových oblastních předpovědních center WAFC,
- poradenských center pro vulkanický popel VAAC (pouze v případě informací SIGMET týkajících se vulkanického popelu),
- mezinárodních databank OPMET a
- telekomunikačních center určených regionálními postupy ICAO [21].

Účelem informace AIRMET je varovat letové posádky před výskytem nebo očekávaným výskytem význačných meteorologických jevů, které by mohly ohrozit bezpečnost provozu v nízkých letových hladinách do FL 100, v případě horských oblastí do FL 150 a výše, a které ještě nebyly zahrnuty v oblastní předpovědi GAMET pro letovou informační oblast nebo její část [25]. Informace AIRMET může obsahovat pouze jeden z následujících jevů, který se vyskytuje v cestovních hladinách do FL 100 (případně FL 150 a výše):

- a) převládající průměrná rychlost přízemního větru nad 30 kt,

- b) rozsáhlé oblasti se sníženou dohledností pod 5000 m včetně jevu, který zapříčinil snížení dohlednosti,
- c) bouřky
 - izolované bouřky bez krup,
 - místy bouřky bez krup,
 - izolované bouřky s kroupami,
 - místy bouřky s kroupami,
- d) zakryté hory,
- e) rozsáhlé oblasti oblačnosti o pokrytí oblohy 5-7/8 (BKN) a 8/8 (OVC) s výškou základny méně než 1000 ft nad úrovní země,
- f) cumulonimby, které jsou
 - izolované,
 - místy,
 - četné,
- g) věžovité cumuly, které jsou
 - izolované,
 - místy, nebo
 - četné,
- h) mírná námraza,
- i) mírná turbulence a
- j) mírná horská vlna [21].

Informace AIRMET je vydávána meteorologickou výstražnou službou a její období platnosti nesmí být delší než 4 hodiny [25]. Informace AIRMET jsou rozšiřovány do meteorologických výstražných služeb v okolních letových informačních oblastech, telekomunikačních center a mezinárodních databank OPMET.

2.7 Mimořádná hlášení z letadla PIREP

Dalším zdrojem meteorologických informací pro posádky letadel jsou hlášení PIREP (Pilot Report) z ostatních letadel na základě mimořádných pozorování. Mimořádná pozorování jsou prováděna vždy, když dojde ke střetu s následujícími meteorologickými jevy:

- mírná nebo silná turbulence,
- mírná nebo silná námraza,
- silná horská vlna,
- bouřky bez krup či s kroupami, a to zastřené, prorůstající vrstevnatou oblačností, pokrývající rozsáhlé oblasti nebo na čárách instability (squall lines),
- silná prachová nebo písečná vichřice,
- oblak tvořený vulkanickým popelem,
- přederupční vulkanická aktivita nebo vulkanická erupce.

Mimořádná hlášení PIREP jsou přenášena datovým spojením letadlo-země nebo prostřednictvím radiotelefonního spoje. Po příjmu musí stanoviště letové provozní služby hlášení PIREP předat příslušné meteorologické výstražné službě a do center WAFC, v případě mimořádného hlášení týkajícího se přerušování vulkanické aktivity, vulkanické erupce nebo oblaku tvořeného vulkanickým popelem i do poradenských center pro vulkanický popel VAAC. Hlášení PIREP jsou předávána ve formě, v jaké byla přijata [21].

2.8 Výstrahy pro letiště

Výstrahy pro letiště podávají stručné informace o meteorologických podmínkách na letišti, které by mohly nepříznivě ovlivnit letadla na zemi, včetně letadel parkujících, letištní budovy a služby [25]. Výstrahy pro letiště jsou vydávány letištní meteorologickou služebnou při pozorovaném výskytu nebo očekávaném výskytu jednoho nebo více z následujících meteorologických jevů:

- a) tropická cyklóna,
- b) bouřka,
- c) kroupy,
- d) sněžení (včetně očekávané nebo pozorované výšky sněhové pokrývky),
- e) namrzající srážky,
- f) jíní nebo jinovatka,
- g) písečná nebo prachová vichřice,
- h) zvedající se písek nebo prach,
- i) silný přízemní a/nebo nárazovitý vítr,
- j) húlava,
- k) mráz (teplota pod 0°C),
- l) vulkanický popel, nánosy vulkanického popela,
- m) tsunami,
- n) toxické látky a další jevy podle místních dohod [21].

Výstrahy pro letiště jsou vydávány ve zkrácené otevřené řeči. Pokud nejsou k dispozici schválené zkratky podle ICAO, výstrahy pro letiště jsou vydávány ve formě otevřené řeči v anglickém jazyce. Období platnosti výstrah pro letiště obvykle nepřesahuje dobu 24 hodin [25].

2.9 Srovnání meteorologických informací získaných v rámci předletové přípravy

Meteorologická informace		Časová platnost	Odpovědnost za vydání	Formát kódování	Čitelnost z hlediska stroje
Zprávy METAR/SPECI		30 min/1 hod	letištní meteorologická služebna	kód METAR/SPECI	ano – XML/GML jazyk
Předpověď	TAF	nejméně 6 hod, nejvíce 30 hod	letištní meteorologická služebna	kód TAF	ano – XML/GML jazyk
	pro vzlet	nejvíce 3 hod před vzletem	letištní meteorologická služebna	zkrácená otevřená řeč	X ⁸
	TREND	2 hod od začátku platnosti zprávy, ke které je připojena	letištní meteorologická služebna	stejný formát kódování jako u zprávy, ke které je předpověď připojena	X
	GAMET	6 hod	určeno poskytovatelem meteorologické služby	zkrácená otevřená řeč/mapa	X
	pro trať letu	- nejméně 6 hod, nejvíce 36 hod - jevy SIGWX 24 hod	WAFC	mapa	ano – binární GRIB kód, pro jevy SIGWX binární BUFR kód
Informace SIGMET		4 hod - tropické cyklóny a oblačnost tvořená vulkanickým popelem 6 hod	MWO	zkrácená otevřená řeč/grafický formát	ano – XML/GML jazyk, pro informaci SIGMET v grafickém formátu binární BUFR kód

⁸ Nebyl specifikován způsob převedení meteorologické informace do digitální podoby.

Informace AIRMET	4 hod	MWO	zkrácená otevřená řeč	X
Hlášení PIREP	po dobu výskytu nahlášeného jevu	MWO a WAFC na základě hlášení posádek letadel	formát, v jakém bylo hlášení přijato	X
Informační zpráva o tropických cyklónách	24 hod	TCAC	zkrácená otevřená řeč/grafický formát	v grafickém formátu binární BUFR kód/PNG
Informační zpráva o vulkanickém popelu	18 hod	VAAC	zkrácená otevřená řeč/grafický formát	v grafickém formátu binární BUFR kód/PNG
Výstrahy pro letiště	24 hod	letištní meteorologická služebna	zkrácená otevřená řeč	X

Tab. 2.4 Srovnání meteorologických informací podle časové platnosti, odpovědnosti za vydání informace, jejího formátu kódování a čitelnosti z hlediska stroje

3 METEOROLOGICKÁ DATA ZÍSKÁVÁNA PILOTY BĚHEM LETU

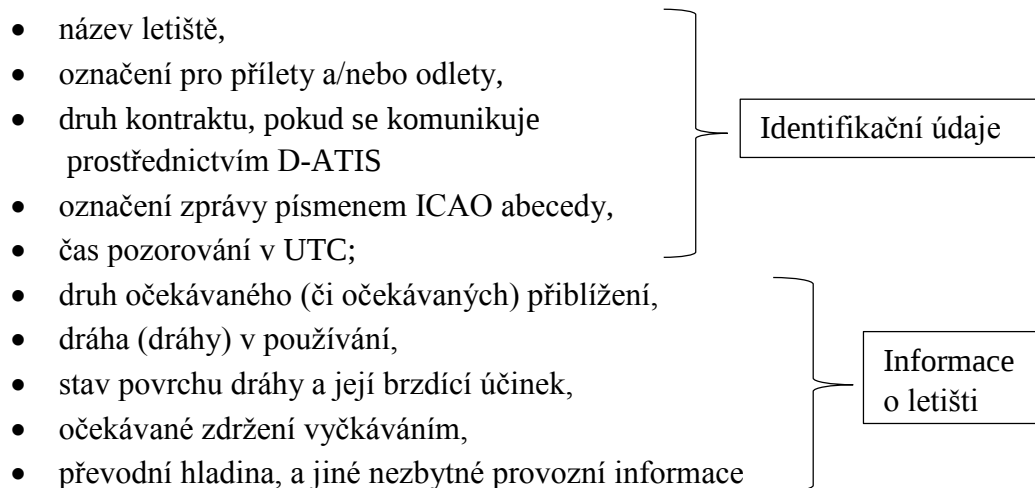
Zásadním problémem meteorologických dat je jejich aktuálnost. Povětrnostní situace, daná okamžitým stavem ovzduší na určitém místě, se totiž v čase mění, mnohdy radikálně. Proto může nastat situace, kdy meteorologická předletová příprava letové posádky, v papírové či digitální podobě, obsahuje zastaralé údaje. Je tedy nutné meteorologické údaje během letu aktualizovat, případně doplňovat. Aktualizace meteorologických dat má velký význam především pro dlouhé mezikontinentální lety.

3.1 ATIS

Automatická informační služba ATIS (Automatic Terminal Information Service) v koncové řízené oblasti poskytuje aktuální informace přilétávajícím a/nebo odlétávajícím letadlům nepřetržitě nebo ve stanovených časových úsecích, a to prostřednictvím datového spoje nebo nepřetržitého a opakovaného rozhlasového vysílání na samostatném VKV kmitočtu nebo na hlasovém kanálu nejvhodnějšího navigačního prostředku koncové řízené oblasti (přednostně se využívá hlasový kanál VOR). Zprávy ATIS jsou vysílány především na těch letištích, kde je zapotřebí snížit zátěž letových provozních služeb ATS při spojení letadlo-země na VKV kmitočtech [22]. V České republice je služba ATIS poskytována na letištích Brno-Tuřany, Praha Ruzyně, Karlovy Vary a Ostrava Mošnov [3].

Zprávy ATIS obsahují meteorologické informace, které jsou extrahovány z místních meteorologických pravidelných a mimořádných zpráv, dále informace o dráze v používání, stavu jejího povrchu a brzdících účincích, druh očekávaného přiblížení, specifické instrukce ATIS a další nezbytné provozní informace. Rozhlasové vysílání jedné zprávy ATIS by nemělo trvat déle než 30 vteřin. Zprávy ATIS jsou aktualizovány v pravidelných intervalech (obvykle po 30 minutách). V případě, že dojde k význačné změně, musí být obnoveny ihned [22].

Struktura zprávy ATIS je následující:



- magnetický směr a rychlost přízemního větru, včetně jeho proměnlivosti,
- dohlednost, případně dráhová dohlednost⁹,
- jevy současného počasí,
- oblačnost všeho druhu, která se vyskytuje pod 5000 ft nad zemí nebo pod nejvyšší minimální sektorovou výšku (podle toho, co je vyšší); oblačnost druhu TCU nebo Cb; případně vertikální dohlednost, pokud nelze oblohu rozeznat,
- teplota vzduchu a teplota rosného bodu,
- nastavení výškoměru,
- jakékoliv dostupné informace týkající se význačných meteorologických jevů v sektorech přiblížení a počátečního stoupání (včetně stříhu větru a informací o minulých provozně význačných jevů počasí),
- přistávací předpověď TREND, pokud je k dispozici,
- specifické instrukce ATIS [22].

Informace
o počasí

Příklad zprávy ATIS pro letiště Brno – Tuřany ze dne 8. 4. 2016:

GOOD EVENING TURANY ATIS INFORMATION MIKE 1900

ILS APPROACH RUNWAY IN USE 27 RUNWAY IS WET TRANSITION LEVEL 70
FOR START UP AND TAXI CONTACT TURANY TOWER

METAR TURANY ISSUED AT 1900 WIND 340 DEGREES 11 KNOTS VISIBILITY
8 KILOMETRES LIGHT RAIN FEW 1 THOUSAND 5 HUNDRED FEET
SCATTERED 2 THOUSAND FEET TEMPERATURE 8 DEWPOINT 6 QNH 1007
HECTOPASCALS NOSIG YOU HAVE RECIEVED ATIS INFORMATION MIKE
[24].

3.2 VOLMET

VOLMET poskytuje meteorologické informace pro letadlo za letu pomocí datového spoje (D-VOLMET) nebo prostřednictvím nepřetržitého či plánovaného vysílání [21].

D-VOLMET obsahuje aktuální pravidelné letištní zprávy METAR, mimořádné zprávy SPECI, předpověď TAF a přistávací předpověď TREND, pokud je dostupná,

⁹ Může být nahrazeno kódovým slovem CAVOK za předpokladu, že je dohlednost 10 km a větší, není hlášena minimální dohlednost, nevyskytuje se žádná oblačnost provozního významu (oblačnost všeho druhu, která se nevyskytuje pod 5000 ft nad zemí, a oblačnost druhu TCU nebo Cb, která se nevyskytuje pod a ani nad 5000 ft [10]) a nevyskytuje se žádné tzv. význačné počasí [21].

informace SIGMET, mimořádná hlášení z letadel, na jejichž základě nebyla vydána informace SIGMET a informace AIRMET, pokud jsou dostupné [21].

Nepřetržité vysílání VOLMET se provádí na VKV kmitočtu a obsahuje aktuální pravidelné letištní zprávy METAR, mimořádné letištní zprávy SPECI a přistávací předpověď TREND, pokud je dostupná [21].

Obsahem plánovaného vysílání VOLMET jsou aktuální pravidelné letištní zprávy METAR, mimořádné letištní zprávy SPECI, přistávací předpověď TREND, pokud je dostupná, předpověď TAF a informace SIGMET. Plánované vysílání VOLMET se zpravidla provádí na KV kmitočtech [21].

3.3 Hlášení ATC

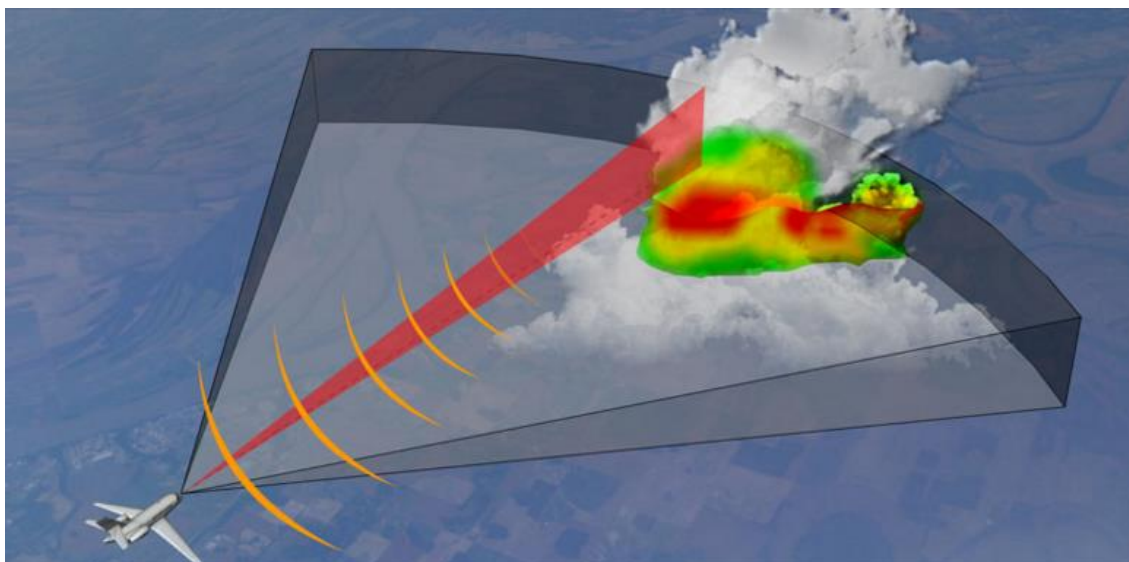
Informace o hlášených meteorologických podmínkách na trati a na letištích lze získat na vyžádání od dispečera řízení letového provozu [20]. V případě, že se jedná o meteorologické jevy, které by mohly významným způsobem ovlivnit bezpečnost letu, předává dispečer informace o těchto meteorologických jevech z vlastní iniciativy, a to s ohledem na jeho kapacitu řízení letového provozu.

3.4 Palubní meteorologický radar AWR

Palubní meteorologický radar AWR (Airborne Weather Radar) patří mezi primární přehledové radary, které pracují s odrazy od cílů, tedy bez jakékoliv spolupráce s cílem. Mezi hlavní činnosti AWR patří:

- detekce silných dešťových srážek a mokrých krup v ovzduší, které jsou obvykle průvodním projevem silné turbulence v oblačnosti,
- určování výšky vrcholů a základen oblačnosti a rozměrů oblastí srážek,
- mapování povrchu terénu před letadlem a
- určování polohy pozemních objektů vzhledem k podélné ose letadla [38].

Palubní meteorologický radar pracuje v pásmu SKV na kmitočtu 9375 ± 30 MHz, který poskytuje nejlepší podmínky pro detekci kapek hustého deště a mokrých krup v ovzduší. Při tomto kmitočtu je vlnová délka impulsu AWR $\lambda = 3,2$ cm, což přibližně odpovídá střední délce kapky hustého deště [38]. AWR sestává z vysílače/přijímače, antény, indikátoru a řídicí jednotky. Anténa AWR je umístěna v přední letadla pod laminátovým krytem. Anténa moderního AWR je tvořena fázovanou plochou, která ke snímání v horizontální rovině používá kuželový SVD s vrcholovým úhlem 2° až 5° (obr. 3.1) [38].



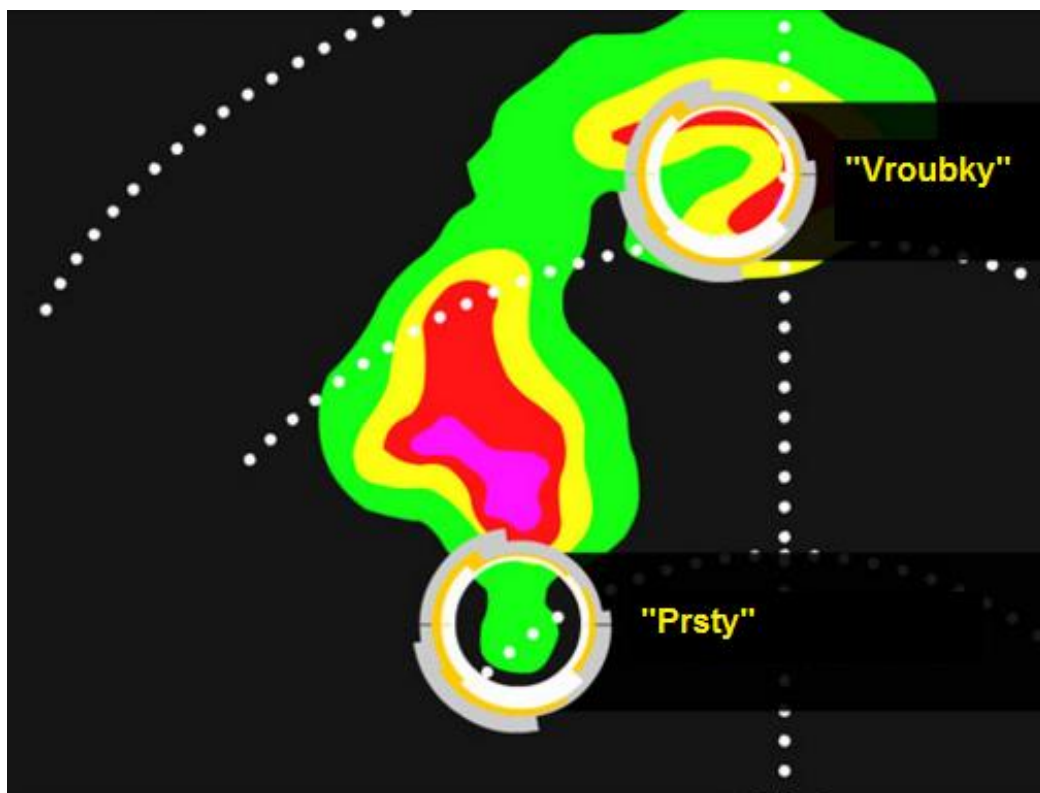
Obr. 3.1 Kuželový SVD palubního meteorologického radaru [13]

AWR pracuje v několika režimech činnosti, pro detekci oblačnosti se používá režim WEA (Weather). V tomto režimu „obvody automatického řízení zesílení signálu pracují s odrazy do přibližně 25 NM tak, že upravují intenzitu silnějších odrazů od bližších cílů a slabších odrazů od vzdálenějších cílů na stejné hodnoty [38].“ Podle intenzity odrazů je na obrazovkách moderních typů AWR oblačnost barevně zobrazována (tab. 3.1) [38].

Tab. 3.1 Barevné kódování oblačnosti podle intenzity odrazů [38]

Barva	Intenzita odrazů	Hustota srážek [mm.hod ⁻¹]
černá	žádné nebo velmi slabé odrazy	méně než 0,7
zelená	slabé odrazy	0,7 – 4
žlutá	středně silné odrazy	4 – 12
červená	silné odrazy	více než 12
magenta	odrazy podle intenzity srážek	turbulence

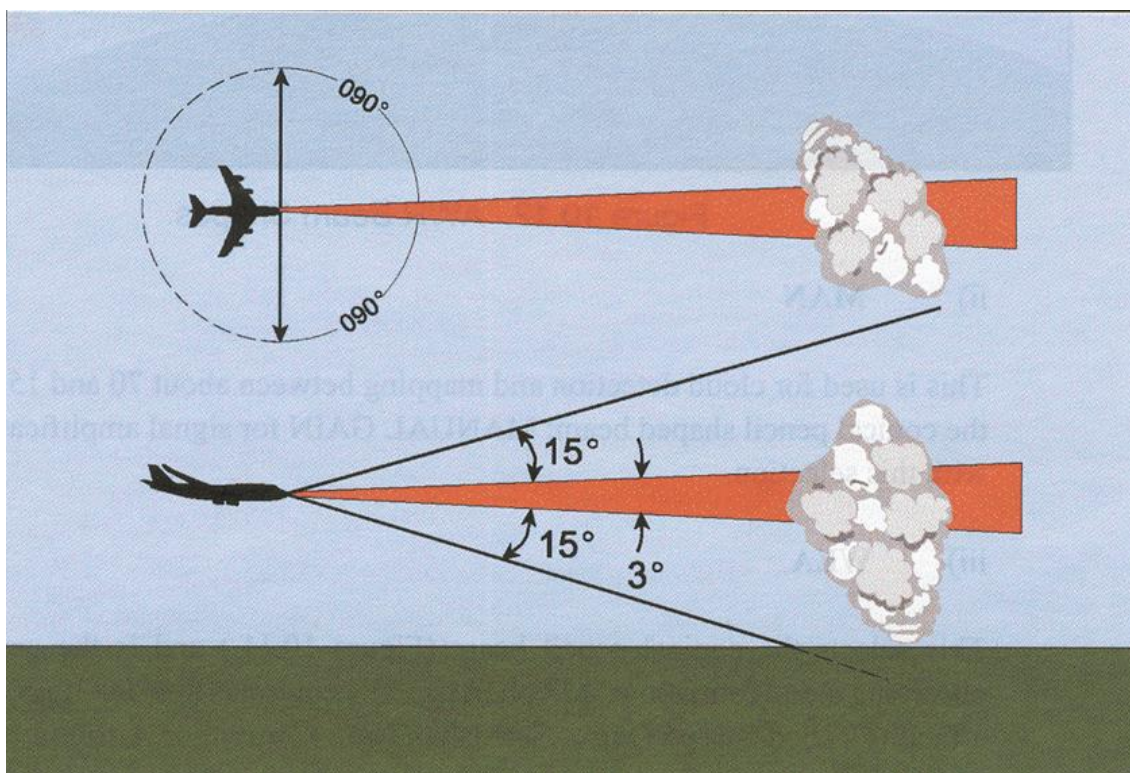
Na základě zkušeností může pilot z tvaru zobrazované oblačnosti odhadnout oblasti s vyskytující se turbulentí. Oblačnost ve tvaru písmena „U“, „prstů“, různých „výčnělků“, „vroubků“ a „háčků“ obvykle značí silnou turbulenci (obr. 3.2) [38].



Obr. 3.2 Tvary oblačnosti signalizující silnou turbulenci [13]

Pomocí palubního meteorologického radaru lze měřit výšku základny a vrcholů oblačnosti. Ovladačem TILT se vertikálně vychyluje rovina kuželového SVD dolů nebo nahoru, a to do té doby, než zobrazovaná oblačnost zcela zmizí z displeje AWR. V tom okamžiku se svazek SVD dotýká svou horní hranicí (v případě měření vrcholů oblačnosti dolní hranicí) spodní základny oblačnosti (vrcholů oblačnosti). Vzhledem ke známé vzdálenosti oblačnosti od letadla lze za použití jednoduchých matematických vzorců určit výšku spodní základny a vrcholů oblačnosti [38].

Pracovní oblasti tužkového svazku SVD palubního meteorologického radaru ve vertikální a horizontální rovině jsou zobrazeny na obr. 3.3. Maximální dosah AWR je obvykle do 150 NM [38].



Obr. 3.3 Pracovní sektory AWR [38]

Omezený dosah AWR je jednou z možných nevýhod této technologie. Posádka letounu Boeing 737-800, u kterého lze předpokládat cestovní rychlost přibližně 870 km/hod (470 kts), má při uvedeném maximálním dosahu AWR (150 NM) k dispozici informace pouze na příštích 20 minut doby letu. Další nevýhoda AWR spočívá v samotném principu činnosti. AWR nedokáže detekovat jevy, které neprovází déšť, tj. turbulenci v čistém ovzduší CAT (Clear Air Turbulence), suchý sníh, mlhu a další. Naopak v hustých srážkách může dojít k takovému útlumu signálu AWR, že jimi signál nepronikne a vznikne tzv. radarový stín, tedy neprozkoumaná oblast, o které posádka nemá žádné informace. Za nevýhodu lze považovat i fakt, že vysílač AWR je zdrojem silného a zdraví škodlivého záření, a proto je nutné zapnout vysílač až po dokončení vzletu (a před přistáním či ihned po přistání zase vysílač vypnout), aby nedošlo k ohrožení živých bytostí nacházejících se v blízkosti letadla vybaveného AWR [38].

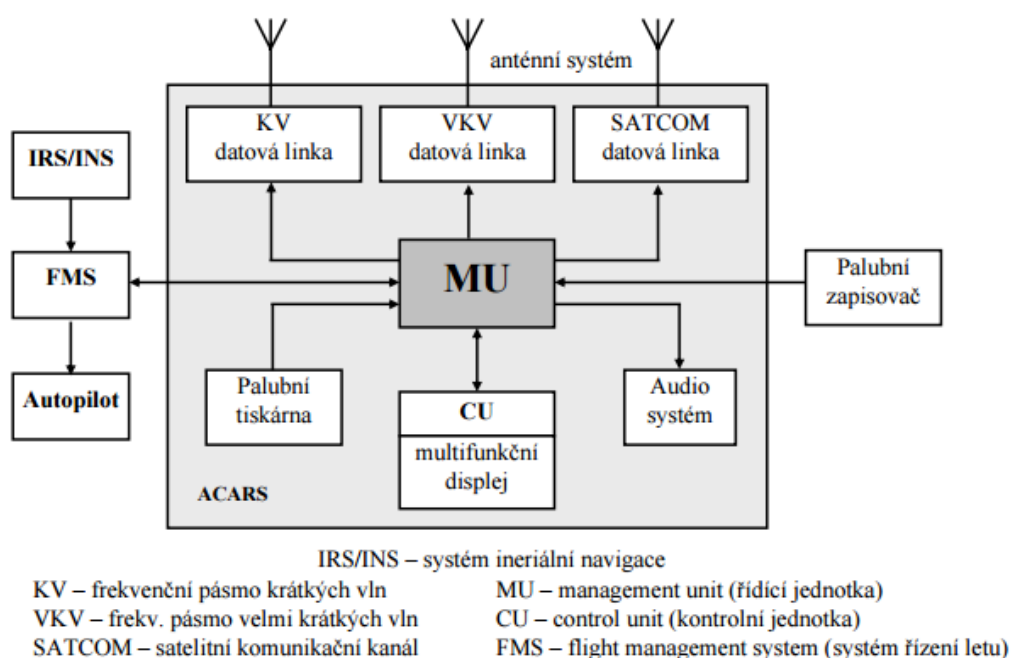
3.5 ACARS

Meteorologická data lze během letu získat i pomocí systému ACARS. Komunikační systém ACARS (Aircraft Communications Addressing and Reporting System) je systém sloužící k digitálnímu přenosu dat mezi letadlem a pozemní stanicí. Hlavním účelem ACARS je snížení pracovního zatížení pilotů a řídících letového provozu zavedením digitální komunikace mezi letadlem a řízením letového provozu. Dále ACARS slouží k digitálnímu přenosu provozně-technických dat mezi letadlem a operačním střediskem letecké společnosti [2].

Mezi hlavní části systému ACARS patří:

- řídicí MU (Management Unit) a kontrolní CU (Control Unit) jednotka na palubě letadla,
- satelitní systém SATCOM, systém pozemních KV a VKV stanic, systém AFEPS (Arinc Front End Processor System) a ESS (Arinc Electronic Switching System),
- pozemní pracoviště operačního střediska letecké společnosti a řízení letového provozu [2].

Řídicí jednotka vybavení ACARS na palubě letadla navazuje spojení s pozemní částí systému, zajišťuje příjem a vysílání zpráv a shromažďuje informace o stavu letadla, které posléze transformuje do vysílacího řetězce. Kontrolní jednotka ACARS slouží jako prostředek komunikace mezi letovou posádkou a samotným systémem [2].



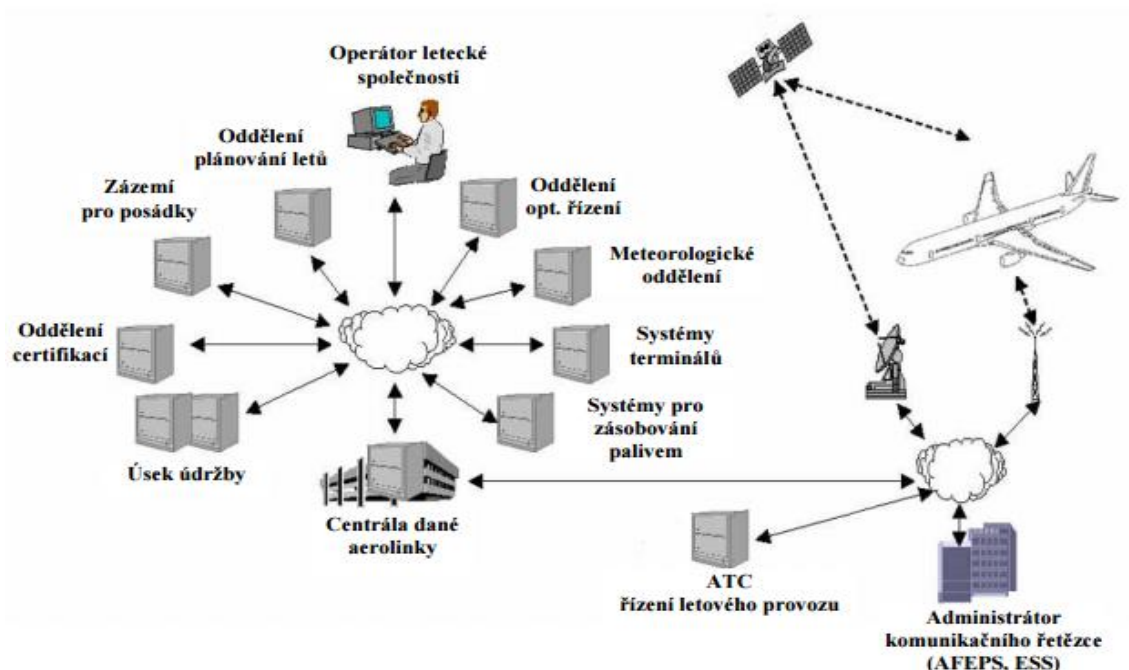
Obr. 3.4 Blokové schéma palubního vybavení systému ACARS [2]

Přenos zpráv probíhá přes kanály KV a VKV kmitočtového pásma a přes satelitní systém SATCOM ve dvou směrech – downlink (z letadla k pozemní stanici) a uplink (z pozemní stanice k letadlu) [1].

Downlink přenos zpráv probíhá následujícím způsobem: Zpráva, vytvořená automaticky systémem na palubě nebo manuálně pilotem, je přes KV/VKV kanály nebo přes SATCOM poslána pozemní stanici. Pozemní stanice po přijetí zprávy zašle palubnímu systému technické potvrzení o přijetí a zprávu předá servisnímu centru poskytovatele komunikačního řetězce. Centrální procesor AFEPS ji pomocí systému ESS

přeformátuje do pozemního formátu a pošle adresátovi, například operačnímu středisku letecké společnosti. Celý downlink přenos zprávy trvá 5 až 15 vteřin [1].

Uplink přenos zpráv probíhá obdobně: Zpráva je vytvořena automaticky systémem nebo manuálně pozemním uživatelem. AFEPS procesor zprávu přemění na ACARS formát a předá ji servisnímu centru poskytovatele ACARS, které zprávu zašle letadlu přes SATCOM nebo KV/VKV kanály. Palubní systém ACARS potvrdí přijetí zprávy a následně zprávu zobrazí na displeji nebo ji předá palubní tiskárně či jinému palubnímu systému. Přenos zprávy od pozemního uživatele k letadlu trvá 10 až 20 vteřin [1].

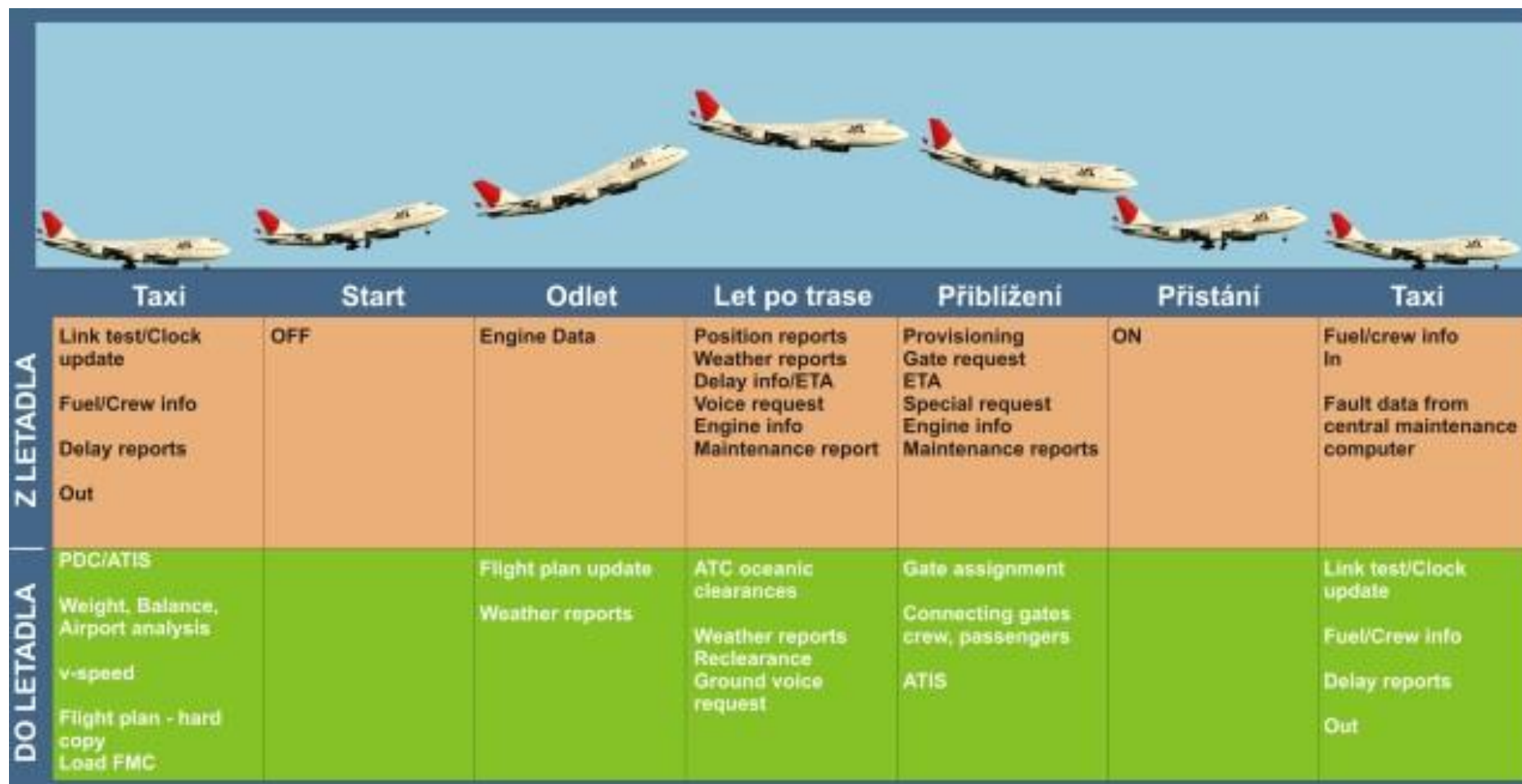


Obr. 3.5 Komunikační řetězec systému ACARS [2]

ACARS systém zpracovává:

- zprávy mezi řízením letového provozu a letadlem (mezi které patří radionavigační a identifikační zprávy, různé instrukce a povolení) a
- zprávy mezi operačním střediskem letecké společnosti a letadlem (informace týkající se počasí na trati letu, informace o stavu motorů, množství a spotřebě paliva, zprávy o poloze a stavu letadla a další) [2].

Meteorologické informace jsou získávány v textové nebo grafické podobě a mohou být zobrazeny na displejích systému řízení letu FMS [1].



Obr. 3.6 Zprávy předávané mezi letadlem a operačním střediskem letecké společnosti v jednotlivých fázích letu [34]

4. ALTERNATIVNÍ ZPŮSOBY ZÍSKÁVÁNÍ METEOROLOGICKÝCH DAT PŘED LETEM A BĚHEM LETU

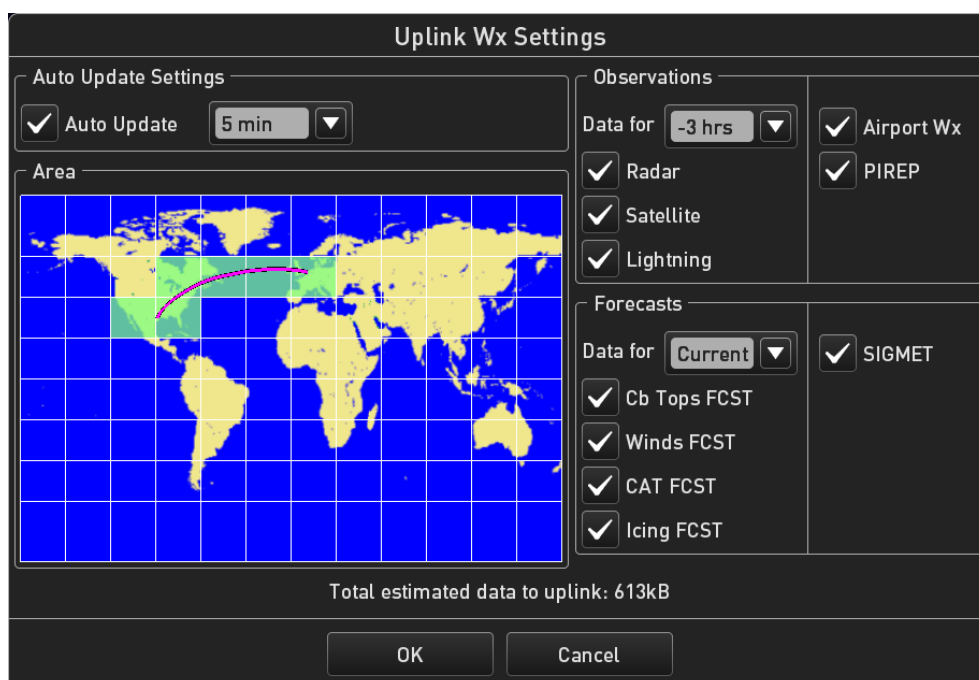
Posádky dopravních letadel v současnosti získávají předpisem L3 požadované meteorologické informace v rámci předletové přípravy (viz kap. 2). Tyto informace má posádka k dispozici v papírové podobě nebo v digitální formě v tzv. elektronickém pilotním kufříku EFB (Electronic Flight Bag). Jako EFB mohou sloužit přenosná elektronická zařízení (tablety, notebooky), která nevyžadují instalaci v rámci avionického systému letadla. Během letu pak lze informace o povětrnostní situaci získané před letem doplnit či aktualizovat způsoby popsány v kap. 3. Dalším zdrojem meteorologických informací mohou být aplikace určené pro EFB, které pilotům umožňují mít detailní přehled o povětrnostní situaci po celém světě, a to před letem a poté i během letu. Mezi takové aplikace patří WIS (Weather Information Service) od společnosti Honeywell a WSI (Weather Service International) PilotBrief Optima od společnosti The Weather Company. Za pomoci meteorologických informací získaných prostřednictvím těchto aplikací by mohly posádky letadel činit taková strategická rozhodnutí o dalším průběhu letu, která by přispívala především ke:

- zvýšení bezpečnosti letu,
- snížení spotřeby paliva a produkce emisí,
- snížení nákladů na údržbu letadla a
- vyššímu pohodlí cestujících [39].

4.1 WIS (Weather Information Service)

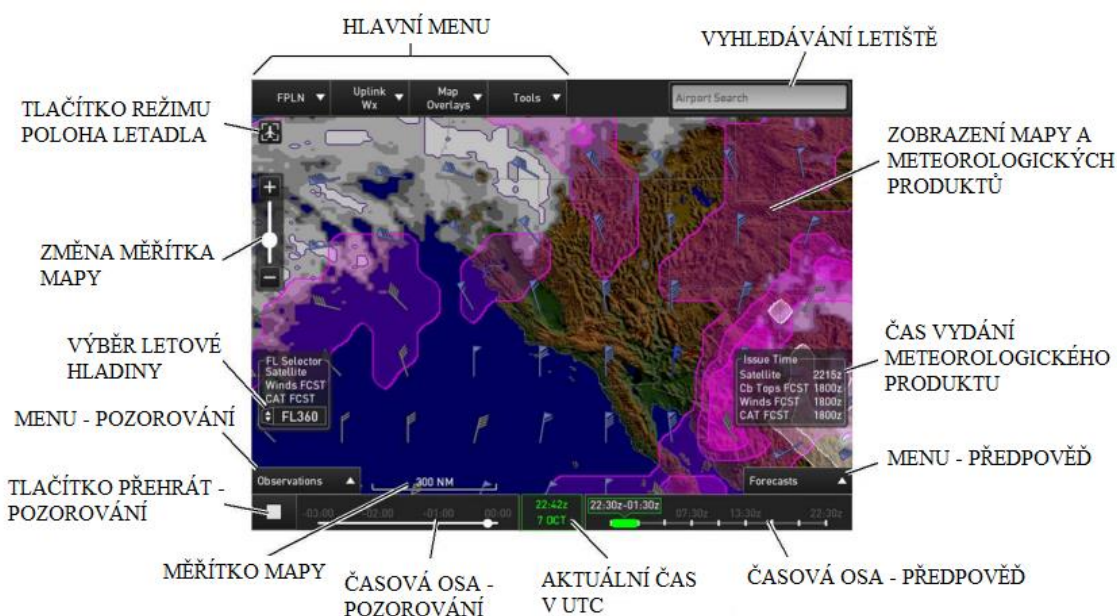
Aplikace WIS, kterou společnost Honeywell vyvinula jako doplňkový zdroj informací o počasí pro posádky letadel, poskytuje meteorologická pozorování a předpovědi v textové a grafické podobě a je určena pro přenosná elektronická zařízení s operačním systémem iOS nebo Windows [15].

Po spuštění aplikace lze na úvodní obrazovce (obr. 4.1) nastavit, pro které oblasti a jaké meteorologické produkty si uživatel přeje stahovat a časový interval jejich aktualizace. Mimo jiné je na úvodní obrazovce zobrazena informace o přibližném objemu dat, který je zapotřebí přenést. Data lze stahovat přes Wi-fi připojení, stahování dat přes ACARS zatím není podporováno [15].



Obr. 4.1 Úvodní obrazovka aplikace WIS [15]

Po úvodním nastavení aktualizace dat se zobrazí hlavní obrazovka aplikace WIS, která obsahuje ovládací prvky umožňující uživateli snadný přístup k jednotlivým funkcím aplikace (obr. 4.2).



Obr. 4.2 Ovládací prvky hlavní obrazovky aplikace WIS [15]

Hlavní nabídka se skládá z několika záložek: FPLN, Uplink Wx, Map Overlays a Tools. V záložce FPLN může uživatel vytvořit a upravovat trať letu nebo načíst již existující letovou

trať. Pomocí záložky Uplink Wx lze ihned aktualizovat data, případně se vrátit na úvodní obrazovku nastavení stahování dat. Záložka Map Overlays uživateli umožňuje si zvolit, jestli se na podkladové mapě aplikace bude zobrazovat terén, letiště, traťové body nebo traťové navigační zařízení. V záložce Tools může uživatel nastavit zobrazení vertikální situace dostupných meteorologických produktů podél trati letu (obr. 4.3). Mimo jiné lze prostřednictvím této záložky získat přístup k manuálu aplikace [15].



Obr. 4.3 Zobrazení vertikální situace v aplikaci WIS [15]

Meteorologické produkty, které aplikace WIS nabízí, jsou meteorologická pozorování:

- prostřednictvím radarových a satelitních snímků,
- výskytu blesků,
- počasí na letišti - zprávy METAR a SPECI, předpověď TAF a informace D-ATIS,
- prostřednictvím hlášení PIREP a

meteorologické předpovědi:

- vertikálního rozsahu oblačnosti druhu Cb¹⁰,
- oblastí CAT turbulence a námrazy,
- výškového větru a
- informace SIGMET.

Nabízené meteorologické produkty jsou podrobněji popsány v tab. 4.1 [15].

¹⁰ Tzn., v které letové hladině se nachází vrchol Cb oblačnosti.

Tab. 4.1 Přehled nabízených meteorologických produktů [15]

	Meteorologický produkt	Interval aktualizace	Pokrytí	3D produkt ¹¹
Pozorování	Radarové snímky	5 min	Severní Amerika, Evropská Unie, Austrálie	Ne
	Satelitní snímky	15 min	Od 65°N do 65°S zeměpisné šířky	Ne
	Výskyt blesků	5 min	Globální	Ne
	Počasí na letišti	1 hod (METAR)	Globální	Ne
	Hlášení PIREP	nepřetržitě	Globální	Ne
Předpověď	Vertikální rozsah Cb oblačnosti	3 hod	Globální	Ne
	CAT turbulence	3 hod	Globální	Ano
	Námraza	3 hod	Globální	Ano
	Výškový vítr	3 hod	Globální	Ano
	Informace SIGMET	5 min	Globální	Ne

Zvolením jakéhokoliv z 3D meteorologických produktů a/nebo satelitních snímků se na hlavní obrazovce vlevo dole objeví ovládací prvek pro výběr letové hladiny, ve které se meteorologické produkty budou zobrazovat [15].

Pro vybrané pozorované a předpovídané meteorologické produkty (tab. 4.2) lze pomocí příslušné časové osy přehrát jejich předešlý vývoj (pro pozorování až - 3 hodiny) nebo předpověď (až + 21 hodin) [15].

Tab. 4.2 Meteorologické produkty, pro které lze zobrazit jejich předešlý vývoj/předpověď [15]

Pozorování	Předpověď
Radarové snímky Satelitní snímky Výskyt blesků	Vertikální rozsah Cb oblačnosti CAT turbulence Námraza Výškový vítr

Dotykem na meteorologický produkt se uživateli zobrazí legenda, případně další informace. Stáří meteorologických produktů je možné zkontrolovat podle času vydání zobrazeného vpravo dole na hlavní obrazovce aplikace [15].

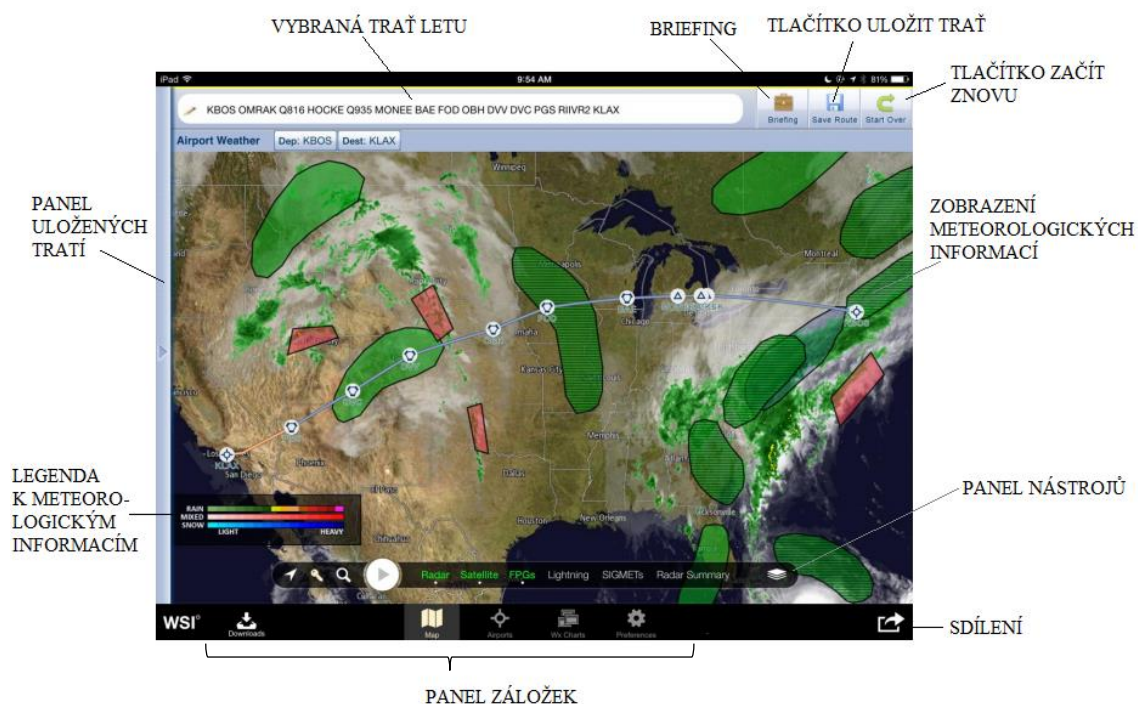
¹¹ Meteorologický produkt není na podkladové mapě zobrazen jako jedna vrstva, ale mění se s vybranou letovou hladinou.

4.2 WSI (Weather Service International) PilotBrief Optima

WSI PilotBrief Optima je aplikace poskytující globální přehled o povětrnostní situaci v reálném čase a umožňující offline prohlížení uložených meteorologických informací a oznámení o vzdušných prostorech. Aplikace WSI PilotBrief Optima je QICP (Qualified Internet Communication Provider) certifikována, to znamená, že je schválena leteckým úřadem Spojených států amerických FAA (Federal Aviation Administration) jako poskytovatel meteorologických informací. WSI PilotBrief Optima je stejně jako aplikace WIS určena pro přenosná elektronická zařízení s operačním systémem iOS a Windows [40].

Meteorologická data lze stahovat pomocí Wi-fi připojení, poté během letu i prostřednictvím přijímače SXAR1 pro rozhlasovou službu SiriusXM¹² nebo přijímače DUAL XGP170 rozhlasového vysílání systému pozemních stanic ADS-B¹³ [40].

Po spuštění aplikace se objeví hlavní obrazovka – záložka Map (obr. 4.4). V záložce Map může uživatel vyhledávat, zobrazovat a upravovat danou trať letu, pro kterou lze tlačítkem Briefing získat přehled o zprávách NOTAM a počasí na letišti vzletu, přistání, náhradním letišti přistání a po trati letu [40].



Obr. 4.4 Ovládací prvky hlavní obrazovky aplikace WSI PilotBrief Optima [40]

¹² SiriusXM je komerční rozhlasová služba, která poskytuje meteorologické informace na území Spojených států amerických a Kanady prostřednictvím systému geostacionárních družic [32].

¹³ ADS-B (Automatic Dependent Surveillance – Broadcast) je satelitní systém automatického závislého přehledového vysílání, který uživatelům v rámci služby FIS-B (Flight Information Service – Broadcast) umožňuje bezplatně získávat informace o počasí [4]. Pokrytí ADS-B je zobrazeno v příloze 5.

Meteorologické produkty aplikace WSI PilotBrief Optima se v záložce Map zobrazují na interaktivní podkladové mapě; jejich zobrazení si uživatel může zvolit pomocí panelu nástrojů (obr. 4.5) [40].



Obr. 4.5 Panel nástrojů na hlavní obrazovce aplikace WSI PilotBrief Optima [40]

Meteorologické produkty jsou v rámci aplikace rozdělené do 3 skupin vrstev, které mohou být zobrazeny: vrstva počasí, radarová a satelitní vrstva a vrstva WSI předpovědí, které jsou podrobněji popsány v tab. 4.3 [40].

Tab. 4.3 Přehled meteorologických produktů aplikace WSI PilotBrief Optima [40]

	Meteorologický produkt	Interval aktualizace	Pokrytí
Vrstva počasí	Radarový přehled ¹⁴	15 min	Spojené státy americké
	Bouřkový index ¹⁵	5 min	Spojené státy americké
	Sledování tropických cyklón	5 min	Nespecifikováno ¹⁶
	WSI SIGMET ¹⁷	5 min	Globální
	Výskyt blesků	1 min	Globální
	Počasí na letišti	5 min	Globální

¹⁴ Radarový přehled poskytuje podrobnější informace (čas pozorování, vertikální rozsah, rychlost a směr postupu, atd.) o bouřkách na území Spojených států amerických [40].

¹⁵ Bouřkový index je meteorologický produkt doplňující radarový přehled, který využívá algoritmu pro poskytování informací o velikosti a intenzitě jednotlivých bouřek [40].

¹⁶ Nebylo specifikováno pokrytí, případně interval aktualizace meteorologického produktu.

¹⁷ V případě, že daný nebezpečný meteorologický jev (turbulence, námraza, bouřky, vulkanický popel nebo prachová vichřice) překročí stanovená kritéria (například určitou intenzitu nebo rozsah výskytu), WSI vydá vlastní informaci SIGMET [40].

	WSI FPG ¹⁸	5 min	Kontinentální část Spojených států amerických pro všechny letové hladiny; globální pro letovou hladiny 180 a výše
	NWS AIRMET ¹⁹	5 min	Spojené státy americké
	Informace SIGMET	5 min	Globální
	Hlášení PIREP	5 min	Globální
Radarová a satelitní vrstva	Radarové snímky	5 – 15 min podle oblasti	Severní Amerika, Havaj, Aljaška, Evropa, Austrálie a oblasti od 30°S do 30°N zeměpisné šířky
	Satelitní snímky	15 min	Globální
	Vertikální rozsah Cb oblačnosti	5 min	Spojené státy americké
	Množství vodní páry v ovzduší	15 min	Globální
	Oblasti s nejsilnějšími srážkami	5 min	Spojené státy americké
	Předpověď oblastí s výskytem krup	5 min	Spojené státy americké
	Předpověď oblastí s výskytem blesků	5 min	Spojené státy americké
	Přízemní vítr	30 min	Kontinentální část Spojených států amerických
	Teplota povrchu moře	24 hod	Atlantický a Tichý oceán v oblasti Severní Ameriky
Vrstva WSI předpovědi	Radarové snímky	6 hod	Globální
	Vertikální rozsah Cb oblačnosti	Nespecifikováno	Globální
	Námraza	Nespecifikováno	Globální
	Turbulence	Nespecifikováno	Globální

¹⁸ WSI FPG (flight plan guidance) zobrazuje předpověď pro tyto jevy: turbulence, námraza, bouřky, oblaka tvořená vulkanickým popel, výskyt ozónu a prachová vichřice [40].

¹⁹ Jedná se o informace AIRMET vydané Národní meteorologickou službou NWS (National Weather Service) ve Spojených státech amerických.

Oblasti s výskytem krup nebo blesků jsou předpověděny na 30 minut dopředu, WSI FPG předpovídá nebezpečné meteorologické jevy (viz poznámka 16 pod čarou) na 18 hodin dopředu. Veškeré meteorologické produkty z WSI předpovědi zobrazují informace až na 24 hodin dopředu a jejich očekávaný vývoj může uživatel přehrát pomocí příslušného tlačítka na panelu nástrojů. Přehrát lze i vývoj radarových a satelitních produktů v minulosti [40].

Ovládací prvek pro výběr letové hladiny se objeví vlevo nahoře na hlavní obrazovce pouze při zvolení WSI předpovědi turbulence, pro ostatní vybrané produkty je jejich vertikální rozsah (spolu s dalšími informacemi) popsán v legendě, která se zobrazí dotykem na meteorologický produkt. Legenda, týkající se především intenzity meteorologických jevů, se nachází na hlavní obrazovce vlevo dole. Stáří meteorologických produktů je možné zkontrolovat podle času vydání uvedeného v nastavení zobrazovaných vrstev na panelu nástrojů [40].

K dalším funkcím aplikace poskytují přístup záložky Downloads, Airports, WxCharts a Preferences. Záložka Downloads obsahuje stažené informace pro offline prohlížení a umožňuje stahování aktuálních navigačních dat a leteckých map. V záložce Airports (obr. 4.6) lze pro vybrané letiště zobrazit aktuální a předpovídané počasí, zprávy NOTAM, standardní postupy pro vzlet a odlet a další detailní informace [40].



Obr. 4.6 Záložka Airports aplikace WSI PilotBrief Optima [40]

Radarové a satelitní snímky a další mapy, které zobrazují stejnou povětrnostní situaci jako záložka Map, se nachází v záložce WxCharts (obr. 4.7). Mapy jsou roztrženy do následujících kategorií: radarové snímky, satelitní snímky, letecké povětrnostní mapy a mapy nebezpečných meteorologických jevů. V každé kategorii lze vybrat oblast zobrazení map, pro některé mapy je možné zvolit i čas nebo letovou hladinu zobrazení [40].



Obr. 4.7 Záložka WxCharts aplikace WSI PilotBrief Optima [40]

Záložka Preferences uživateli umožňuje:

- nastavit zdroje meteorologických dat a GPS signálu,
- nastavit používané jednotky,
- vybrat, které meteorologické produkty budou v režimu offline prohlížení zobrazovány,
- upravit svůj uživatelský účet a
- zobrazit uživatelskou příručku s podrobnými informacemi o aplikaci [40].

4.3 Srovnání aplikací WIS a WSI PilotBrief Optima

Srovnání aplikací WIS a WSI PilotBrief Optima bylo provedeno z hlediska ovládání, nabízených meteorologických produktů a jejich zobrazení. Obě aplikace nabízejí meteorologické produkty s globálním pokrytím a jsou určeny především pro posádky letadel provozovaných pro obchodní leteckou dopravu.

Ovládání aplikace WIS je pro uživatele jednoduché a intuitivní. Uživatelské prostředí aplikace WSI PilotBrief Optima je ve srovnání s aplikací WIS trochu komplikovanější a uživateli se bez předchozího podrobnějšího seznámení může zdát poněkud nepřehledné²⁰.

Aplikace WIS a WSI PilotBrief Optima nabízejí přibližně stejné meteorologické produkty s globálním pokrytím (tab. 4.4). WSI PilotBrief Optima kromě produktů zmíněných v tab. 4.4 navíc nabízí i další produkty s pokrytím pouze pro Spojené státy americké, což může přispět k horší orientaci v daném uživatelském prostředí.

Tab. 4.4 Srovnání meteorologických produktů s globálním pokrytím nabízených aplikacemi WIS a WSI PilotBrief Optima

Meteorologický produkt	WIS	WSI PilotBrief Optima
Radarové snímky	✓	✓
Satelitní snímky	✓	✓
Počasí na letišti	✓	✓
Výskyt blesků	✓	✓
Hlášení PIREP	✓	✓
Informace SIGMET	✓	✓
Množství vodní páry v ovzduší	✗	✓
Předpověď výškového větru	✓	✗
Předpověď vertikálního rozsahu Cb oblačnosti	✓	✓
Předpověď turbulence	✓	✓
Předpověď námrazy	✓	✓
Předpověď dalších jevů (oblaka tvořená vulkanickým popelem, prachové vichřice,...)	✗	✓

Meteorologické produkty se v aplikaci WSI PilotBrief Optima zobrazují podle následujících pravidel:

- Vrstvy počasí lze prohlížet všechny současně.
- Je možné zobrazit jen dvě vrstvy radarových a satelitních snímků nebo předpovědí.

²⁰ Zhodnoceno na základě vlastní zkušenosti autorky.

- Vrstvy radarových a satelitních snímků nemohou být prohlíženy současně s vrstvami předpovědi [40].

V aplikaci WIS lze zobrazit všechny meteorologické produkty zároveň, bez ohledu na to, jestli se jedná o pozorování nebo předpověď. Je třeba brát v úvahu, že současné zobrazení pozorovaných a předpovídaných meteorologických produktů může uživatele, který danou povětrnostní situaci blíže neprozkoumá, pomýlit. Způsoby zobrazení vybraných meteorologických produktů jsou detailněji popsány v kap. 5.4.

V případě potřeby může uživatel použít manuál, který je dostupný v obou aplikacích.

5. VIZUALIZACE NEBEZPEČNÝCH METEOROLOGICKÝCH JEVŮ NA 2D ZOBRAZOVACÍCH ZAŘÍZENÍCH

Způsob, jakým se meteorologické informace zobrazují posádce letadla, je pro správné vyhodnocení povětrnostní situace a strategické rozhodnutí o dalším průběhu letu důležitým faktorem (viz kap. 1.3). Nejednoznačné či jinak nevhodné zobrazení meteorologických jevů může celý proces rozhodování posádky negativně ovlivnit a zapříčinit tak pro bezpečnost letu nepříznivou situaci.

Tato kapitola se zabývá vizualizací vybraných nebezpečných meteorologických jevů v aplikacích WIS a WSI PilotBrief Optima a srovnává ji s doporučenými způsoby zobrazení těchto jevů podle dokumentu SAE ARP 5740²¹. Nebezpečné meteorologické jevy – bouřky, turbulence a námraza²² – byly vybrány s přihlédnutím k analýze příčin ohlášených událostí, souvisejících se špatnými povětrnostními podmínkami za období 2006 až 2015, uvedené v kap. 1.1.

5.1 Bouřky

Bouřky jsou definovány jako „přírodní jevy (elektrometeory²³) doprovázené bleskem a hřměním nebo pouze hřměním [18].“ Pro letecký provoz bouřky představují obzvláště nebezpečný meteorologický jev, neboť je provází celá řada dalších projevů počasí (turbulence, námraza, krupobití, atd.). Bouřky jsou vždy spojené s výskytem oblaků druhu Cumulonimbus (neboli bouřkové kupy), které jsou charakterizovány jako mohutné oblaky s velkým vertikálním rozsahem v podobě hor nebo věží. Pro Cumulonimbus je typická velmi tmavá základna a hladký nebo vláknitý, často do tvaru kovádky se rozšiřující vrchol [18]. Základní strukturní jednotkou Cumulonimbu je konvekční buňka²⁴ neboli bouřková cela, jejíž životní cyklus má tři následující stadia:

1. stadium zrodu – výstupný proud vzduchu transportuje vlhký a teplý vzduch z přízemních hladin do výšky,
2. stadium zralosti – kromě výstupného proudu vzduchu se vyvíjí i sestupný proud vzduchu s vypádávajícími srážkami,

²¹ Dokument SAE ARP (Aerospace Recommended Practice) 5740 byl v roce 2015 vydán Výborem pro meteorologické informační systémy (Weather Information Systems Committee) SAE G-10W. SAE ARP 5740 poskytuje obecná doporučení pro vizualizaci meteorologických informací a dále obsahuje symboly, které pro zobrazení meteorologických jevů na 2D elektronických zařízeních (přenosných nebo zastavěných v kokpitu letadla) doporučuje, a to vše z hlediska lidské činitele. Použití barev pro konkrétní symbol není součástí doporučených symbolů podle SAE ARP 5740 [31].

²² Mezi meteorologické jevy, které jsou nebezpečné pro letecký provoz, lze zařadit i stříh větru. V analýze uvedené v kap. 1.1 patří stříh větru mezi nejčastější příčiny ohlášených událostí. Nicméně vzhledem k tomu, že aplikace WIS ani WSI PilotBrief Optima varování na stříh větru neposkytují, nebude se tato kapitola vizualizací stříhu větru zabývat.

²³ Jedná se o viditelné nebo slyšitelné projevy elektřiny v atmosféře [26].

²⁴ „Oblast silného vzestupného proudu (10 m/s a více) o horizontální ploše 10 – 100 km² a s vertikálním rozsahem přes větší část troposféry [18].“

3. stadium rozpadu – sestupný proud vzduchu začíná převládat nad výstupným vzduchem proudu, což způsobí rozpadání se bouřkové cely [26].

Podle uspořádání bouřkových cel jsou rozeznávány tato uskupení:

- a) singlcela – jednotlivá konvekční buňka, jejíž životní cyklus zpravidla nemá dlouhého trvání,
- b) multicela – skupina konvekčních buněk v různých stádiích životního cyklu,
- c) supercela – jednotlivá konvekční buňka větších rozměrů, charakteristická dlouhou životností, silným rotujícím výstupním prouděním a směrem pohybu, který se výrazně odchyluje od středního směru větru v oblačné vrstvě [30],
- d) čára instability (squall line) – organizované uskupení konvekčních buněk v linii,
- e) konvekční systém středního měřítka – eliptická oblast konvekční aktivity o ploše v řádu desítek tisíců km² [18].

Pro vznik bouřky je nutné, aby byly splněny následující podmínky:

- značná instabilita vzduchu neboli velké vertikální teplotní gradienty v troposféře,
- vysoká relativní vlhkost při povrchu země a ve výšce,
- přítomnost vnější síly, která způsobí vertikální pohyb vzduchu,
- relativně nízká poloha izotermy -12°C, v jejíž blízkosti se nachází hladina intenzivní krystalizace,
- velká vertikální mohutnost oblaku druhu Cumulonimbus a
- členitost aktivního povrchu, která ulehčuje vývoj dynamické nebo termické konvekce [41].

Podle místa vzniku rozlišujeme bouřky na:

- a) uvnitř vzduchové hmoty,
- b) orografické,
- c) frontální a
- d) na čáře instability.

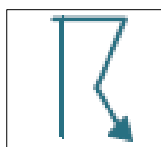
Kromě již zmíněných nebezpečných projevů počasí, které bouřky doprovází, je třeba brát v úvahu elektrické vlastnosti bouřkových oblaků. Mezi centry kladných a záporných nábojů jednoho nebo více oblaků nebo mezi oblaky a zemí vznikají elektrické výboje – blesky. Za letu může dojít k elektrickému výboji mezi oblaky a letadlem, což může nepříznivě ovlivnit funkci palubních systémů, a proto je třeba se oblastem, kde se bouřky vyskytují, vyhýbat [18].

Protože bouřky jsou výsledkem kladné energie instability, jejich předpověď v podstatě spočívá v předpovědi podmínek konvekce. Snazší je předpověď bouřek místních neboli z tepla, která se opírá o rozbor aerologických výstupů. Obtížnější je předpověď bouřek na studených a okluzních frontách a na čárách instability, protože podmínky pro konvekci se mění při postupu fronty a při vypadávání frontálních srážek. K předpovědi bouřek se používají četné indexy vycházející z poznání adiabatických a neadiabatických dějů v atmosféře a založených na

empirických modelech. Česká meteorologická služba pro předpověď bouřek nejčastěji využívá CAPE (Convective Available Potential Energy) bouřkový index a Showalterův index [36]. Pro letecké účely je ovšem důležitá předpověď nejen výskytu bouřky, ale i jejího rozsahu a intenzity jevů vázaných na bouřku, jako je vertikální rychlost termických stoupavých a klesavých pohybů, včetně propadu studeného vzduchu – downburstu, přeháňky, kroupy aj. V současnosti se pro předpověď bouřek používají moderní technologie [10].

5.1.1 Vizualizace bouřek v SAE ARP 5740 a v aplikacích WIS a WSI PilotBrief Optima

Dokument SAE ARP 5740 poskytuje symboly doporučené pro zobrazení výskytu bouřek a blesků. Symbol pro bouřky podle SAE ARP 5740 (obr. 5.1) vychází z kódování bouřek ve zprávách SYNOP²⁵ [31].



Obr. 5.1 Zobrazení bouřky podle SAE ARP 5740 [31]

Doporučené symboly pro výskyt blesků jsou zobrazeny v tab. 5.1.

Tab. 5.1 Zobrazení výskytu blesků podle SAE ARP 5740 [31]

Výskyt blesků	Symbol
Elektrický výboj mezi oblaky a zemí	
Elektrický výboj mezi oblaky	

V aplikaci WIS lze informace o bouřkách získat prostřednictvím radarových snímků, informace SIGMET, pozorování výskytu blesků a předpovědi vertikálního rozsahu Cb oblačnosti [15].

Radarové snímky zobrazují informace o výskytu a intenzitě srážek. Bouřky lze předpokládat v oblastech s největší intenzitou srážek. Podle intenzity srážek jsou radarové snímky barevně kódovány (tab. 5.2) [15].

²⁵ Zpráva SYNOP je základní meteorologická zpráva, která obsahuje údaje potřebné pro kreslení přízemních synoptických map a pro operativní nebo statistické zpracování. Sestavuje se podle kódu SYNOP na základě pozorování v synoptických termínech [26].

Tab. 5.2 Barevné kódování radarových snímků podle intenzity srážek v aplikaci WIS [15]

Intenzita srážek	Barva
Žádná	Nezobrazeno
Slabá	
Mírná	
Silná	
Bez radarového pokrytí	

Výskyt nebo předpokládaný výskyt bouřek je v informaci SIGMET v aplikaci WIS znázorněn pomocí symbolu na obr. 5.2 [15].



Obr. 5.2 Zobrazení bouřky v informaci SIGMET v aplikaci WIS [15]

Oblasti s výskytem blesků jsou v aplikaci WIS modře zabarvené za použití symbolu zobrazeného na obr. 5.3 [15].



Obr. 5.3 Zobrazení výskytu blesků v aplikaci WIS [15]

Předpověď vertikálního rozsahu Cb oblačnosti je kódována různými odstíny šedi a bílou barvou podle intervalu letových hladin, ve kterém se vrchol Cb oblačnosti nachází (tab. 5.3) [15].

Tab. 5.3 Barevné kódování předpovědi vertikálního rozsahu Cb oblačnosti v aplikaci WIS [15]

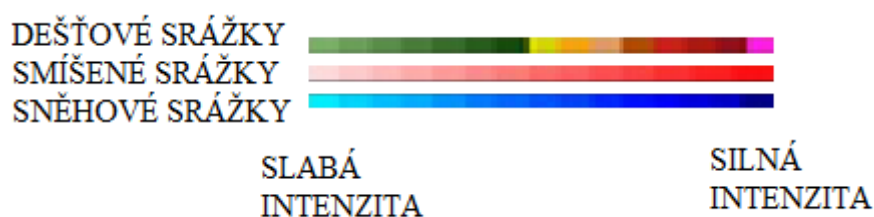
Vertikální rozsah Cb oblačnosti	Barva
< FL 210	Nezobrazeno
FL 210 – FL 300	
FL 310 – FL 400	
> FL 410	

Aplikace WSI PilotBrief Optima poskytuje informace o bouřkách v rámci následujících meteorologických produktů:

- radarových snímků,
- informace SIGMET/ WSI SIGMET,

- WSI FPG,
- pozorování výskytu blesků a
- předpovědi vertikálního rozsahu Cb oblačnosti [40].

V aplikaci WSI PilotBrief Optima je barevné kódování radarových snímků na základě intenzity srážek ještě navíc rozděleno podle toho, zda se jedná o dešťové, smíšené nebo sněhové srážky (obr. 5.4) [40].



Obr. 5.4 Barevné kódování radarových snímků podle intenzity a druhu srážek v aplikaci WSI PilotBrief Optima [40]

V rámci informace SIGMET, WSI SIGMET nebo WSI FPG jsou oblasti s výskytem nebo očekávaným výskytem bouřek červeně zabarvené (tab. 5.4) [40].

Tab. 5.4 Barevné kódování oblastí s výskytem bouřek v informacích SIGMET/WSI SIGMET a WSI FPG v aplikaci WSI PilotBrief Optima [40]

Meteorologická informace	Barva
SIGMET	Red
WSI SIGMET/WSI FPG	Dark Red

Pro zobrazení výskytu blesků v aplikaci WSI PilotBrief Optima je použito několik symbolů v závislosti na druhu elektrického výboje (tab. 5.5) [40].

Tab. 5.5 Zobrazení výskytu blesků v aplikaci WSI PilotBrief Optima [40]

Výskyt blesků	Symbol
Kladný elektrický výboj mezi oblaky a zemí	+
Záporný elektrický výboj mezi oblaky a zemí	⚡
Elektrický výboj mezi oblaky	X
Mnohonásobné elektrické výboje	⚡⚡

Předpověď vertikálního rozsahu Cb oblačnosti je kódována podobně jako v aplikaci WSI, jen s použitím různých odstínů modré barvy (tab. 5.6) [40].

Tab. 5.6 Barevné kódování předpovědi vertikálního rozsahu Cb oblačnosti v aplikaci WSI PilotBrief Optima [40]

Vertikální rozsah Cb oblačnosti	Barva
< FL 100	Nezobrazeno
FL 100 – FL 300	
FL 310 – FL 360	
FL 370 – FL 400	
FL 410 – FL 600	

5.2 Turbulence

Turbulence je definována jako neuspořádaný pohyb, jehož proudnice tvoří částečně nebo úplně uzavřené víry s libovolně skloněnou osou vůči zemskému povrchu. Letadlu za letu uděluje přídatná zrychlení, která způsobují kymácení letadla nebo změnu jeho polohy. V krajních případech mohou přídatná zrychlení dosahovat takových hodnot, že může dojít k poškození konstrukce letadla či ke ztrátě jeho stability, a proto se turbulence řadí mezi nebezpečné meteorologické jevy pro letecký provoz [18].

Přídavná zrychlení při turbulenci jsou vyjadřována v desetinách zemské tíže g. Z leteckého hlediska rozlišujeme turbulenci slabou, mírnou, silnou a velmi silnou (tab. 5.7)

Tab. 5.7 Klasifikace turbulence podle intenzity [18]

Intenzita turbulence	Přídavné zrychlení	Projevy turbulence
Slabá	< 0,2 g	Mírné záchrvěvy letadla, které mohou u některých osob způsobit nepříjemné pocity.
Mírná	0,2 – 0,5 g	Chůze v kabině letadla je obtížná, letadlo lze udržet v dané letové hladině.
Silná	0,5 – 1 g	Prudké výkyvy letadla, díky kterým je chůze v kabině letadla nemožná, cestující musí být připoutáni. Letadlo nelze udržet v dané letové hladině a palubní přístroje mohou ukazovat nepřesně.
Velmi silná	> 2 g	Může dojít k mechanickému poškození letadla.

Podle příčin vzniku rozlišujeme turbulenci:

- termickou, která vzniká při výskytu konvekčních vzestupných a sestupných proudů,
- mechanickou²⁶, způsobenou třením proudícího vzduchu o zemský povrch,

²⁶ Technickým druhem mechanické turbulence je turbulence v úplavu [18].

c) dynamickou, která se vyskytuje při stříhu větru ve volné atmosféře [18].

Druhem dynamické turbulence je turbulence v bezoblačném prostoru neboli CAT (Clear Air Turbulence). V posledních letech se za CAT turbulenci považuje i turbulence v prostoru s výskytem cirrovité oblačnosti ve výškách nad 6 km. Tato turbulence je označována jako WST (Wind Shear Turbulence) [18].

Pro předpovídání turbulence se využívá více kritérií, vzorců a grafických pomůcek. Všechny metody se však zaměřují jen na jeden druh turbulence a jsou považovány jen za přibližné. Posádky letadel využívají především mapy význačného počasí a informace SIGMET. Dalším významným zdrojem informací o turbulenci jsou mimořádná hlášení PIREP [18].

5.2.1 Vizualizace turbulence v SAE ARP 5740 a v aplikacích WIS a WSI PilotBrief Optima

Dokument SAE ARP 5740 poskytuje symboly doporučené pro zobrazení turbulence²⁷ podle její intenzity (tab. 5.8).

Tab. 5.8 Zobrazení turbulence podle SAE ARP 5740 [31]

Intenzita turbulence	Symbol
Slabá	
Mírná	
Silná	
Velmi silná	

V aplikaci WIS lze informace o turbulenci získat z hlášení PIREP, informace SIGMET a předpovědi CAT turbulence [15].

Symboly použité pro vizualizaci turbulence v hlášení PIREP a informaci SIGMET jsou shodné, liší se pouze v zobrazované intenzitě turbulence (tab. 5.9) [15].

Tab. 5.9 Zobrazení turbulence v hlášení PIREP a informaci SIGMET v aplikaci WIS [15]

Intenzita turbulence	Symbol - PIREP	Symbol - SIGMET
Slabá		Nezobrazeno

²⁷ Turbulence je v SAE ARP 5740 definována jako nekonvektivní turbulence [31].

Mírná		
Silná		

Předpověď CAT znázorňuje oblasti s různým potenciálem výskytu turbulence o mírné až silné intenzitě; tyto oblasti jsou barevně kódovány pomocí odstínů magenty (tab. 5.10) [15].

Tab. 5.10 Barevné kódování předpovědi CAT v aplikaci WIS [15]

Potenciál výskytu turbulence	Barva
Žádný	Nezobrazeno
Nízký (5%)	
Střední (9%)	
Vysoký (12%)	

V aplikaci WSI PilotBrief Optima zobrazuje informace o turbulenci hlášení PIREP, informace SIGMET/WSI SIGMET, WSI FPG a předpověď turbulence [40].

V hlášení PIREP je turbulence kódována podle její intenzity za použití různých a různě barevných symbolů (tab. 5.11) [40].

Tab. 5.11 Zobrazení turbulence v hlášení PIREP v aplikaci WSI PilotBrief Optima [40]

Intenzita turbulence	Symbol
Slabá	
Mírná	
Silná	
Velmi silná	

V informacích SIGMET, WSI SIGMET a WSI FPG jsou oblasti s výskytem nebo očekávaným výskytem turbulence zeleně zbarvené. WSI SIGMET a WSI FPG navíc rozlišují oblasti s výskytem slabé a mírné až silné turbulence (tab. 5.12) [40].

Tab. 5.12 Barevné kódování oblastí s výskytem turbulence v informacích SIGMET/WSI SIGMET a WSI FPG v aplikaci WSI PilotBrief Optima [40]

Meteorologická informace	Barva
SIGMET	
WSI SIGMET/WSI FPG – slabá turbulence	
WSI SIGMET/WSI FPG – mírná až silná turbulence	

V aplikaci WSI PilotBrief Optima jsou oblasti, pro které je předpovídaná turbulence, barevně kódovány podle potenciálu²⁸ výskytu turbulence (tab. 5.13).

Tab. 5.13 Barevné kódování předpovědi turbulence v aplikaci WSI PilotBrief Optima [40]

Výskyt turbulence	Barva
Žádný	Nezobrazeno
Nízký	
Příležitostný	
Střední	
Střední +	

5.3 Námraza

Pod pojmem námraza se rozumí usazené srážky, které se vytvářejí jak na zemi, tak i na letadlech za letu. Námraza je považována za nebezpečný meteorologický jev pro letecký provoz, neboť:

- zhoršuje aerodynamické vlastnosti letadel a tím zmenšuje vztlak,
- vede ke ztrátě rychlosti, vyšší spotřebě pohonných hmot,
- má vliv na hmotnost a vyvážení letadla,
- negativně ovlivňuje chod pohonných jednotek, funkčnost řídicích ploch a činnost některých přístrojů s čidly na povrchu letadla a v neposlední řadě
- ztěžuje posádce letadla výhled z pilotní kabiny přes zamrzlá okna.

Pro vznik námrazy na letadle je třeba, aby byly splněny následující podmínky:

- přítomnost přechlazených vodních kapek v ovzduší a
- teplota povrchu letadla, na kterém se srážky usazují, nižší než 0°C [18].

Intenzita námrazy se rozlišuje podle tloušťky ledu, která se vytváří za jednotku času (tab. 5.14).

²⁸ Potenciál výskytu turbulence doslova přeložen z angl.. light, occasional, moderate a moderate + [40].

Tab. 5.14 Stupně intenzity námrazy [18]

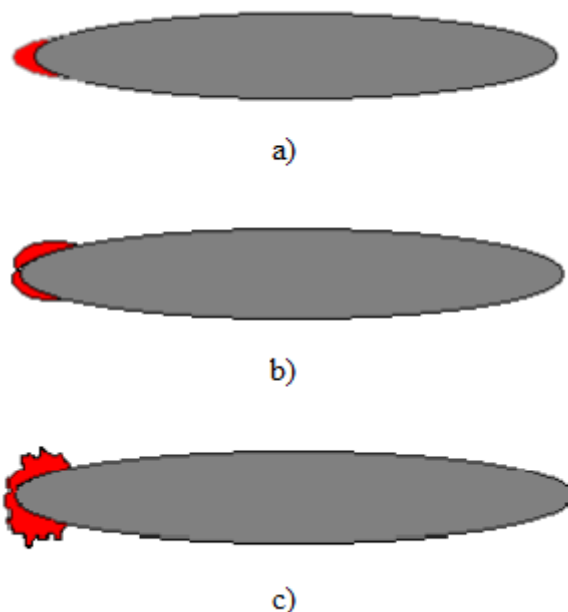
Intenzita námrazy	Tloušťka ledu za jednotku času
Slabá	< 0,6 mm/min
Mírná	0,6 – 1,0 mm/min
Silná	1,0 – 2,0 mm/min
Velmi silná	> 2,0 mm/min

V letectví se rozeznávají tři základní druhy námrazy:

- jinovatka neboli krystalická námraza – ledové krystalky, které se většinou na povrchu letadla udržují slabě,
- zrnitá námraza neboli zrnitý led – drsný, neprůhledný led, který vzniká okamžitým mrznutím malých přechlazených vodních kapek při jejich dopadu na povrch letadla,
- ledovka – hladký, průhledný led. Velké přechlazené vodní kapky se nejprve po povrchu letadla rozlévají a teprve poté mrznou, čímž vytvářejí kompaktní vrstvu ledu [18].

Podle tvaru, jaký námraza vytváří na náběžné hraně křídla, se rozlišuje (obr. 5.5):

- profilová námraza,
- žlábková námraza,
- beztvará (amorfní) námraza [18].



Obr. 5.5 Tvary námrazy: a) profilový, b) žlábkový, c) amorfní [9]

Za nejnebezpečnější formu námrazy se považuje námraza žlábková.

Předpověď námrazy vychází z aeorologických měření a liší se podle podmínek vzniku, tedy jestli se vytváří v kupovité nebo vrstevnaté oblačnosti. Důležitá je i předpověď intenzity námrazy, která vychází z předpovědi či numerického určení vodnosti oblaku. Při předpovědi

námrazy je třeba brát v úvahu rychlost letadla, protože při rychlostech vyšších než 500 km/hod se vytváří kinetický ohřev a intenzita námrazy klesá. Přes znalost fyzikálních podstaty tvorby námrazy patří námraza k nejobtížněji předpovídaným meteorologickým jevům. Oblasti se slabou až silnou námrazou jsou zakresleny do map význačného počasí a jsou předmětem informací SIGMET [28].

5.3.1 Vizualizace námrazy v SAE ARP 5740 a v aplikacích WIS a WSI PilotBrief Optima

Podle SAE ARP 5740 by námraza měla být zobrazena podle její intenzity za použití symbolů uvedených v tab. 5.15 [31].

Tab. 5.15 Zobrazení námrazy podle SAE ARP 5740 [31]

Intenzita námrazy	Symbol
Stopy námrazy	
Slabá	
Mírná	
Silná	

Aplikace WIS zobrazuje informace o námraze, stejně jako o turbulenci, prostřednictvím hlášení PIREP, informace SIGMET a předpovědi námrazy [15].

Symbole, použité pro vizualizaci námrazy v hlášení PIREP a informaci SIGMET, jsou pro stejnou intenzitu námrazy totožné (tab. 5.16).

Tab. 5.16 Zobrazení námrazy v hlášení PIREP a v informaci SIGMET v aplikaci WIS [15]

Intenzita námrazy	Symbol - PIREP	Symbol - SIGMET
Slabá		Nezobrazeno
Mírná		
Silná		

Barevně kódovaná předpověď námrazy zobrazuje oblasti se minimálně 70% potenciálem výskytu mírné až silné námrazy (tab. 5.17) [15].

Tab. 5.17 Barevné kódování předpovědi námrazy v aplikaci WIS [15]

Potenciál výskytu námrazy	Barva
Žádný	Nezobrazeno
Potenciál 70%	

Informace o námraze jsou v aplikaci WSI PilotBrief Optima poskytovány prostřednictvím hlášení PIREP, informace SIGMET/WSI SIGMET, WSI FPG a předpovědi námrazy [40].

Pro vizualizaci námrazy v hlášení PIREP byly použity různé a různě barevné symboly podle její intenzity (tab. 5.18).

Tab. 5.18 Zobrazení námrazy v hlášení PIREP v aplikaci WSI PilotBrief Optima [40]

Intenzita námrazy	Symbol
Slabá	
Mírná	
Silná	

V informacích SIGMET, WSI SIGMET a WSI FPG jsou oblasti s výskytem nebo očekávaným výskytem námrazy modře zabarvené (tab. 5.19) [40].

Tab. 5.19 Barevné kódování námrazy v informaci SIGMET/WSI SIGMET a WSI FPG v aplikaci WSI PilotBrief Optima [40]

Meteorologická informace	Barva
SIGMET	
WSI SIGMET/WSI FPG	

Oblasti s předpovídaným výskytem námrazy jsou barevně kódovány podle potenciálu výskytu námrazy (tab. 5.20) [40].

Tab. 5.20 Barevné kódování předpovědi námrazy v aplikaci WSI PilotBrief Optima [40]

Potenciál výskytu námrazy	Barva
Žádný	Nezobrazeno
Nízký	
Střední	
Vysoký	

5.4 Srovnání vizualizace nebezpečných meteorologických jevů v SAE ARP 5740 a v aplikacích WIS a WSI PilotBrief Optima

Podle SAE ARP 5740 by meteorologické informace měly být zobrazeny tak, aby jejich interpretace byla jednoduchá a jednoznačná, bez navýšení pracovní zátěže posádky letadla. Pro zobrazení meteorologických jevů by měly být použity symboly, čáry nebo různé vzory. Symboly použité pro zobrazení meteorologických jevů by měly být rozeznatelné pouze na základě jejich tvaru, bez dalších vodítek jako je barva či textové označení symbolu. Čáry a vzory by měly vymezovat oblasti výskytu meteorologických jevů. Pro označení meteorologického jevu může být použito barevné kódování, společně s dalším vizuálním kódováním, v tomto případě by barva měla indikovat intenzitu daného meteorologického jevu. Pokud jsou meteorologické jevy barevně kódovány, zvolené barvy by měly být v souladu s filozofií zobrazení rostoucího potenciálního bezpečnostního rizika, tj. pokud nehrozí žádné nebezpečí, měla by být použita zelená barva, pro indikaci mírného bezpečnostního rizika žlutá barva a pro zobrazení vážného bezpečnostního rizika červená barva [31]. Kromě výše zmíněných obecných doporučení, SAE ARP 5740 obsahuje doporučené symboly pro vizualizaci meteorologických jevů, z nichž symboly pro zobrazení bouřek, turbulence a námrazy jsou uvedené v kap. 5.1.1, 5.2.1 a 5.3.1.

Symboly, které aplikace WIS používá pro zobrazení bouřek v informaci SIGMET a výskytu blesků, jsou téměř shodné se symboly, které doporučuje SAE ARP 5740. Oblasti s výskytem blesků jsou navíc barevně kódovány modrou barvou, nicméně při dostatečném oddálení se zobrazení oblastí s výskytem blesků jeví jako jednolitá modrá plocha, bez použití jakéhokoliv symbolu, která může být zaměněna s barevným kódováním předpovědi námrazy.

Aplikace WSI PilotBrief Optima pro zobrazení bouřek v informacích SIGMET/WSI SIGMET, případně WSI FPG, nepoužívá doporučenou symboliku, nýbrž barevné kódování pomocí červené barvy. Pro vizualizaci výskytu blesků jsou v aplikaci WSI PilotBrief Optima použity rozličné symboly, které letové posádce poskytují poněkud zbytečnou informaci o druhu elektrického výboje.

Barevné kódování radarových snímků v aplikaci WIS vychází z již zmíněné filozofie použití barev pro znázornění potencionálního nebezpečí. V aplikaci WSI PilotBrief Optima je tato filozofie použita pouze u radarových snímků dešťových srážek, smíšené a sněhové srážky jsou barevně kódovány použitím odstínů červené a modré. Volba barevné škály použité pro

kódování radarových snímků je nevhodná, neboť některé barvy z této škály jsou použity i pro zobrazení bouřek, turbulence a námrazy v informacích SIGMET/ WSI SIGMET a WSI FPG²⁹.

Předpověď vertikálního rozsahu Cb oblačnosti je v obou aplikacích barevně kódována. Použití modré barvy pro předpověď vertikálního rozsahu Cb oblačnosti v aplikaci WSI PilotBrief Optima je opět nevhodné a může vést k záměně se zobrazením námrazy v informacích SIGMET/WSI SIGMET, WSI FPG nebo její předpovědi.

Symboly, použité v aplikaci WIS pro zobrazení turbulence a námrazy v hlášení PIREP a informací SIGMET, se od symbolů doporučených SAE ARP 5740 příliš neliší. V aplikaci WSI PilotBrief Optima jsou tytéž symboly použity pouze pro vizualizaci turbulence a námrazy v hlášení PIREP, s tím rozdílem, že jsou navíc barevně rozlišeny podle intenzity. Turbulence a námraza jsou zobrazeny v informacích SIGMET/ WSI SIGMET a WSI FPG jako barevně kódované oblasti. Předpovědi oblastí s potenciálem výskytu turbulence a námrazy jsou v obou aplikacích WIS i WSI PilotBrief Optima kódovány pomocí barev³⁰.

Symboly, které aplikace WIS a WSI PilotBrief Optima používají pro vizualizaci vybraných nebezpečných meteorologických jevů, jsou víceméně shodné se symboly doporučenými SAE ARP 5740. Zobrazení meteorologických jevů pomocí symbolů je jednoznačné a neposkytuje žádný prostor pro záměnu nebo nesprávnou interpretaci. Co se týče barevného kódování oblastí výskytu nebezpečných meteorologických jevů, z výše uvedeného srovnání je zřejmé, že zejména v aplikaci WSI PilotBrief Optima jsou různé meteorologické jevy kódovány pomocí stejné barvy, což může (bez použití legendy) vést k nesprávnému vyhodnocení zobrazované povětrnostní situace.

²⁹ Některé barvy z této škály jsou použity i pro barevné kódování předpovědi vertikálního rozsahu Cb oblačnosti, turbulence a námrazy, nicméně vzhledem k tomu, že vrstva radarových snímků nemůže být v aplikaci WSI PilotBrief Optima zobrazena současně s vrstvou předpovědi, nemůže dojít k záměně.

³⁰ Je vhodné zmínit, že zvolená škála odstínů magenty pro zobrazení předpovědi CAT v aplikaci WIS zřejmě vychází z barevného kódování turbulence na displeji palubního povětrnostního radaru. Pro vizualizaci předpovědi námrazy je kódování pomocí modré barvy logickou volbou.

ZÁVĚR

Dostatek aktuálních a jednoznačných meteorologických informací představuje jeden z faktorů, které ovlivňují vyhodnocování povětrnostní situace a strategické rozhodování o dalším postupu. V současné době posádky letadel provozovaných pro obchodní leteckou dopravu obvykle získávají meteorologické informace v rámci předletové přípravy; její rozsah je určen předpisem L3 Meteorologie. Nicméně, zásadním problémem takto získaných meteorologických informací je jejich omezená časová platnost. Navíc se počasí v závislosti na čase mění a zejména v případě letů na dlouhou vzdálenost snadno může nastat situace, kdy před letem získané meteorologické informace – třeba i stále časově platné – již danou povětrnostní situaci nevystihují. Proto je nutné meteorologické informace během letu aktualizovat a doplňovat.

Po mnoho let byly posádky letadel schopné aktuální meteorologické informace během letu přijímat pouze prostřednictvím rozhlasového vysílání nebo v textové formě pomocí datových spojů, případně je doplnit o informace graficky zobrazené na displeji palubního povětrnostního radaru. Díky technickému pokroku se však nyní naskýtají i jiné, alternativní možnosti. Mezi ně patří komerční produkty WIS od společnosti Honeywell a WSI PilotBrief Optima od společnosti The Weather Company, které využívají elektronické prezentace na 2D zobrazovacích zařízeních. Tyto aplikace poskytují rozšířené meteorologické informace s globálním pokrytím i během letu a doplňují tak meteorologické informace získané před letem.

Cílem aplikací WIS a WSI PilotBrief Optima je především usnadnit posádce letadla strategické rozhodování o dalším průběhu letu. Pro splnění tohoto cíle je však nutné, aby aplikace byla přehledná, na ovládání jednoduchá a nabízela dostatečné množství meteorologických informací, jejichž zobrazení je na první pohled jednoznačné. Proto bylo v této diplomové práci provedeno srovnání obou aplikací, a to z hlediska ovládání, nabízených meteorologických produktů a způsobu, jakým zobrazují vybrané nebezpečné meteorologické jevy, tj. bouřky, turbulenci a námrazu. Na základě srovnání, uvedeného v kap. 4.3 a 5.4, lze říci, že aplikace WIS od společnosti Honeywell je pro použití jako doplňkového zdroje meteorologických informací vhodnější.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ACARS	Aircraft Communications Addressing and Reporting System	letecký komunikační systém
ADS-B	Automatic Dependent Surveillance Broadcast	automatické závislé přehledové vysílání
AFEPS	Arinc Front End Processor System	centrální procesor poskytovatele komunikačního řetězce ACARS
AIREP	Air Report	hlášení z letadla
AIRMET	Airmen's Meteorological Information	informace o meteorologických jevech na trati, které mohou ovlivnit bezpečnost letů v nízkých hladinách
ARP	Aerospace Recommended Practice	doporučení v oblasti letectví
ASRS	Aviation Safety Reporting System	systém pro hlášení leteckých událostí
ATC	Air Traffic Control	řízení letového provozu
ATIS	Automatic Terminal Information Service	automatická informační služba v koncové řízené oblasti
ATS	Air Traffic Services	letové provozní služby
AWR	Airborne Weather Radar	palubní povětrnostní radar
BECMG	Becoming	indikátor nadcházející změny
BKN	Broken (amount of clouds)	oblačno až skoro zataženo (množství oblačnosti)
BUFR	Binary Universal Form for the Representation of Meteorological Data	binární kód
°C	Degrees Celsius	stupně Celsia
CAPE	Convective Available Potential Energy	index pro předpověď bouřek
CAT	Clear Air Turbulence	turbulence v bezoblačném prostoru
CAVOK	Visibility, cloud and present weather better than prescribed values or conditions	dohlednost, oblačnost a současné počasí lepší než předepsané hodnoty nebo podmínky
Cb	Cumulonimbus	kumulonimbus, bouřková kupa, bouřkový oblak
cm	Centimeter	centimetr
CU	Control Unit	kontrolní jednotka
D-ATIS	Digital Automatic Terminal Information service	automatická informační služba v koncové řízené oblasti, přenášena pomocí datového spoje
DECIDE	-	obecný model procesu rozhodování pilota

DODAR	-	obecný model procesu rozhodování pilota
D-VOLMET	Digital meteorological information for aircraft in flight	meteorologická informace pro letadlo za letu, přenášena pomocí datového spoje
ECCAIRS	European Coordination Centre for Accident and Incident Reporting System	mezinárodní databáze ohlášených událostí
EFB	Electronic Flight Bag	elektronický pilotní kufřík
EGGW	-	ICAO kód pro letiště London Luton
ESS	Arinc Electronic Switching System	formátovací systém poskytovatele komunikačního řetězce ACARS
FAA	Federal Aviation Administration	americký úřad pro civilní letectví
FASID	Facilities and Services Implementation Document	dokument vydaný ICAO
FEW	Few (amount of clouds)	skoro jasno (množství oblačnosti)
FIS-B	Flight Information Service – Broadcast	vysílání letové informační služby
FL	Flight Level	letová hladina
FMS	Flight Management System	systém řízení letu
FPG	Flight Plan Guidance	-
FPLN	Flight Plan	letový plán
ft	Foot	stopa
g	Gravitational acceleration	gravitační zrychlení
GAMET	General Aviation Meteorological Information	oblastní předpověď pro lety v nízkých hladinách
GML	Geography Markup Language	geografický značkovací jazyk
GRIB	Gridded Binary	binární kód
hod	Hour	hodina
ICAO	International Civil Aviation Organization	Mezinárodní organizace pro civilní letectví
IFR	Instrument Flight Rules	pravidla pro let podle přístrojů
ILS	Instrument Landing System	systém pro přesné přiblížení a přistání
INS	Inertial Navigation System	inerciální navigační systém
IRS	Inertial Reference System	inerciální referenční systém
km	Kilometer	kilometr
km ²	Kilometer squared	kilometr čtvereční
km/hod	Kilometres per hour	kilometry za hodinu
kt	Knot	uzel
KV	High frequency	krátké vlny
LKTB	-	ICAO kód pro letiště Brno-Tuřany
m	Meter	metr

METAR	Meteorological Aviation Report/ Aerodrome routine meteorological report	pravidelná letecká (letištní) meteorologická zpráva
MHz	Megahertz	megahertz
mm	Milimeter	milimetr
mm/hod	Milimetres per hour	milimetry za hodinu
mm/min	Milimetres per minute	milimetry za minutu
m/s	Metres per second	metry za sekundu
MU	Management Unit	řídící jednotka
NCD	No Clouds Detected	žádná detekovaná oblačnost
NM	Nautical mile	námořní míle
NOTAM	Notice to Airmen	oznámení rozšiřované telekomunikačními prostředky
NOSIG	No Significant Change	bez význačné změny
NSC	No Significant Clouds	bez význačné oblačnosti
NSW	No Significant Weather	bez význačného počasí
NTSB	National Transportation Safety Board	americký úřad pro vyšetřování příčin leteckých nehod
NWS	National Weather Service	národní meteorologická služba
OPMET	Operational Meteorological Data	operativní meteorologická data
OVC	Overcast (amount of clouds)	zataženo (množství oblačnosti)
PIREP	Pilot Report	mimořádné hlášení z letadla
PNG	Portable Network Graphics	přenosná síťová grafika
PROB	Probability	indikátor pravděpodobnosti
QICP	Qualified Internet Communication Provider	schválený poskytovatel informací na internetu
QNH	-	Q-kód pro tlak vzduchu přepočtený na hladinu moře
RAISE	-	obecný model procesu rozhodování pilota
RVR	Runway Visual Range	dráhová dohlednost
SAFE	-	obecný model procesu rozhodování pilota
SATCOM	Satellite Communications	satelitní komunikační systém
SCT	Scattered (amount of clouds)	polojasno (množství oblačnosti)
SIGMET	Significant Meteorological Information	informace o meteorologických jevech na trati, které mohou ohrozit bezpečnost letového provozu
SIGWX	Significant Weather	význačné počasí
SKV	Super high frequency	super krátké vlny
SPECI	Aerodrome special meteorological report	zvláštní letištní meteorologická zpráva
SVD	-	směrový vyzařovací diagram

SYNOP	-	zpráva o přízemních meteorologických pozorování z pozemní stanice
TAF	Terminal Aerodrome Forecast	letištní předpověď
TCAC	Tropical Cyclone Advisory Centre	poradenské centrum pro tropické cyklóny
TCU	Towering cumulus	věžovitý kumulus, kumulus congestus
TEMPO	Temporary	indikátor dočasné změny
TREND	Landing Forecast	přistávací předpověď
UTC	Universal Time Coordinated	světový koordinovaný čas
VAAC	Volcanic Ash Advisory Centre	poradenské centrum pro vulkanický popel
VFR	Visual Flight Rules	pravidla pro let za viditelnosti
VKV	Very high frequency	velmi krátké vlny
VMC	Visual Meteorological Conditions	meteorologické podmínky pro let za viditelnosti
VFR	Visual Flight Rules	pravidla pro let za viditelnosti
VOLMET	Meteorological information for aircraft in flight	meteorologická informace pro letadlo za letu
VOR	Very high frequency Omni-directional Radio range	všesměrový vysokofrekvenční maják
WAFC	World Area Forecast Center	světové oblastní předpovědní centrum
WAFS	World Area Forecast System	světový oblastní předpovědní systém
WEA	Weather	režim činnosti AWR
Wi-fi	Wireless fidelity	bezdrátové připojení
WIS	Weather Information Service	-
WMO	World Meteorological Organization	Světová meteorologická organizace
WSI	Weather Service International	-
WST	Wind Shear Turbulence	turbulence v bezoblačném prostoru
Wx	Weather	počasí
XML	Extensible Markup Language	rozšiřitelný značkovací jazyk

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ACARS [online]. 2002 [cit. 2016-01-31]. Dostupné z: <http://acars.sweb.cz>
- [2] ACARS - Aircraft Communications Addressing and Reporting System [online]. In: . [cit. 2016-01-31]. Dostupné z: <https://measure.feld.cvut.cz/groups/lis/download/prednasky/EPS1/ACARS.pdf>
- [3] AIP: GEN 3.5 Meteorologické služby [online]. 2012 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z: http://lis.rlp.cz/ais_data/www_main_control/frm_cz_aip.htm
- [4] Automatic Dependent Surveillance-Broadcast (ADS-B). Federal Aviation Administration [online]. 2016 [cit. 2016-05-26]. Dostupné z: <https://www.faa.gov/nextgen/programs/adsb/>
- [5] BURIAN, Barbara K., Judith ORASANU a Jim HITT. Weather-related Decision Errors: Differences across Flight Types [online]. [cit. 2016-05-26].
- [6] Current Status of Aircraft-based Observations and Plans for Expansion of the AMDAR Programme[online]. In: . Montreal, 2014 [cit. 2016-05-26]. Dostupné z: <http://www.icao.int/Meetings/METDIV14/Information%20Papers/IP.21-INF.21.pdf>
- [7] Decision Making Models in Aviation. Flight [online]. [cit. 2016-05-26]. Dostupné z: <http://www.flight.org/decision-making-models-in-aviation>
- [8] Delta Air Lines, Inc., Lockheed L-1011-385-1, N726DA. National Transportation Safety Board [online]. [cit. 2016-05-26]. Dostupné z: <http://www.ntsb.gov/investigations/AccidentReports/Pages/AAR8605.aspx>
- [9] DRŠKA, Martin. Námraza jako nebezpečný jev v letectví [online]. Brno, 2013 [cit. 2016-05-26]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=65311. Bakalářská práce. Vedoucí práce RNDr. Karel Krška, CSc.
- [10] DVOŘÁK, P. Letecká meteorologie: učebnice meteorologie pro piloty kvalifikace UL, GLD, PPL, CPL, ATPL a všechny ostatní, kteří potřebují odborné znalosti letecké meteorologie. Cheb: Svět křidel, 2010, 481 s. ISBN 978-80-86808-85-7.
- [11] ECCAIRS - European Co-ordination Centre for Accident and Incident Reporting Systems [online]. 2016 [cit. 2016-05-26]. Dostupné z: <http://eccairsportal.jrc.ec.europa.eu/index.php?id=2>
- [12] EDITED BY EDUARDO SALAS, Gary Klein. Linking expertise and naturalistic decision making [online]. Boca Raton: Taylor, 2011 [cit. 2016-05-26]. ISBN 978-113-5659-912.

- [13] Flight Safety [online]. [cit. 2016-01-31]. Dostupné z: <https://elearning.flightsafety.com>
- [14] HOLUB, Jindřich. Meteorologické kódy. Brno: Univerzita obrany, 2007. ISBN 978-80-7231-299-3.
- [15] Honeywell International Inc. Weather Information Service [software]. Dostupné z: <https://itunes.apple.com/us/app/weather-information-service/id966269556?mt=8> Verze 1.2.2.
- [16] Chytré létání. Chytré létání [online]. Vyd. 1. Praha: Galileo CEE Service ČR, 2010 [cit. 2016-01-31]. ISBN 978-80-254-7065-7. Dostupné z: <http://www.chytreletani.cz>
- [17] Investigation Report. In: Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung [online]. 2010 [cit. 2016-01-31]. Dostupné z: http://www.bfu-web.de/EN/Publications/Investigation%20Report/2002/Report_02_AX002_Saab_2000_Werneuchen.html
- [18] KRÁČMAR, Jan. Meteorologie (050 00). Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006. Učební texty pro teoretickou přípravu dopravních pilotů dle předpisu JAR-FCL 1. ISBN 80-720-4447-8.
- [19] LACSON, Frank C. a Poornima MADHAVAN. Psychological factors affecting pilots' decisions to navigate in deteriorating weather. North American Journal of Psychology [online]. 2006 [cit. 2016-01-31]. ISSN 1527-7143. Dostupné z: <http://www.freepatentsonline.com/article/North-American-Journal-Psychology/159922636.html>
- [20] Letecká informační služba [online]. 2016 [cit. 2016-05-26]. Dostupné z: <http://lis.rlp.cz/?lang=cz&p=fic-praha>
- [21] Letecký předpis L3 Meteorologie. In: Ministerstvo dopravy České republiky, 2013. Dostupné z: <http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>
- [22] Letecký předpis L11 Letové provozní služby. In: Ministerstvo dopravy České republiky, 2014. Dostupné z: <http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>
- [23] Letecký předpis L14 Provoz letadel – letové postupy. In: Ministerstvo dopravy České republiky, 2013. Dostupné z: <http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>
- [24] LKTB - Brno Tuřany. VACC Czech Republic [online]. 2016 [cit. 2016-05-26]. Dostupné z: <http://www.vacc-cz.org/airports/lktb>

- [25] Manual of aeronautical meteorological practice [online]. 9th ed. Montréal: ICAO, 2011 [cit. 2016-01-31]. ISBN 978-929-2318-284. Dostupné z: <http://skybrary.aero/bookshelf/books/2506.pdf>
- [26] Meteorologický slovník výkladový a terminologický (eMS) [online]. Česká meteorologická společnost (ČMeS) [cit. 2016-05-26]. Dostupné z: <http://slovník.cmes.cz>
- [27] MONICA MARTINUSSEN, David R. Hunter. Aviation psychology and human factors [online]. Boca Raton: CRC Press/Taylor, 2010 [cit. 2016-05-26]. ISBN 978-143-9808-443.
- [28] NEDELKA, M. Prehľad leteckej meteorológie. 1. vyd. Bratislava: ALFA, 1984, 222 s.
- [29] OPMET data - vysvětlivky [online]. [cit. 2016-05-26]. Dostupné z: http://meteo.rlp.cz/met_help_cz.html
- [30] ŘEZÁČOVÁ, Daniela. Fyzika oblaků a srážek. Praha: Academia, 2007. Gerstner. ISBN 978-80-200-1505-1.
- [31] SAE ARP 5740: Cockpit Display of Data Linked Weather Information. SAE International, 2015, 44 s.
- [32] Sirius XM Satellite Radio [online]. 2016 [cit. 2016-05-26]. Dostupné z: <http://www.siriusxm.com>
- [33] SOBÍŠEK, B. a kol. Meteorologický slovník výkladový a terminologický. 1. vyd. Praha: Ministerstvo životního prostředí ČR, 1993, 594 s.
- [34] SVOBODA, Pavel a Radek KLETEČKA. Zajímavý koníček - příjem digitální letecké komunikace. In: Aeroweb [online]. 2008 [cit. 2016-01-31]. Dostupné z: <http://www.aeroweb.cz/clanky/1077->
- [35] Swiss International Airlines Flight 850. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2016-01-31]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Swiss_International_Airlines_Flight_850
- [36] ŠOPKO, F. Nástroje ČHMÚ pro předpovědi silné konvekce a vydávání výstrah. Meteorologické Zprávy, roč. 69, 2016, č. 2, s. 54 – 59.
- [37] Ústav pro odborné zjišťování příčin leteckých nehod [online]. [cit. 2016-05-26]. Dostupné z: <http://www.uzpln.cz/cs/aktuality>
- [38] VOSECKÝ, S. Radionavigace (062 00 00 00): učební texty pro teoretickou přípravu dopravních pilotů dle předpisu JAR-FCL 1. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2011, 244 s. ISBN 978-80-7204-764-2.

- [39] Weather Information Service [online]. Honeywell International Inc., 2015 [cit. 2016-05-26]. Dostupné z: <https://aerospace.honeywell.com/en/services/aerospace-services/weather-information-service>
- [40] WSI Corporation. WSI PilotBrief Optima [software]. Dostupné z: <https://itunes.apple.com/us/app/wsi-pilotbrief-optima-enterprise/id442967560?mt=8> Verze 2.10.3.
- [41] ZVEREV, A.S. Synoptická meteorológia. Bratislava: Alfa, 1986, 712 s.

PŘÍLOHY

Příloha 1 Meteorologická předletová příprava pro let IFR po trati LKTB – EGGW
A. Předpověď pro vzlet z letiště LKTB; předpovědi TAF

FLIGHT DOCUMENTATION

Processed at PRAHA/RUZYNE Airport

XXX-EGGW Praha - United Kingdom/London FIR

Wed Feb 17 09:17:05 2016

AAAATD AMIS 170843

FORECAST FOR TAKE-OFF FOR BRNO/TURANY AIRPORT

=====

DATE/TIME WIND TEMPERATURE QNH

=====

170900 06016G26 02 1024

171000 07018G28 02 1023

171100 06020G30 03 1023

171200 07020G30 03 1022

=====

FORECASTER:LKTB

+++TAF FT/FC+++

170500 AAA LKPR Praha/Ruz. 170900Z 1709/1812 08012KT 3000 -SN BR BKN015

TEMPO 1709/1712 09014G24KT 1300 SN BKN007

PROB30 TEMPO 1709/1711 0500 +SN BKN003 BECMG

1718/1720 20008KT 9999 BKN025=

170500 AAA LKKB Praha/Kbe. 170515Z 1706/1806 08010KT 9999 BKN022 TEMPO

1706/1710 09014KT 4000 SN SCT010 BKN015 TEMPO

1710/1718 09014G24KT 6000 RASN SCT008 BKN012

BECMG 1719/1721 17006KT=

170500 ... LKTB Brno 170500Z 1706/1812 05012KT 9999 OVC025 TEMPO

1706/1710 06014G26KT TEMPO 1706/1709 4000

RASN BKN011 PROB30 TEMPO 1706/1709 2000 SN

BKN006 TEMPO 1709/1715 RA BKN011=

170500 ... LKMT Ostrava 170500Z 1706/1812 04012KT 9999 BKN020 TEMPO

1706/1812 4000 RA BR BKN011 PROB30 TEMPO

1706/1806 BKN006 TEMPO 1706/1712 04012G24KT

BECMG 1718/1720 20014KT TEMPO 1720/1806

20016G28KT=

170500 ... LKKV Karl. Vary 170500Z 1706/1812 08010KT 9999 BKN011 TEMPO

1706/1724 3000 SN BKN006 PROB30 TEMPO

1708/1714 1200 SN BR BKN003 BECMG 1718/1720

VRB02KT=

170500 ... EDDF Frankfurt 170500Z 1706/1812 03008KT 9999 BKN030 TEMPO

1706/1712 SCT030 PROB30 TEMPO 1712/1806 -SN

BECMG 1714/1718 VRB03KT PROB30 TEMPO

1803/1809 4000 BR BKN008 BECMG 1804/1808

20005KT=

170500 ... ELLX Luxembourg 170500Z 1706/1812 05010KT CAVOK TEMPO

1706/1712 9999 SCT030 BECMG 1718/1721 19005KT

9999 BKN030 PROB40 TEMPO 1718/1808 6000 -SN

SCT005 BKN020 TEMPO 1808/1812 7000 -RASN

SCT010 BKN020=

170500 ... EBBR Brussels 170520Z 1706/1812 13003KT 9999 FEW020 PROB30

TEMPO 1706/1708 4000 MIFG =

170500 ... EBOS Oostende 170520Z 1706/1812 16006KT 8000 NSC PROB40

TEMPO 1706/1708 2000 MIFG BECMG 1806/1808

2000 -SN BKN003 PROB40 TEMPO 1808/1812 0800

-SN =

170500 ... EHAM Amsterdam 170521Z 1706/1812 15007KT CAVOK PROB30

1802/1809 5000 BR BECMG 1809/1812 18010KT=

170500 ... EHRD Rotterdam 170521Z 1706/1812 15007KT CAVOK PROB30

1802/1809 3500 BR BECMG 1809/1812 18010KT=

170500 ... LFPO Paris/Orly 170500Z 1706/1812 VRB03KT CAVOK PROB30 TEMPO

1707/1710 3000 BR BKN012 BECMG 1710/1713

18004KT BECMG 1805/1808 20008KT SCT008 BKN017

PROB30 TEMPO 1808/1812 3000 -SN BKN008=

170800 ... LFRC Cherbourg 170800Z 1709/1718 17010KT CAVOK TEMPO

1712/1718 19015G25KT BECMG 1715/1718 5000 RA

BKN018=

170500 ... LFQQ Lille/Les. 170500Z 1706/1812 11003KT CAVOK BECMG

1800/1803 OVC013 BECMG 1805/1807 1500 SN

OVC003 FM180900 30008KT 9999 BKN025=

170800 ... EGJJ Jersey 170758Z 1709/1718 17018KT 9999 BKN030 BECMG

1713/1715 7000 -RA BKN015=

170500 ... EIDW Dublin 170500Z 1706/1806 31008KT 9999 SCT018 BKN025

B. Předpovědi TAF – pokračování

		BECMG 1706/1708 26007KT TEMPO 1706/1708 4000 BR BKN005 PROB30 TEMPO 1706/1708 0800 FG BKN001 PROB30 TEMPO 1706/1707 -RASN PROB30 TEMPO 1708/1710 4000 BR BKN005 BECMG 1709/1712 29012KT BECMG 1715/1718 28007KT BECMG 1718/1721 24005KT PROB30 TEMPO 1804/1806 3000 BR SCT003= 170906Z 1709/1806 23007KT 7000 BKN001 BECMG 1709/1712 9999 FEW012 SCT025 PROB30 1709/1711 1200 BR PROB30 TEMPO 1712/1718 6000 SHRA SHRASN PROB40 1800/1806 1200 BR BKN003= 170807Z 1708/1806 VRB05KT 8000 -RA BKN010 BECMG 1708/1711 9999 NSW SCT010 TEMPO 1708/1710 4000 RADZ BKN006 PROB30 TEMPO 1710/1713 7000 SHRA= 170754Z 1707/1806 23006KT 3000 -SNRA SCT008 BKN030 TEMPO 1707/1709 1200 SNRA BKN008 PROB30 TEMPO 1707/1709 +SNRA BKN004 BECMG 1709/1712 9999 NSW PROB30 TEMPO 1709/1714 BKN009= Not Available
170500	AAI EGAA Belfast	170502Z 1706/1806 19015KT 9999 FEW030 TEMPO 1706/1715 8000 RA BKN012 PROB40 TEMPO 1706/1711 21018G28KT PROB30 TEMPO 1706/1715 3000 RADZ BKN006 BECMG 1711/1714 21005KT= 170810Z 1709/1718 17015KT 9999 -RA SCT015 BKN030 TEMPO 1709/1716 4000 RA BKN008 PROB40 TEMPO 1709/1715 21018G28KT BECMG 1715/1718 29010KT= ++ London FIR (in alphabetical order) ++
170500	AAH EGPF Glasgow	170824Z 1708/1806 17010KT 9999 SCT025 BECMG 1708/1711 BKN012 TEMPO 1708/1724 7000 RA BKN009 PROB30 TEMPO 1708/1716 18015G25KT BECMG 1716/1719 34008KT PROB30 TEMPO 1721/1724 3000 RASN BKN003 BECMG 1722/1801 FEW030= 170755Z 1709/1718 18010KT 9999 BKN020 TEMPO 1709/1718 7000 RA BKN012 PROB30 TEMPO 1709/1718 18015G25KT BKN008= 170755Z 1709/1718 18010KT 9999 SCT020 TEMPO 1709/1718 7000 RA BKN012 PROB30 TEMPO 1709/1718 BKN008 BECMG 1715/1718 34007KT= 170502Z 1706/1812 17015KT 9999 SCT045 TEMPO 1706/1721 8000 RA BKN014 PROB40 TEMPO 1706/1711 20018G28KT PROB30 TEMPO 1706/1719 3000 RADZ BKN009 BECMG 1711/1714 21005KT= NIL= 170502Z 1706/1806 17015KT 9999 FEW045 TEMPO 1706/1806 8000 RA BKN014 PROB30 TEMPO 1706/1712 17018G28KT PROB30 TEMPO 1708/1718 3000 RADZ BKN006 BECMG 1712/1715 18005KT PROB30 TEMPO 1718/1806 1200 RASN BKN006= Not Available
170800	EGNV Tees-Side	Not Available
170500	AAG EGPB Edinburgh	170802Z 1709/1718 25008KT 9999 SCT012 BKN045 TEMPO 1709/1713 BKN012 PROB30 TEMPO 1709/1713 6000 SHRA= 170602Z 1706/1806 17010KT 9999 BKN020 BECMG 1706/1709 BKN012 TEMPO 1706/1719 7000 RA BKN008 PROB40 TEMPO 1706/1719 4000 RADZ PROB30 TEMPO 1706/1712 18015G25KT BECMG 1712/1715 30008KT BECMG 1718/1721 SCT025 PROB30 TEMPO 1803/1806 8000 SHRA= 170459Z 1706/1806 17012KT 9999 BKN015 BECMG 1706/1709 8000 -RA BKN008 TEMPO 1706/1719 4000 RA BKN004 PROB30 TEMPO 1706/1715 18015G25KT BECMG 1715/1718 33008KT PROB30 TEMPO 1719/1722 1200 RASN BKN002 BECMG 1720/1723 9999 NSW SCT020= 170502Z 1706/1806 16015KT 9999 FEW045 TEMPO 1706/1718 8000 RA BKN014 PROB40 TEMPO 1706/1711 17018G28KT PROB30 TEMPO 1706/1716 3000 RADZ BKN009 BECMG 1708/1711 22005KT= 170500Z 1706/1806 17008KT 9999 SCT030 TEMPO
170500	EGNC Carlisle	
170500	EGNT Newcastle	
170800	EGBB Birmingham	
170800	EGBE Coventry	
170800	EGBJ Gloucester	
170500	EGCC Manchester	
170759	EGCN Doncast.Sh	
170500	EGCN Doncast.Sh	
170800	EGDG St.Mawgan	
170800	EGDL Lyneham	
170800	EGEC Campbelto.	
170500	EGFF Cardiff	
170500	EGGD Bristol	
170500	EGGP Liverpool	
170500	EGGW Luton	

C. Předpovědi TAF – pokračování

			1712/1715 7000 -RA BKN012 BECMG 1715/1718 7000 -RA BKN008 TEMPO 1718/1806 2000 RASN BKN003 PROB30 TEMPO 1803/1806 0800 SN BKN001=
/////	...	EGHD Plymouth	Not Available
170800	...	EGHE Scilly Is.	170755Z 1709/1717 33018KT 7000 RA BKN008 BECMG 1709/1712 9999 NSW SCT020 PROB40 TEMPO 1712/1717 7000 SHRA BKN014=
170800	...	EGHH Bournemouth	170755Z 1709/1718 19012KT 9999 SCT020 BECMG 1709/1712 9000 -RA BKN010 PROB40 TEMPO 1709/1718 18015G25KT TEMPO 1710/1715 4000 RA BKN007=
170800	...	EGHI Southampton	170755Z 1709/1718 17008KT 9999 -RA SCT030 TEMPO 1709/1712 7000 RA BKN014 BECMG 1712/1715 7000 BKN012 TEMPO 1715/1718 4000 RA BKN008=
170800	...	EGKA Shoreham	170755Z 1709/1718 19014KT 9999 SCT030 BECMG 1715/1718 7000 -RA BKN012=
170800	...	EGKB BigginHill	170755Z 1709/1718 17007KT 9999 SCT030 BECMG 1715/1718 7000 -RA BKN010=
170500	...	EGKK London/Gat	170457Z 1706/1812 17005KT 9999 SCT030 TEMPO 1712/1715 8000 -RA BKN014 BECMG 1715/1718 7000 -RA BKN010 TEMPO 1716/1810 4000 RA BKN007 BECMG 1803/1806 33010KT PROB30 TEMPO 1803/1810 1200 RASN BKN004 BECMG 1810/1812 9999 NSW SCT025=
170800	...	EGLC LondonCity	170755Z 1709/1718 16006KT 9999 SCT030 BECMG 1715/1718 7000 -RA BKN014=
170800	...	EGLF Farnborough	170755Z 1709/1718 17008KT 9999 SCT030 TEMPO 1710/1713 7000 -RA BKN014 BECMG 1713/1715 7000 -RA BKN012 TEMPO 1715/1718 4000 RA BKN008=
170500	...	EGLL London/Hea	170502Z 1706/1812 18010KT 9999 SCT028 TEMPO 1712/1715 8000 -RA BKN014 BECMG 1715/1718 6000 -RA SCT008 BKN011 TEMPO 1718/1808 4000 RA BKN006 PROB30 TEMPO 1803/1809 VRB03KT 1400 RASN BKN004 BECMG 1807/1810 35010KT 9999 NSW SCT030=
170800	...	EGMC Southend	170755Z 1709/1718 17009KT 9999 SCT030 TEMPO 1716/1718 7000 -RA BKN014=
170800	...	EGMD Lydd	170755Z 1709/1718 19012KT 9999 SCT030=
/////	...	EGMH Manston	Not Available
170800	...	EGNH Blackpool	170810Z 1709/1718 16015KT 9999 -RA FEW015 BKN030 BECMG 1709/1712 32012KT TEMPO 1709/1715 7000 RA BKN008 PROB40 TEMPO 1709/1712 16018G28KT=
170800	...	EGNJ Humberside	170810Z 1709/1718 17015KT 9999 -RA SCT045 TEMPO 1709/1716 7000 RA BKN008 PROB40 TEMPO 1709/1712 21018G28KT PROB30 TEMPO 1717/1718 3000 RASN BKN006=
170759	...	EGNM Leeds-Brad	NIL=
170500	AAA	EGNM Leeds-Brad	170602Z 1706/1806 18009KT 9999 SCT020 TEMPO 1706/1802 8000 RA BKN014 PROB30 TEMPO 1706/1712 21015G25KT PROB30 TEMPO 1711/1802 1200 RASN BKN006=
170800	...	EGNR Hawarden	170810Z 1709/1718 16012KT 9999 -RA FEW018 SCT040 BECMG 1709/1712 32008KT TEMPO 1709/1715 7000 RA BKN014 PROB30 TEMPO 1709/1711 21018G28KT=
170800	RRA	EGNS Is.of Man	170800Z 1709/1718 29008KT 9999 SCT025=
170500	AAB	EGNX E.Midlands	170824Z 1709/1806 18012KT 9999 SCT025 BECMG 1709/1712 BKN012 TEMPO 1709/1724 7000 RA BKN009 PROB30 TEMPO 1709/1716 18016G26KT BECMG 1716/1719 VRB03KT PROB40 TEMPO 1719/1724 3000 RASN BKN003 BECMG 1722/1801 33010KT FEW030=
170800	...	EGSC Cambridge	170755Z 1709/1718 18010KT 9999 SCT030 TEMPO 1712/1715 7000 -RA BKN014 BECMG 1715/1718 7000 -RA BKN014 PROB40 TEMPO 1715/1718 4000 RA BKN008=
170800	...	EGSH Norwich	170755Z 1709/1718 18009KT 9999 SCT030 TEMPO 1716/1718 7000 -RA BKN014=
170500	...	EGSS London/Sta	170500Z 1706/1812 18009KT 9999 SCT030 TEMPO 1714/1717 7000 -RA BKN014 BECMG 1717/1720 7000 -RA BKN009 TEMPO 1717/1809 2000 RASN

D. Předpovědi TAF – pokračování; zprávy METAR a SPECI

170800 ... EGTG Cranfield	BKN004 PROB30 TEMPO 1803/1809 0800 SN BKN001 BECMG 1806/1809 33010KT BECMG 1809/1812 9999 NSW FEW025= 170755Z 1709/1718 17010KT 9999 SCT030 TEMPO 1709/1712 7000 -RA BKN014 BECMG 1712/1715 7000 -RA BKN012 TEMPO 1715/1718 4000 RA BKN008=
170800 ... EGTE Exeter	170755Z 1709/1718 18012KT 9999 BKN016 TEMPO 1709/1718 7000 RA BKN012 PROB40 TEMPO 1709/1718 BKN008 PROB30 TEMPO 1709/1712 19015G25KT BECMG 1712/1715 34012KT=
///// ... EGTG Bristol/F.	Not Available
///// ... EGUL Lakenheath	Not Available
///// ... EGUN Mildenhall	Not Available
170800 AAA EGVN Bri.Norton	170859Z 1709/1809 17009KT 9999 BKN025 BECMG 1709/1712 7000 -RA BKN010 PROB40 TEMPO 1710/1718 4000 RA PROB30 TEMPO 1718/1805 3000 RASN SCT006 BECMG 1805/1807 9999 NSW SCT025= 170714Z 1709/1803 17010KT 9999 FEW030 BECMG 1714/1717 -RA OVC020 BECMG 1716/1719 OVC010 TEMPO 1716/1803 5000 RADZ PROB40 TEMPO 1716/1803 3000 +RADZ=
+++METAR+++	
170915 SPE LKPR Praha/Ruz.	170915Z 08014KT 0550 R06/0750D R30/0700D SN VV003 M01/M02 Q1023 R24/690194 R30/590393 RMK REG QNH 1015=
170911 SPE LKPR Praha/Ruz.	170911Z 08014KT 0600 R06/0750D R30/0700D SN VV003 M01/M02 Q1023 R24/29//95 R30/590195 RMK REG QNH 1015=
170908 SPE LKPR Praha/Ruz.	170908Z 08013KT 0600 R06/1000D R30/0800D SN VV004 M01/M02 Q1023 R24/29//95 R30/590195 RMK REG QNH 1015=
170904 SPE LKPR Praha/Ruz.	170904Z 08013KT 1000 R06/1200N R30/1000D SN VV004 M01/M02 Q1023 R24/29//95 R30/590195 RMK REG QNH 1015=
170900 ... LKPR Praha/Ruz.	170900Z 08013KT 1400 R06/1600N R30/P2000U SN BKN004 OVC025 M01/M02 Q1023 R24/29//95 R30/590195 NOSIG RMK REG QNH 1015=
170911 SPE LKKB Praha/Kbe.	170911Z 07009KT 040V110 0700 R24/0700V2000N SN FZFG BKN002 OVC004 M02/M02 Q1024 RMK RED =
170900 COR LKKB Praha/Kbe.	170900Z 07008KT 040V110 1000 R24/1000V1600N -SN BR BKN003 OVC005 M02/M02 Q1024 NOSIG RMK AMB AMB=
170900 CCA LKTB Brno	170900Z 07012KT 7000 -SN OVC041 02/M01 Q1024 TEMPO 06018G28KT RASN RMK REG QNH 1015=
170900 ... LKMT Ostrava	170900Z 04009KT 6000 NSC 02/M01 Q1027 NOSIG RMK REG QNH 1015=
170913 SPE LKKV Karl. Vary	170913Z 08011KT 2500 -SN BR BKN013 BKN023 M03/M05 Q1020 R29/490295 RMK REG QNH 1015=
170900 ... LKKV Karl. Vary	170900Z 08013KT 8000 -SN SCT015 BKN026 M03/M05 Q1021 R29/490295 RMK REG QNH 1015=
170850 ... EDDF Frankfurt	170850Z 03007KT 9999 FEW041 02/M03 Q1023 NOSIG=
170850 ... ELLX Luxembourg	170850Z 05008KT 9000 SCT032 M02/M04 Q1021 NOSIG=
170850 ... EBBR Brussels	170850Z 14006KT 8000 NSC M02/M04 Q1023 NOSIG=
170850 ... EBOS Oostende	170850Z 19006KT 9000 NSC M01/M03 Q1022 NOSIG=
170855 ... EHAM Amsterdam	170855Z 14009KT CAVOK M02/M04 Q1023 NOSIG=
170855 ... EHRD Rotterdam	170855Z AUTO 15006KT 120V180 9999 NCD M01/M04 Q1023 NOSIG=
170900 ... LFPO Paris/Orly	170900Z 26002KT 9999 BKN018 M01/M02 Q1022 NOSIG=
170900 ... LFRC Cherbourg	170900Z AUTO 16010KT 9999 FEW032 01/M03 Q1019=
170900 ... LFQQ Lille/Les.	170900Z AUTO 16004KT 8000 NSC M01/M02 Q1022=
170850 ... EGJJ Jersey	170850Z 16018KT 9999 BKN030 04/01 Q1019 NOSIG=
170900 ... EIDW Dublin	170900Z 26011KT 9999 FEW003 BKN004 BKN006 02/02 Q1012 BECMG BKN012=
170850 ... EGAA Belfast	170850Z 23007KT 9000 4000E BR BKN002 01/01 Q1012=
170850 ... EGPF Glasgow	170850Z 26003KT 9999 7000NE SCT009 BKN016 01/01 Q1011=

E. Zprávy METAR a SPECI – pokračování

```

0850 ... EGPB Edinburgh 170850Z AUTO 28002KT 4200 -RADZ BKN012 01/00
Q1010 RESG RERA REDZ=
///// ... EGNB Carlisle Not Available
170850 ... EGNT Newcastle 170850Z 19012KT 150V230 9999 -RADZ FEW008
BKN040 04/03 Q1009=
170850 ... EGNV Tees-Side 170850Z 17018KT 9999 -RA SCT013 BKN048 04/02
Q1011=
++ London FIR (in alphabetical order) ++
170850 RRA EGGB Birmingham 170850Z AUTO 17009KT 5000 RA OVC016/// 04/04
Q1015=
170850 ... EGBE Coventry 170850Z 17010KT 9999 -RA BKN020 05/03 Q1016=
170850 ... EGBJ Gloucester 170850Z 18012KT 9999 FEW018 06/04 Q1015=
170850 COR EGCC Manchester 170850Z 17015KT 9999 -RA FEW024 BKN030 OVC042
05/03 Q1013 NOSIG=
170850 ... EGCN Doncast.Sh 170850Z 17012KT 9999 -RA SCT036 OVC044 04/02
Q1015=
///// ... EGDG St.Mawgan Not Available
///// ... EGDJ Lyneham Not Available
170850 RRB EGEC Campbelto. 170850Z 22008KT 140V270 9999 SCT014 02/02
Q1010=
170850 ... EGFF Cardiff 170850Z AUTO 17012KT 7000 -RA FEW001///
OVC012/// /////TCU 07/06 Q1014=
170850 ... EGGD Bristol 170850Z AUTO 15011KT 7000 -RA OVC006 05/04
Q1014=
170850 ... EGGP Liverpool 170850Z 17017KT 9999 FEW020 SCT030 07/05
Q1012=
170850 ... EGGW Luton 170850Z AUTO 17008KT 140V210 9999 OVC026
03/00 Q1018=
///// ... EGHD Plymouth Not Available
170850 RRA EGHE Scilly Is. 170850Z 33012KT 9999 -RA SCT005 BKN009 07/07
Q1014=
170850 ... EGHG Bournemouth 170850Z 19014KT 9999 BKN019 07/03 Q1017=
170850 RRA EGHI Southampt. 170850Z 18008KT 130V220 9999 FEW020 BKN025
05/01 Q1018 =
///// ... EGHK Penzance h Not Available
170850 ... EGKA Shoreham 170850Z 20014KT 9999 BKN030 06/M00 Q1019=
170850 ... EGKB BigginHill 170850Z 18013KT 9999 SCT025 04/00 Q1018 =
170850 ... EGKK London/Gat 170850Z 19007KT 130V250 9999 BKN030 05/M01
Q1019=
170850 ... EGLC LondonCity 170850Z 10004KT 9999 SCT030 04/00 Q1019=
170850 ... EGLF Farnboroug 170850Z 19009KT 9999 SCT027 BKN029 04/01
Q1018=
170850 CCA EGLL London/Hea 170850Z AUTO 19010KT 160V230 9999 OVC028
05/M01 Q1019 NOSIG=
170850 ... EGMC Southend 170850Z 16010KT 9999 BKN031 03/M01 Q1020=
170850 ... EGMD Lydd 170850Z 20011KT 9999 FEW030 05/M01 Q1021=
///// ... EGMH Manston Not Available
170850 ... EGNH Blackpool NIL=
170820 RRA EGNH Blackpool 170820Z 16017KT 9999 -RA FEW016 BKN030 06/05
Q1011=
170850 ... EGNJ Humberside 170850Z 18021KT 9999 FEW049 03/01 Q1015=
170850 ... EGNM Leeds-Brad 170850Z 17008KT 140V210 9000 -RA SCT014
BKN018 03/03 Q1012=
///// ... EGNO Warton Not Available
170850 ... EGNR Hawarden 170850Z 16009KT 9999 -SHRA FEW018 SCT034
06/04 Q1012=
170850 RRB EGNS Is.of Man 170850Z 21003KT 9999 FEW010 SCT035 04/03
Q1012 NOSIG=
170850 ... EGNX E.Midlands 170850Z 18016KT 9999 -RA FEW044 04/02 Q1015=
170850 ... EGSC Cambridge 170850Z 14009KT 9999 BKN030 02/00 Q1019=
170850 COR EGSH Norwich 170850Z 18011KT 140V220 9999 SCT031 03/01
Q1019 NOSIG=
170850 ... EGSS London/Sta 170850Z AUTO 16008KT 9999 BKN027 02/M00
Q1019=
170850 ... EGTC Cranfield 170850Z 16013KT 9999 FEW032 04/00 Q1017=
170850 ... EGTE Exeter 170850Z 18014KT 9999 -RA SCT010 BKN016 07/07
Q1015=
///// ... EGTG Bristol/F. Not Available
170850 RRA EGVN Bri.Norton 170850Z 17010KT 9999 -RA BKN026 BKN050 05/02
Q1016 BECMG BKN020=
170850 RRA EGWU Northolt 170850Z 19007KT 9999 BKN030 BKN250 05/M01
Q1018 NOSIG=

```

+++SIGMET WS+++

F. Informace SIGMET

```

///// ... LKAA Praha FIR No valid SIGMET WS
.70859 ... EDMM MunchenFIR EDMM SIGMET 2 VALID 170859/171100 EDZM- EDMM
MUNCHEN FIR SEV ICE FCST W OF LINE N4925
E01058 - N4725 E01058 SFC/FL070 STNR WKN FCST
1100Z W OF LINE N4925 E01058 - N4725 E01058=
170855 ... EDGG Langen FIR EDGG SIGMET 2 VALID 170900/171100 EDZF- EDGG
LANGEN FIR SEV ICE OBS S OF N4900 SFC/FL070
STNR WKN FCST 1100Z S OF N4900=

///// ... EDWW Bremen FIR No valid SIGMET WS
///// ... EDUU GermanyUIR No valid SIGMET WS
///// ... EDDY GermanyUIR No valid SIGMET WS
///// ... LFFF France UIR No valid SIGMET WS
170913 ... LFEE Reims FIR LFEE SIGMET 1 VALID 170900/171100 LFPW- LFEE
REIMS FIR/UIR SEV ICE FCST S OF N4915 AND E
OF E00545 SFC/FL070 STNR WKN=

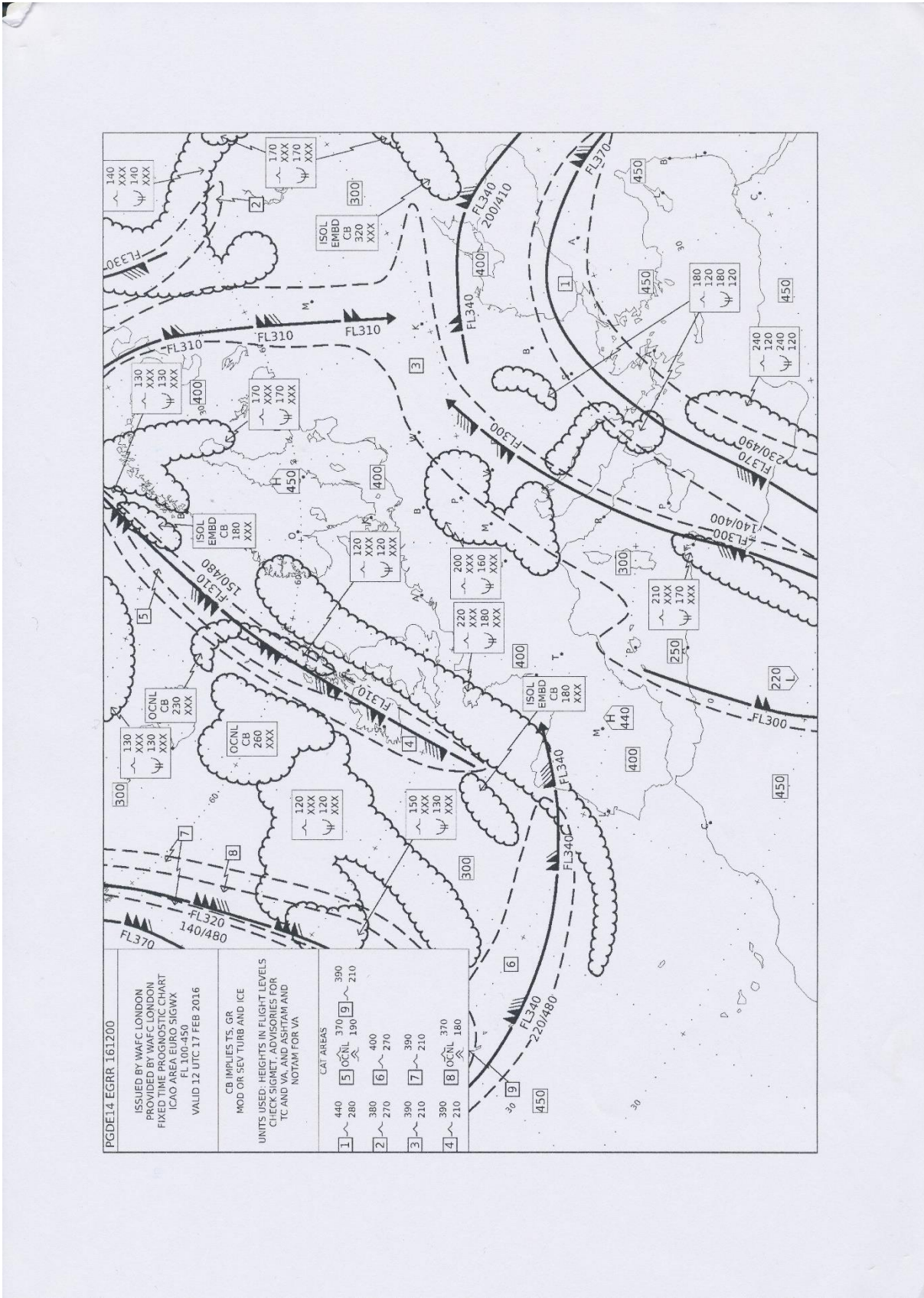
///// ... LFRR Brest FIR No valid SIGMET WS
///// ... EBBU Brusse.FIR No valid SIGMET WS
///// ... EHAA Amster.FIR No valid SIGMET WS
///// ... EISN ShannonFIR No valid SIGMET WS
///// ... EGPX Scott.FIR No valid SIGMET WS
170557 ... EGTT London FIR EGTT SIGMET 04 VALID 170600/171000 EGRR- EGTT
LONDON FIR SEV MTW FCST NW OF LINE N5500
E00500 - N4850 W00800 FL040/240 STNR WKN=
170557 ... EGTT London FIR EGTT SIGMET 03 VALID 170600/171000 EGRR- EGTT
LONDON FIR SEV TURB FCST WI N4910 W00700 -
N5500 W00400 - N5500 W00300 - N4915 W00600 -
N4910 W00700 SFC/FL060 MOV SE 10KT WKN=
161813 ... EGTT London FIR EGTT SIGMET 04 VALID 161813/182200 EGRR- EGTT
LONDON FIR CNL SIGMET 03 161808/182200=
///// ... EGJJ Jersey No valid SIGMET WS

+++SIGMET WV+++
///// ... LKAA Praha FIR No valid SIGMET WV

+++AMD SIGWX+++
FXUK65 - NIL

```

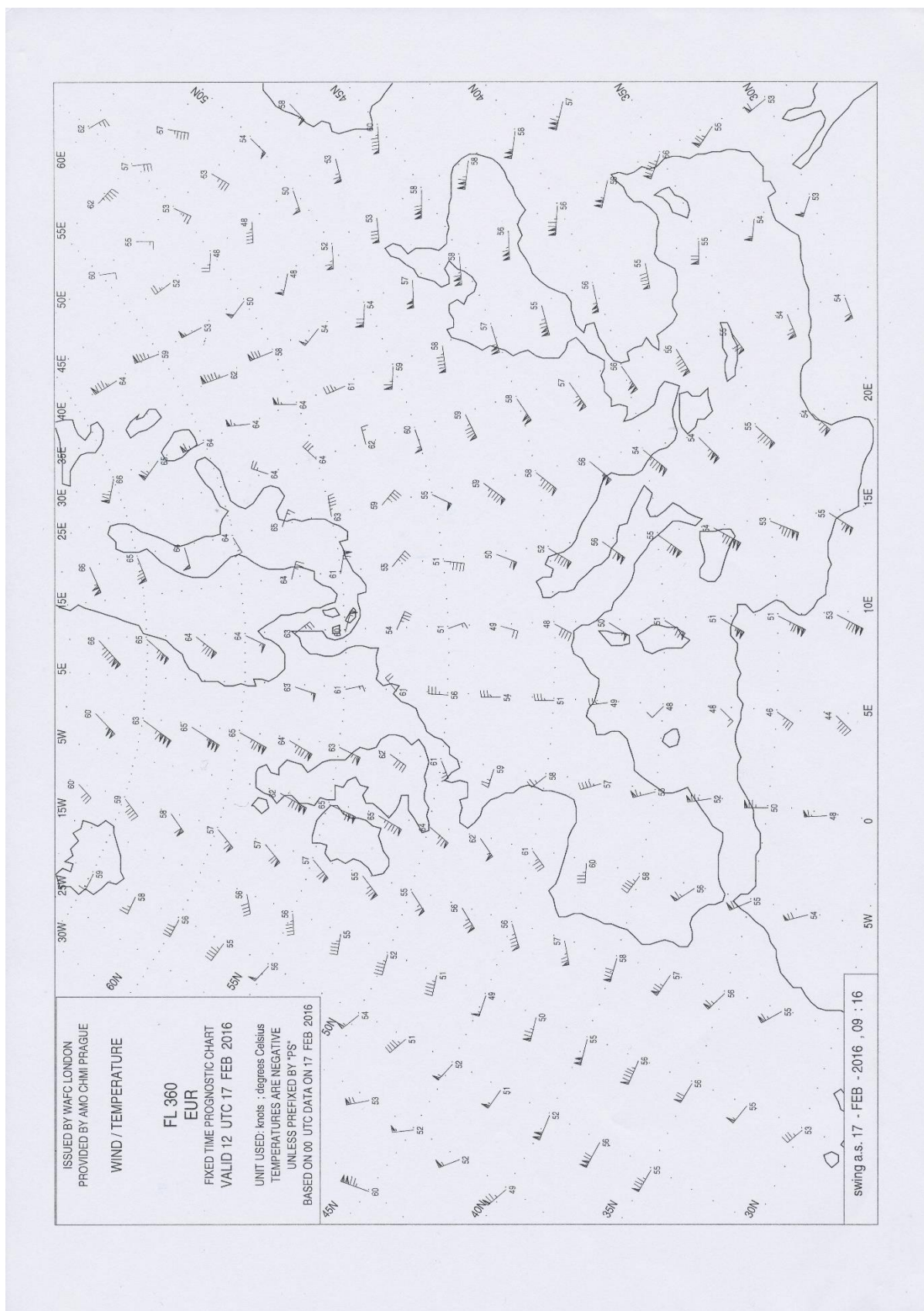
G. Mapa jevů význačného počasí od FL 100 do FL 450



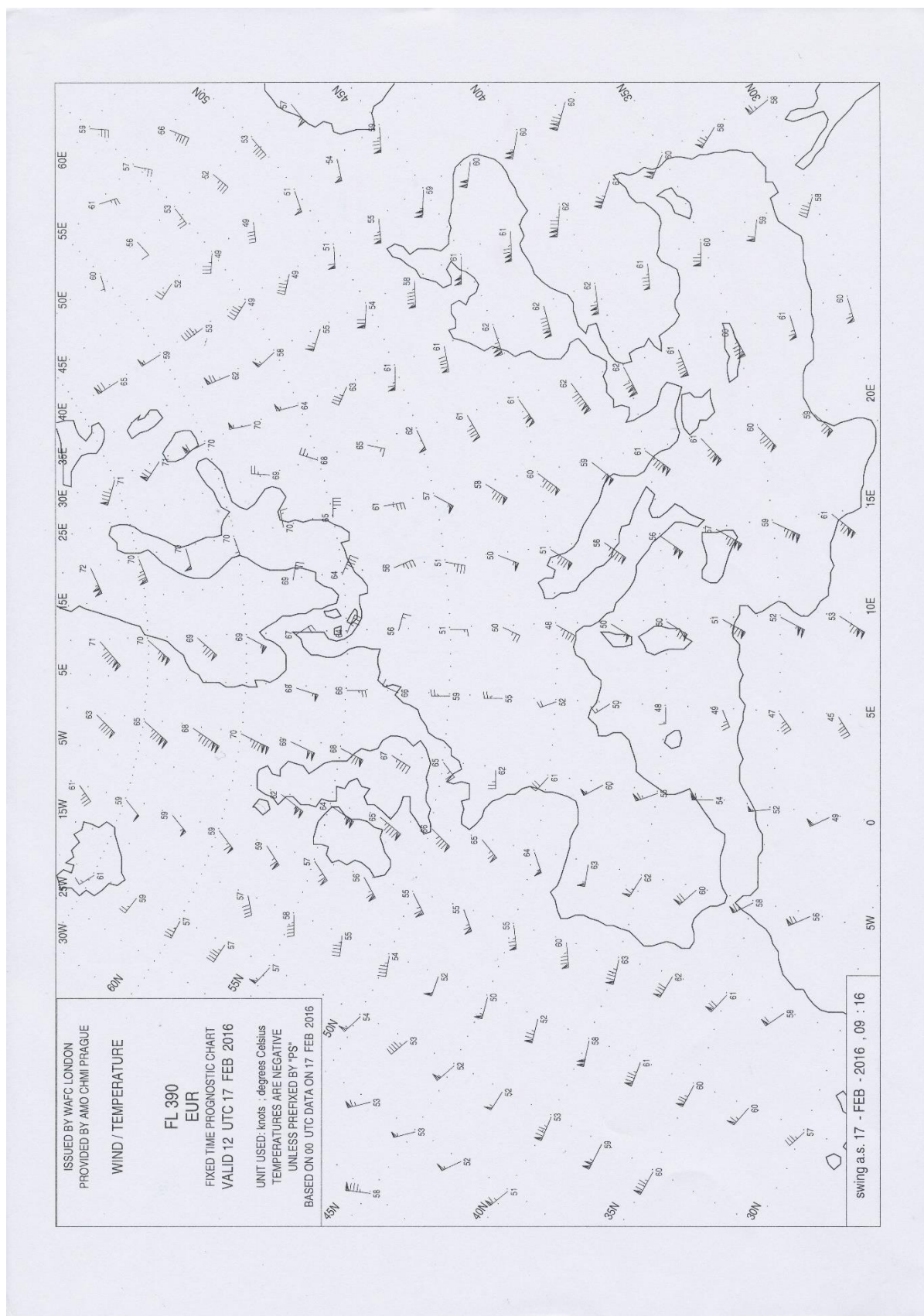
H. Předpověď výškového větru a teploty ve FL 340



I. Předpověď výškového větru a teploty ve FL 360



J. Předpověď výškového větru a teploty ve FL 390



Příloha 2 Formát kódování meteorologických jevů ve zprávách METAR a SPECI [18]

METAR METAR COR SPECI SPECI COR	CCCC	YYGGggZ	(AUTO)
--	------	---------	--------

ddffGf _m f _m KT	d _n d _n d _n Vd _x d _x d _x	VVVV nebo VVVVNDV nebo CAVOK	V _N V _N V _N V _N D _v	RD _R D _R /V _R V _R V _R V _R i nebo RD _R D _R /V _R V _R V _R V _R VV _R V _R V _R i
---------------------------------------	--	--	--	--

w'w' nebo CAVOK	N _s N _s N _s h _s h _s h _s (cc) nebo VVh _s h _s h _s nebo SKC nebo NSC nebo NCD nebo CAVOK	T'T'/T _d T _d	QP _H P _H P _H P _H	REw'w'	WS RD _R D _R nebo WS ALL RWY	(WT _s T _s /SS')	R _R R _R /E _R C _R e _R e _R B _R B _R nebo SNOCLO	RMK
-----------------------	--	------------------------------------	--	--------	---	---------------------------------------	--	-----

Význam jednotlivých symbolů zprávy METAR/SPECI [18]:

METAR	pravidelná letecká meteorologická zpráva
SPECI	zvláštní letecká meteorologická zpráva
METAR/SPECI COR	korekce zprávy METAR nebo SPECI z formálních důvodů
CCCC	indikativ letiště vydaný ICAO
YYGGgg	den a čas pozorování v hodinách a minutách UTC
Z	indikátor UTC času
AUTO	indikátor zprávy obsahující měření z plně automatizované stanice, bez zásahu pozorovatele
a) přízemní vítr	
ddd	průměrný směr větru
ff	průměrná rychlost větru
G	indikátor nárazu větru
$f_m f_m$	rychlost maximálního nárazu větru
KT	jednotky rychlosti větru
$d_n d_n d_n$	první extrémní směr proměnlivého větru, měřený proti směru pohybu hodinových ručiček
V	indikátor oddělující extrémní hodnoty směru proměnlivého větru
$d_x d_x d_x$	druhý extrémní směr proměnlivého větru, měřený po směru pohybu hodinových ručiček
b) dohlednost	
VVVV	převládající dohlednost
NDV	indikátor vyjadřující měření dohlednosti automatickou stanicí pouze s jedním senzorem (měří pouze v jednom směru)
CAVOK	kódové slovo, které nahrazuje údaj o dohlednosti, dráhové dohlednosti, současném počasí a oblačnosti za stanovených podmínek (viz kap. 3.1)
$V_N V_N V_N V_N$	minimální dohlednost
D_v	směr, ve kterém je minimální dohlednost pozorována
c) dráhová dohlednost	
R	indikátor dráhové dohlednosti
$D_R D_R$	označení vzletové a přistávací dráhy
$V_R V_R V_R V_R$	dráhová dohlednost (její desetiminutový průměr)
i	tendence dráhové dohlednosti
V	indikátor oddělující dvě extrémní hodnoty při významném kolísání dráhové dohlednosti

$V_R V_R V_R V_R V_R V_R V_R V_R V_R$	minimum a maximum jednodominutových průměrů dráhové dohlednosti za posledních deset minut
d) stav počasí $w' w'$	jevy současného počasí
e) oblačnost a vertikální dohlednost $N_s N_s N_s$ $h_s h_s h_s$ (cc) VV VVh _s h _s h _s SKC NSC NCD	množství oblačnosti (FEW, SCT, BKN, OVC) výška základny oblaků druh oblaků (uvádí se pouze TCU nebo CB) indikátor vertikální dohlednosti vertikální dohlednost (dosah) jasno bez oblačnosti provozního významu žádná detekovaná oblačnost (u automaticky generovaných zpráv)
f) teplota vzduchu $T' T'$ $T_d' T_d'$	teplota vzduchu teplota rosného bodu
g) tlak vzduchu Q $P_H P_H P_H P_H$	indikátor tlaku vzduchu QNH v hPa tlak vzduchu QNH
h) doplňující informace RE REw'w' WS R WS RD _R D _R WS ALL RWY W T _s T _s S S'	indikátor minulého počasí minulé provozně význačné jevy počasí střih větru indikátor vzletové a přistávací dráhy skupina o význačném střihu větru podél vzletového a přistávacího pásu dráhy D _R D _R skupina o význačném střihu větru podél vzletových a přistávacích pásů všech drah na letišti indikátor teploty povrchu moře teplota povrchu moře indikátor stavu povrchu moře stav povrchu moře ³¹
i) skupina stavu drah	

³¹ V České republice se skupina vyjadřující teplotu povrchu moře a stav moře ve zprávách METAR či SPECI nepoužívá [18].

R _R R _R	označení dráhy / zeměpisný směr dráhy
E _R	nános na dráze / stav dráhy
C _R	rozsah znečištění dráhy
e _R e _R	tloušťka nánosu na dráze
B _R B _R	koeficient tření nebo brzdící účinek na dráze
SNOCLO	kódové slovo, které vyjadřuje uzavření letiště z důvodu extrémního nánosu sněhu na dráze (drahách)
RMK	indikátor začátku sekce obsahující letecké meteorologické informace vnitrostátního významu, které se nerozšiřují mezinárodně; následuje až za přistávací předpověď TREND v případě, že je přistávací předpověď TREND za zprávou METAR či SPECI připojena

Příloha 3 Formát kódování meteorologických jevů v předpovědi TAF [18]

TAF	CCCC	YYGGggZ	Y ₁ Y ₁ G ₁ G ₁ G ₂ G ₂
-----	------	---------	---

dddfGf _m f _m KT	VVVV nebo CAVOK	w'w' nebo NSW	N _s N _s N _s h _s h _s h _s (cc) nebo VVh _s h _s h _s nebo SKC nebo NSC	PROBC ₂ C ₂ GGG _e G _e
---------------------------------------	-----------------------	---------------------	--	---

TTTTTGGG _e G _e nebo TTGGgg	(TXT _F T _F /G _F G _F Z TNT _F T _F /G _F G _F Z)
--	---

Význam jednotlivých symbolů předpovědi TAF [18]:

CCCC	ICAO indikativ letiště
YYGGgg	den a čas vydání v hodinách a minutách UTC
Z	indikátor UTC času
Y ₁ Y ₁ G ₁ G ₁ G ₂ G ₂	období platnosti Y ₁ Y ₁ G ₁ G ₁ až G ₂ G ₂
a) přízemní vítr	
ddd	předpovídaný směr větru
gg	předpovídaná rychlost větru
G	indikátor nárazu větru
f _m f _m	předpovídaná rychlost maximálního nárazu větru
KT	jednotka rychlosti větru
b) dohlednost	
VVVV	předpovídaná převládající dohlednost
CAVOK	viz kap. 3.1
c) stav počasí	
w'w'	předpovídané význačné počasí
NSW	bez význačného počasí
d) oblačnost a vertikální dohlednost	
N _s N _s N _s	předpovídané množství oblaků
h _s h _s h _s	předpovídaná výška základny oblaků
cc	druh předpovídaných oblaků (pouze TCU nebo CB)
VVh _s h _s h _s	předpovídaná vertikální dohlednost

SKC	předpovídané vyjasnění
NSC	bez oblačnosti provozního významu
PROBC ₂ C ₂ GGG _e G _e	indikátor pravděpodobnosti výskytu alternativní hodnoty předpovídaného prvku během časového období GG až G _e G _e
TTTTTGGG _e G _e	indikátor změny (BECMG, TEMPO) některých nebo všech předpovídaných prvků během časového období GG až G _e G _e
TTGGgg	indikátor změny některých nebo všech předpovídaných prvků v mezičase GGgg
TXT _F T _F /G _F G _F Z TNT _F T _F /G _F G _F Z	předpověď maximální a minimální teploty v čase G _F G _F UTC ³²

³² V České republice se tato skupina nepoužívá [18].

Příloha 4 Formát kódování meteorologických jevů v přístávací předpovědi TREND
[18]

TREND	TTTTT nebo NOSIG	TTGGgg	dddfGf _m f _m KT	VVVV nebo CAVOK	w'w' nebo NSW
-------	------------------------	--------	---------------------------------------	-----------------------	---------------------

N _s N _s N _s h _s h _s h _s (cc) nebo VVh _s h _s h _s nebo SKC nebo NSC	RMK
--	-----

Význam jednotlivých symbolů přístávací předpovědi TREND [18]:

TTTTT	indikátor změny (BECMG, TEMPO)
NOSIG	bez význačné změny
TT	indikátor začátku, konce nebo času očekávané změny
GGgg	čas změny v hodinách a minutách UTC

e) přízemní vítr

ddd	předpovídaný směr větru
gg	předpovídaná rychlost větru
G	indikátor nárazu větru
f _m f _m	předpovídaná rychlost maximálního nárazu větru
KT	jednotka rychlosti větru

f) dohlednost

VVVV	předpovídaná převládající dohlednost
CAVOK	viz kap. 3.1

g) stav počasí

w'w'	předpověď význačného počasí
NSW	bez význačného počasí

h) oblačnost a vertikální dohlednost

N _s N _s N _s	předpovídané množství oblaků
h _s h _s h _s	předpovídaná výška základny oblaků
cc	druh předpovídaných oblaků (pouze TCU nebo CB)
VVh _s h _s h _s	předpovídaná vertikální dohlednost
SKC	předpovídané vyjasnění

NSC

bez oblačnosti provozního významu

RMK

viz příloha 2

Příloha 5 Pokrytí ADS-B (žlutě zabarveno) [6]

