

# DETEKCIA A PREDIKCIA HROZBY NÁMRAZY NA ZÁKLADE ANALÝZY POVETERNOSTNEJ SITUÁCIE A SPRÁV O POČASÍ NA LETISKU ŽILINA

## DETECTION AND PREDICTION OF THE THREAT OF ICING BASED ON THE ANALYSIS OF WEATHER CONDITIONS AND WEATHER REPORTS AT THE AIRPORT ŽILINA

**Pavol Fodor**

Air Transport Department, University of Zilina, Slovakia  
pavolfodi@gmail.com

**Miriam Jarošová**

Air Transport Department, University of Zilina, Slovakia  
miriam.jarosova@fpedas.uniza.sk

**Abstract** – The aim of the paper was to introduce the issue of icing as a dangerous phenomenon in aviation, its effect and impact on the safety of air transport and to approach this dangerous phenomenon in terms of aviation meteorology. We also paid considerable interest to air accidents caused by icing. However, we primarily focused on the description of the different types of icing, its division and occurrence of icing throughout various weather situations. In addition, we paid attention to classify and evaluate the occurrence of the icing on a specific weather situation, which made it possible to effectively predict the occurrence, origin or intensity of icing. We have also introduced the current state of icing prediction and prevention of flight into meteorological conditions with danger of icing.

**Key words** – icing, aviation meteorology, prediction, prevention, classification, dangerous phenomenon.

### I. ÚVOD

Letecká doprava patrí medzi jeden z najrýchlejších sa rozvíjajúcich priemyslov. Jej rýchlosť prepravy osôb, tovaru, či pošty nemá v porovnaní s ostatnými prostriedkami prepravy takmer žiadnu konkurenciu. Môžeme ju nepochybné zaradiť medzi najbezpečnejšie prvky dopravnej sústavy. Avšak aj letecká doprava od nepamäti čelí jednému z najzásadnejších faktorov ovplyvňujúcich jej pravidelnosť a včasnosť a je ním počasie.

Z hľadiska meteorológie hovoríme najmä o javoch spojených s búrkovou činnosťou, zníženou viditeľnosťou, námrazou, silným vetrom a pod. V našom článku sme kládli dôraz a venovali sme sa najmä podmienkam vzniku námrazy.

Námraza, ktorá sa vytvára na lietadlách nám značne ovplyvňuje letové vlastnosti a výkonnosť lietadla. Znižuje vztlak, zvyšuje odpor a celkovú hmotnosť lietadla, ovplyvňuje letové

prístroje a mnoho ďalších. Existuje nespočetné množstvo nehôd, ktoré boli spojené práve so vznikom námrazy.

Zamerali sme sa na konkrétne typy námrazy, obdobia jej vzniku a na prostriedky detekcie a predikcie námrazy. Takisto sme sa venovali aj štatistike, ktorej náplňou bolo dokázať vážnosť celej situácie na letisku Žilina, a to najmä podmienkam zníženej dohľadnosti a konkrétnym meteorologickým situáciám, počas ktorých bol na letisku Žilina pozorovaný vznik jednotlivých podmienok, či už hmly, dymna alebo mrznúcej hmly.

### ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU

Námraza patrí v letectve medzi najnebezpečnejší a zároveň najzaujímavejší atmosférický jav prejavujúci sa vznikom ľadových kryštálov na povrchoch objektov. Vzniká pri usadzovaní a zamŕzaní podchladených kvapiek vody pri kontakte s povrchom letúna. Podchladené kvapky vody môžeme chápať ako kvapky, ktoré si udržiavajú svoje kvapalné skupenstvo aj napriek ich záporným teplotám. Najčastejšie sa vyskytujú v oblačnosti, daždi, mrholení, či hmle. Výskyt námrazy v atmosfére je podmienený viacerými faktormi. Jedným a hlavným z nich je prítomnosť podchladených vodných kvapiek a ďalším teplota povrchu letúna pod bodom mrazu.

Tieto javy ale možno predpovedať z aerologických meraní a najčastejšie sú poskytované prostredníctvom informácií SIGMET. Značnú časť údajov o námraze sprostredkujú aj piloti lietadiel počas letu a aktívne spolupracujú s meteorológmi. Vážnosť námrazy nám dokazuje množstvo leteckých nehôd s ňou spojených, a preto je nevyhnutné zaoberať sa teóriou vzniku námrazy už od počiatku leteckých výcvikov pilotov. Pre zachovanie bezpečnosti letu musia piloti ovládať postupy, ako námrazu predpovedať a vyhnúť sa jej.

Medzi jednu z najvážnejších nehôd patrí aj havária letu číslo 1285. 12. decembra 1985 letún typu McDonnell Douglas DC-8 krátko po vzlete z mesta Gander v Kanade na lete do Fort

Campbell v USA asi pol kilometra od vzletovej a pristávacej dráhy stratil vztlak, havaroval a zhorel. Na palube zahynulo všetkých 248 cestujúcich a 8 členov posádky. Nehoda patrí medzi najtragickejšie v celej histórii Kanady. Za príčinu nehody bol mimo prekročenej maximálnej vzletovej hmotnosti označený najmä neprípustne vysoký odpor letúna a znížený vztlak spôsobený nahromadením ľadu na krídlach a nábežných hranách, ktoré viedli k strate rýchlosti v malej výške a následnému pádu letúna [1].

Počas letu podľa prístrojov, predovšetkým v zimnom období, sa nie vždy dá vyhnúť podmienkam so vznikom námrazy. Preto bolo nevyhnutné vyvinúť prostriedky, či už na odstraňovanie námrazy, alebo proti jej vzniku. S prvým takýmto prostriedkom prišla už v roku 1923 spoločnosť Goodrich Corporation, ktorá ako prvá dokázala vytvoriť na nábežnej hrane profilu akési hrubú, gumenú membránu, nafukovanú stlačeným vzduchom z pneumatického systému a ňou efektívne odstraňovať vzniknutú námrazu, napríklad na krídlach, výškových kormidlách a pod. [2].



Obrázok 1: Nafukovacia nábežná hrana [Zdroj: <https://www.boldmethod.com/learn-to-fly/systems/how-deicing-boots-work/>]

Nafukovacie nábežné hrany sa neprestali používať ani v súčasnosti, avšak využívajú sa najmä pri menších turbovrtuľových lietadlách a postupne ich začínajú nahrádzať modernejšie a účinnejšie prostriedky. Patrí medzi ne napríklad termické odmrazovanie s využitím horúceho vzduchu. Tento systém používa väčšina väčších prúdových lietadiel pre udržanie častí letúna nad teplotou mrazu potrebnou na akumuláciu ľadu.

## II. KLASIFIKÁCIA NÁMRAZY

Námrazu možno klasifikovať podľa intenzity, tvaru a štruktúry. Z hľadiska intenzity poznáme štyri kategórie. Od slabej, nepredstavujúcej takmer žiadne nebezpečenstvo, až po veľmi silnú námrazu, vyžadujúcu okamžitý zásah posádky.

Najnebezpečnejším typom námrazy z hľadiska tvaru je **žliabková námrazu**. Je priesvitná a vytvára akési koryto v dôsledku odvíjania častí kvapiek na hrane krídla, ktoré boli roztopené na mieste najväčšieho ohrevu. **Profilová námrazu** vzniká na miestach pri kontakte s krídlom, kopíruje profil, narastá hmotnosť lietadla, avšak ohrozenie je minimálne [3].

### ZRNITÁ NÁMRAZA

Štruktúra námrazy je ovplyvňovaná veľkosťou podchladených kvapiek vody. Zrnitá námrazu sa tvorí, keď malé podchladené kvapky vody rýchlo zamrznú pri kontakte s povrchom lietadla s teplotou nižšou ako 0 °C. Námrazu je drsná a kryštalická kvôli uviaznutým čiastočkám vzduchu v nej. Zrnitá námrazu sa vo väčšine prípadov vyskytuje vo vrstevnatej oblačnosti.

### PRIESVITNÁ NÁMRAZA

Z veľkých podchladených kvapiek vody, z ktorých časť pri kontakte s povrchom zamrzne, ale veľká časť sa rozptýli ďalej po profile a mrzne postupne sa vytvára priesvitná námrazu. Zamrznutý ľad obsahuje iba minimálne množstvo vzduchových bublín a tým pádom je výlučne priehľadný alebo priesvitný. Tvorba priesvitnej námrazy prebieha väčšinou v kopovitej oblačnosti.

### INOVAĽ

Inovaľ (kryštalická námrazu) sa tvorí pri silných mrazoch v podmienkach s vysokou vlhkosťou vzduchu, prípadne pri hmle počas odparovania sa vody z predmetov, ktoré mali pôvodne vyššiu teplotu ako okolitý, prudko ochladzujúci sa vzduch. Vodná para zamŕza do tvaru ihličiek a jej štruktúra je kyprá a kryštalická. Na jej vznik sú potrebné teploty minimálne - 8 °C a menšie. Inovaľ zaraďujeme medzi jednu z menej škodných typov námrazy [4].



Obrázok 2: Kryštalická námrazu [Zdroj: [https://www.vutbr.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=65311](https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=65311)]

### MRZNÚCI DAŽĎ

Pred teplými frontami v zime sa mrznúci dažď vyskytuje bežne. Silná námrazu sa vyskytuje, keď lietadlo letí blízko hornej časti hmoty studeného vzduchu pod rozsiahlou vrstvou teplého vzduchu. Dažďové kvapky sú omnoho väčšie ako kvapôčky v oblačnosti, čím sa zaisťujú ideálne podmienky pre tvorbu námrazy. Pri teplotách pod bodom mrazu sa vytvára priesvitná námrazu.

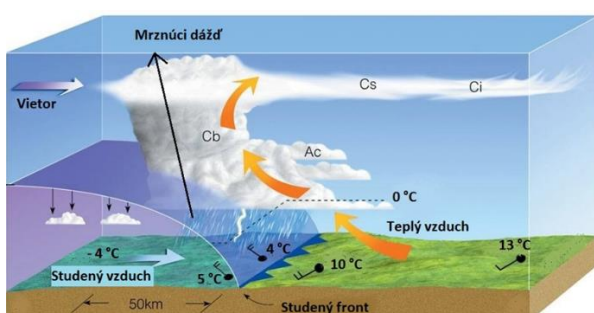
## III. OBDOBIA A OBLASTI VZNIKU NÁMRAZY

Výskyt námrazy môžeme očakávať v priebehu celého roka bez ohľadu na ročné obdobie. Avšak je podmienený zemepisnou polohou, najmä zemepisnou šírkou. V oblastiach

strednej Európy sa námraza vyskytuje prevažne počas zimného obdobia, kedy sa rapídne znižuje hladina zamrznania v porovnaní s letným obdobím. Existujú ale výnimky, kedy môže námraza ojedinele vzniknúť aj počas leta a to v búrkových mrakoch so silným vertikálnym rozvojom.

#### FRONTÁLNE OBLASTI

Front predstavuje hranicu oddeľujúcu dve vzduchové hmoty rôznej hustoty vzduchu. Býva hlavnou príčinou väčšiny meteorologických javov, medzi ktoré patrí aj vznik námrazy. Vo všeobecnosti má frontálna oblačnosť vyššiu pravdepodobnosť námrazy ako iné oblaky. Odhaduje sa, že 85% pozorovanej námrazy lietadiel sa vyskytuje v blízkosti frontálnych zón. Najväčší horizontálny rozsah námrazy sa zvyčajne spája s teplými frontami, naopak najintenzívnejšiu námrazu by sme našli v studených frontoch [5].



Obrázok 3: Prierez studeným frontom [Zdroj: [http://apollo.lsc.vsc.edu/classes/met130/notes/chapter11/cf\\_xsect.html](http://apollo.lsc.vsc.edu/classes/met130/notes/chapter11/cf_xsect.html)]

## IV. PREDIKCIA A DETEKCIA NÁMRAZY

#### PREDIKCIA NÁMRAZY

Oficiálne predpovede námrazy sú vytvárané národnými meteorologickými službami, ktoré musia spĺňať požiadavky medzinárodnej organizácie civilného letectva. Piloti by mali vedieť efektívne vyhodnotiť a predpovedať riziko vzniku námrazy na základe všetkých dostupných meteorologických informácií. Patria medzi ne pozorovania zo Zeme, vývoj teplôt, oblastné predpovede počasia, správy týkajúce sa výskytu špecifických javov počasia počas letu na trati (SIGMET, AIRMET), správy od posádok lietadiel (PIREP) či mapy význačného počasia [6].

#### DETEKCIA NÁMRAZY

Detektor námrazy je zariadenie, ktoré informuje posádku o vzniku námrazy na kritických miestach lietadla. Tvorba námrazy a jej intenzita môže byť tak nebezpečná, že rýchlosť reakcie pilotov na vzniknutú situáciu často znamená rozdiel medzi životom a smrťou. Prítomnosť námrazy je možné zistiť vizuálne, ale väčšina moderných dopravných lietadiel má jeden alebo viac detektorov námrazy, ktoré upozorňujú letovú posádku, najčastejšie rozsvietením varovného svetla. V niektorých typoch lietadiel sú dokonca umiestnené detektory,

ktoré automaticky spustia systém odmrazovania pri detegovaní námrazy.

V súčasnosti sú k dispozícii rôzne technológie na varovanie posádky pred námrazou. Najjednoduchšou metódou je monitorovanie vonkajšej teploty vzduchu a atmosférických podmienok.

Na detekciu námrazy sa používa široké spektrum rôznych typov detektorov využívajúcich rôzne materiály, ako aj rôzne princípy činnosti. Patria medzi ne napríklad detektory na princípe vibračného mechanizmu, malých veterných turbín, či optické detektory, ktoré sú synchronizované s protinámrazovými systémami a v súčasnosti sú schopné selektívne ovládať tieto systémy tak, že zabezpečia odmrazovanie iba tých plôch, ktoré sú vystavené námraze [7].

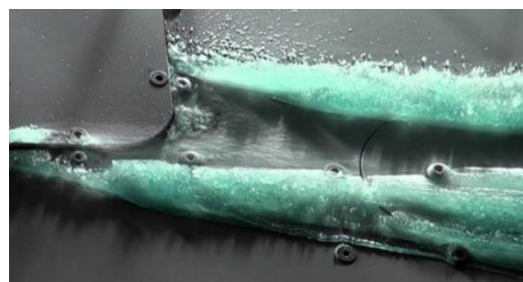
## V. ÚČINKY VZNIKU NÁMRAZY

Námraza na lietadle môže viesť k zníženej výkonnosti, strate vztaku alebo zhoršenej ovládateľnosti, čo následne vedie ku strate kontroly nad lietadlom, prípadne k jeho pádu. Medzi nebezpečenstvami súvisiacimi so vznikom námrazy patria: nežiaduce aerodynamické účinky, zablokovanie pitot-statického systému a nebezpečenstvo spôsobené padajúcim ľadom.

Prúdenie vzduchu na kritických miestach, ako sú nábežné hrany krídel alebo listy vrtule, je natoľko narušené, že dochádza k nárastu hmotnosti, strate vztaku, zvýšeniu odporu vzduchu či posunu pôsobiska vztaku. Tento posun môže výrazne narušiť pozdĺžnu stabilitu letúna.

Čiastočné alebo úplné zablokovanie prívodu vzduchu do ktorejkoľvek časti pitot-statického systému môže spôsobiť chyby pri odčítaní tlakových prístrojov, ako sú výškomery, indikátory vzdušnej rýchlosti a indikátory vertikálnej rýchlosti.

Námraza zhadzovaná v priebehu odmrazovania počas letu nemá takú veľkosť, ktorá by mohla predstavovať nebezpečenstvo, ak by sa zachovala v tuhej forme až po dopadnutie na zem. Avšak počas histórie letectva sa zaznamenalo niekoľko incidentov spojených s padajúcim ľadom, ktoré spôsobili poškodenie majetku alebo viedli k zraneniu osôb. Tento ľad najčastejšie pochádza z odtokov umiestnených na lietadle a vznikol nefunkčnosťou odmrazovacích telies umiestnených na daných odtokoch. Zdrojom pre vytvorenie ľadu bývajú buď kvapaliny z palubnej kuchynky, alebo z toaliet. Ľad z toaliet sa označuje ako „modrý ľad“ [8].



Obrázok 4: Modrý ľad z odpadu z toaliet [Zdroj: <https://qph.fs.quoracdn.net/main-qimg-916895b13632c24b089af2d685713f83>]

## VI. ANALÝZA SITUÁCIE NA LETISKU ŽILINA

Nízka oblačnosť alebo hmľa, v ktorej sa nielen rapídne znižuje dohľadnosť, ale aj zvyšuje riziko námrazy, hlavne počas zimných mesiacov, je pomerne často objavujúcim sa problémom v blízkosti letísk. Hovoríme najmä o výskyte mrznúcej hmly. Tieto javy nám znižujú bezpečnosť letu, ako aj v mnohých prípadoch bránia jeho vykonaniu.

Medzi jedno z letísk, na ktorých sa často vyskytujú dlho pretrvávajúce hmly patrí aj medzinárodné letisko Žilina. Letisko sa nachádza v Žilinskom kraji, neďaleko obce Dolný Hričov, západne od mesta Žilina. Leží v nadmorskej výške 311 m n.m., v doline obklopenej niekoľkými pohoriami s výškou do 1 709 m n.m. Meteorologická situácia na letisku Žilina je týmito pohoriami výrazne ovplyvňovaná. Vietor, ktorý fúka počas noci z vyšších (chladnejších) polôh hôr smerom do doliny (teplejšej oblasti), častokrát označovaný ako horský vietor, má vplyv na tvorenie hmly alebo teplotnej inverzie. Tento vietor fúka zvyčajne rýchlosťou okolo 20 km.h<sup>-1</sup>. Za jeho vznikom stojí rýchle ochladzovanie zeme vo vyšších výškach pohorí z dôvodu zemského vyžarovania. Okolitý vzduch je potom chladnejší a má vyššiu hustotu, čiže má tendenciu klesať do nižšie položených oblastí, v tomto prípade aj do oblasti Dolného Hričova. V prípade, že pohoria sú pokryté vrstvou snehu a obloha je bezoblačná, vietor je o to silnejší a aj tvorba hmly či teplotnej inverzie je intenzívnejšia [11].

O hmle hovoríme vtedy, keď sa na zemi alebo nad ňou vytvorí oblak s veľkým množstvom mikroskopických vodných kvapiek (< 0.5 mm), ktoré znížia dohľadnosť pod 1 000 metrov. V prípade teplôt pod bodom mrazu sú tieto kvapky vo forme podchladených kvapiek vody, a tým pádom vznikajú podmienky na tvorbu námrazy. Tvorí sa tenká vrstva zrnitej námrazy od teploty 0° až -20 °C.

Ďalším nezanedbateľným faktorom tvorby poveternostnej situácie býva vodstvo, ktoré prispieva k tvorbe hmliel predovšetkým počas zimy. Vodná nádrž Hričov, ako aj Vodné dielo Žilina sú dve veľké vodné plochy a spolu s riekou Váh, ktorá tečie popri letisku, majú potenciál ovplyvňovať tvorbu hmliel. Avšak na základe 20 ročnej analýzy tvorby hmliel na letisku Žilina bolo dokázané, že tieto vodné plochy majú minimálny vplyv na tvorbu hmliel. Dokonca v obdobiach, kedy bola Vodná nádrž Hričov vypustená, sme mohli pozorovať nárast dní s výskytom hmliel [9].

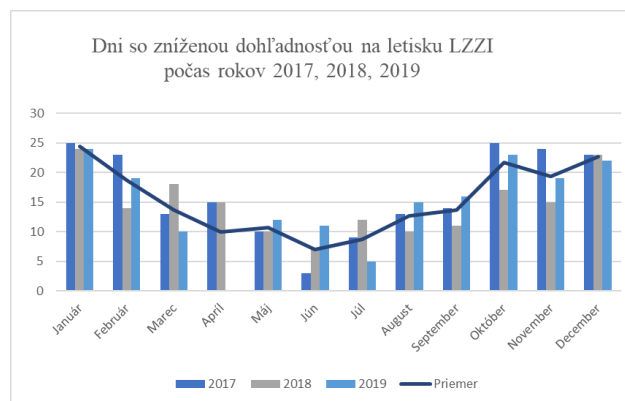
Letisko Žilina sužuje aj ďalší typ hmly, nazývaný radiačná hmľa. Vzniká po západe Slnka, radiačným ochladzovaním zemského povrchu, čím dochádza k ochladzovaniu vzduchu nad zemou. Keď je táto vzduchová hmota dostatočne nasýtená vlhkosťou a ochladená pod teplotu rosného bodu, spustí sa tvorba radiačnej hmly. Na jej vytvorenie je ale nevyhnutné, aby bola bezoblačná obloha, keďže prítomná oblačnosť by teplo zadržovala a bránila tak ochladzovaniu vzduchu. Radiačná hmľa na letisku v Žiline sa vyskytuje počas jesene a na začiatku zimy, ale zvyčajne sa v priebehu doobedia rozplynie. Akonáhle sa začne proces insolácie, hmľa sa začína postupne vyparovať a zaniká. Vietor s rýchlosťou od 15 km.h<sup>-1</sup>

taktiež prospieva k zániku hmly. Hmľa sa tak začína miešať s okolitým vzduchom a mizne alebo sa vytvára vo vyšších polohách v podobe oblaku typu Stratus.

Všetky vyššie spomenuté skutočnosti a s nimi spojené nebezpečné meteorologické javy naberajú na dôležitosti o to viac, že letisko Žilina je popri medzinárodnej preprave cestujúcich využívané aj Žilinskou univerzitou v Žiline na výcvik nových pilotov. Začínajúci piloti prežívajú obrovské množstvo stresu, keďže hneď na začiatku výcviku sú na nich kladené veľké požiadavky. Zvládnutie stresujúcich situácií, napríklad pri zníženej dohľadnosti a pod., predstavuje pre pilotov s minimálnymi skúsenosťami ťažko splniteľnú úlohu so zvýšeným nebezpečenstvom.

### METÓDY VÝSKUMU

Na verifikáciu doposiaľ uvedených faktov v práci, sme sa taktiež rozhodli využiť štatistickú metódu, ktorá dokazuje, že výskyt dní so zníženou dohľadnosťou na letisku Žilina (ďalej LZZI) je väčší, ako na iných letiskách Slovenska. V našom prípade sme si zvolili pre porovnanie Letisko Milana Rastislava Štefánika v Bratislave (ďalej LZIB). Hlavným zdrojom informácií, na základe ktorého sme porovnanie spracovali, bol Slovenský hydrometeorologický ústav (SHMÚ), ktorý nám poskytol 106 tisíc správ METAR, z ktorých sme následne vyseletovali iba tie, kde sa vyskytovali podmienky so zníženou dohľadnosťou, t.j. dohľadnosťou pod 10 km spôsobenou hmlou a dymom. Pre analýzu a porovnanie sme si zvolili obdobie za roky 2017, 2018 a 2019. Každý rok bol rozdelený na jednotlivé mesiace, kde pri každom mesiaci bol uvedený počet dní so zníženou dohľadnosťou. Tento postup sme použili pri letisku LZZI aj LZIB. Následne sme z týchto údajov vytvorili grafy s ročným chodom hmliel za obdobie troch rokov na týchto dvoch letiskách a údaje sme porovnali.



Graf 1: Dni so zníženou dohľadnosťou na LZZI [Zdroj: Autorské spracovanie]

Ako je vidieť z grafu, dni so zníženou dohľadnosťou je na letisku LZZI pomerne veľa. Najväčší výskyt je počas jesene a zimy. Podmienky so zníženou dohľadnosťou sa vyskytovali v takmer troch štvrtinách týchto dní, zväčša vo večerných či ranných hodinách, ale v nemalom množstve aj počas celého dňa.

V priemere sa za skúmané obdobie znížená dohľadnosť vyskytovala na letisku LZZI v 183 dňoch roka.



Graf 2: Dni so zníženou dohľadnosťou na LZIB [Zdroj: Autorské spracovanie]

Je zrejme, že dni so zníženou dohľadnosťou na letisku LZIB je porovnateľne menej, ako na letisku LZZI. Znížená dohľadnosť na letisku LZIB sa vyskytovala v priemere v 96 dňoch z kalendárneho roka, čo je takmer o polovicu menej ako na letisku LZZI. Vo všeobecnosti sa aj v tomto prípade znížená dohľadnosť objavovala najmä počas jesene a zimy. Jej výskyt počas leta je veľmi zriedkavý. Ak sa aj znížená dohľadnosť objavila počas leta, čo možno vidieť z grafu, takmer vo všetkých prípadoch hovoríme o prízemnej hmle, ktorá netrvala dlhšie ako 30 až 60 minút a výhradne v nočných, či ranných hodinách dňa.

#### EXPERIMENT

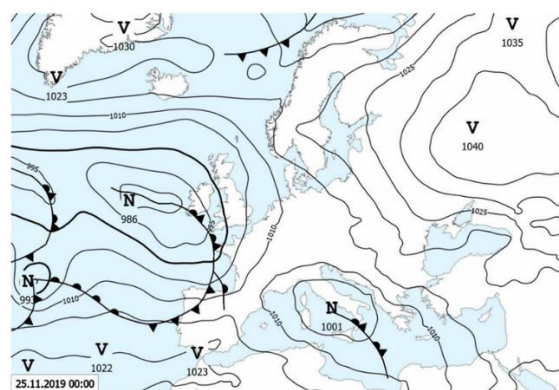
Dňa 25.11.2019 sa na letisku Žilina vyskytovala mrznúca hmla. Z výťažku správ METAR vidno, že v ranných hodinách bola teplota ovzdušia pod bodom mrazu, čo spôsobilo, že kvapôčky vody rozptýlené v prízemnej vrstve boli vo forme podchladených kvapiek vody a vznikla mrznúca hmla. Po východe slnka začal proces insolácie a hmla sa rozplynula, ako možno vidieť aj z postupne zlepšujúcej sa dohľadnosti.

```

201911250900 METAR LZZI 250900Z VRB02KT 9999 FEW002 03/03 Q1014=
201911250830 METAR LZZI 250830Z VRB02KT 5000 2000NE BR FEW002 SCT037 02/02
Q1014=
201911250806 SPECI LZZI 250806Z 07003KT 3000 BR FEW002 SCT034 01/01 Q1014=
201911250800 METAR LZZI 250800Z 09003KT 1300 R06/P2000U BR FEW002 SCT034
00/00 Q1014=
201911250749 SPECI LZZI 250749Z 08003KT 0900 R06/1200U FG FEW002 BKN032
00/M00 Q1014=
201911250730 METAR LZZI 250730Z 07002KT 0500 R06/0600D FZFG SCT002 M00/M01
Q1014=
201911250700 METAR LZZI 250700Z VRB01KT 0300 R06/0450D FZFG BKN002 M01/M01
Q1014=
201911250630 METAR LZZI 250630Z VRB01KT 0300 R06/0500N FZFG BKN002 M01/M01
Q1014=
201911250600 METAR LZZI 250600Z 06002KT 0700 R06/P2000D FZFG BKN002 M01/M01
Q1014=
201911250545 SPECI LZZI 250545Z 07002KT 0800 R06/P2000N FZFG OVC002 M01/M01
Q1014=
201911250530 METAR LZZI 250530Z VRB01KT 0300 R06/0700D FZFG OVC002 M01/M02
Q1014=
201911250500 METAR LZZI 250500Z 24001KT 0200 R06/0700U FZFG BKN002 M01/M01
Q1013=

```

Obrázok 5: Výťažok správ METAR – [Zdroj: SHMÚ]



Obrázok 6: Prízemné tlakové pole zo dňa 25.11.2019 [Zdroj: [http://www.shmu.sk/File/ExtraFiles/KMIS/publikacie/BMaK\\_1119.pdf](http://www.shmu.sk/File/ExtraFiles/KMIS/publikacie/BMaK_1119.pdf)]

Na vzniku hmly sa podieľalo najmä rozmiestnenie tlakových útvarov nad Európou. Z mapy prízemného tlakového poľa je zrejme, že nad územie Slovenskej republiky zasahovala rozsiahla tlaková výš z východu. V oblasti vysokého tlaku vzduchu sa často vytvárajú ranné hmly pri bezoblačnom počasí, keďže zemský povrch sa dokáže dostatočne rýchlo ochladzovať, čím sa ochladzuje aj vzduch blízko nad zemou. Hmly sa stávajú hustejšími a dlhšie trvajúcimi práve vtedy, keď oblasť vysokého tlaku vzduchu zotrúva nad daným územím dlhšiu dobu. Na Slovensku sa takáto situácia vyskytuje počas prechodového ročného obdobia alebo v zime pri inverznom charaktere počasia. Práve Zima 2019/2020 bola bohatá na takýto typ poveternostnej situácie. Len počas januára 2020 sa vyskytovala inverzia v nižších polohách vo viac ako v dvoch tretinách mesiaca.

## VII. ZÁVER

Cieľom práce bolo definovanie a rozdelenie rôznych typov námrazy, uvedenie si základných informácií ohľadom jej pôvodu a vzniku na základe čoho bolo možné námrazu predpovedať či vyhnúť sa jej. Vznik námrazy už o zanedbateľnej hrúbke môže totižto ovplyvniť letové charakteristiky lietadla natoľko, že spôsobí stratu vzlaku, neovládateľnosť lietadla, či nekontrolovateľný pád lietadla.

Štatistika za obdobie troch rokov z oboch letísk nám priniesla zaujímavé fakty o výskyte zníženej dohľadnosti spôsobenej hmlou alebo dymom. Je evidentné, že letisko LZZI čelí nepriaznivým meteorologickým podmienkam ovplyvňujúcich jeho chod takmer v dvojnásobnom množstve oproti letisku LZIB. Za ich vznikom stoja mnohé faktory spomenuté vyššie. Najzávažnejším z nich je poloha letiska v doline medzi pohoriami v obkolesení viacerých vodných plôch, ktoré poskytujú priaznivé podmienky na vznik a pretrvanie zníženej dohľadnosti.

Jednotlivé skutočnosti uvedené v práci, ako aj konkrétne situácie z praxe by nás mali pripraviť a naučiť, ako s námrazou bojovať a vyhnúť sa jej. Všetky tieto poznatky sú nepochybne prínosom najmä pre začínajúcich pilotov Žilinskej

univerzity v Žiline, ale aj pre ostatný letecký personál využívajúci letisko.

[14] KAZDA, A. 1995. Letiská design a prevádzka. Žilina: Edičné stredisko VŠDS 1995. 377 s. ISBN 80-7100-240-2

## REFERENCIE

- [1] AVIATIONSAFETYNETWORK. Flight 1285 [online]. Dostupné na internete: <https://aviation-safety.net/database/record.php?id=19851212-0>
- [2] EASA. Deicing [online]. Dostupné na internete: [https://www.easa.europa.eu/default/files/dfu/198961\\_EASA\\_EGAST\\_GA10.pdf](https://www.easa.europa.eu/default/files/dfu/198961_EASA_EGAST_GA10.pdf)
- [3] AVIATIONWEATHER. How to Properly Use an Icing Forecast [online]. Dostupné na internete: [https://www.aviationweather.gov/static/adds/docs/icing/How\\_to\\_properly\\_use\\_an\\_Icing\\_Forecast.pdf](https://www.aviationweather.gov/static/adds/docs/icing/How_to_properly_use_an_Icing_Forecast.pdf)
- [4] AVIATIONKNOWLEDGE. Airframe Icing – A Pilots Worst Enemy!! [online]. Dostupné na internete: <http://aviationknowledge.wikidot.com/sop:airframe-icing>
- [5] WEATHER. Icing [online]. Dostupné na internete: [https://www.weather.gov/source/zhu/ZHU\\_Training\\_Page/icing\\_stuff/icing/icing.htm](https://www.weather.gov/source/zhu/ZHU_Training_Page/icing_stuff/icing/icing.htm) (citované 2020-01-08)
- [6] SKYBRARY. Pilot Report (PIREP) [online]. Dostupné na internete: [https://www.skybrary.aero/index.php/Pilot\\_Report\\_\(PIREP\)](https://www.skybrary.aero/index.php/Pilot_Report_(PIREP))
- [7] INDUSTRIAL-ELECTRONICS. Aircraft Electronics + Electrical Systems: Warning and protection systems [online]. Dostupné na internete: [http://www.industrial-electronics.com/aircraft\\_15.html](http://www.industrial-electronics.com/aircraft_15.html)
- [8] SKYBRARY. In-Flight Icing [online]. Dostupné na internete: [https://www.skybrary.aero/index.php/In-Flight\\_Icing](https://www.skybrary.aero/index.php/In-Flight_Icing)
- [9] JAROŠOVÁ, M.; VOJTKOVÁ, J. 2019. Fog and its occurrence at the Žilina Airport. In *INAIR 2019 GLOBAL TRENDS IN AVIATION* [online]. 2019, vol. 8, Dostupné na internete: <https://pdf.sciencedirectassets.com> (citované 2020-05-09).
- [10] NOVÁK SEDLÁČKOVÁ, A. 2018. The regional airports problems in the Slovak Republic. In *19th International Scientific Conference - LOGI 2018* [online]. 2018 (citované 2020-05-07)
- [11] KAZDA, A. et al., 2017. Small regional airports operation: unnecessary burdens or key to regional development. In *INAIR 2017* [online]. 2017 Dostupné na internete: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S235214651731089X> (citované 2020-04-05)
- [12] STEFANIK, M., BADÁNIK, B. & MATAS, M. 2012. Aspects of airport ground access/egress systems. International Conference on Industrial Logistics, ICIL 2012 - Conference Proceedings, pages 17-29
- [13] NOVÁK-SEDLÁČKOVÁ, A. & ŠVECOVÁ, D. 2018. The Regional Airports' Problems in the Slovak Republic: The Case Study of Zilina Airport. MATEC Web of Conferences 236, 02001

Pavol Fodor – narodený v Bratislave absolvoval v roku 2017 SPŠE na Zochovej ulici v Bratislave. Od roku 2017 študuje na Žilinskej univerzite v Žiline odbor letecká doprava. Absolvoval letecký výcvik na získanie kvalifikácie CPL a FI. Aktuálne pracuje vo výcvikovej organizácii Globe Aviation s.r.o. ako letecký inštruktor.