

WEATHER INFLUENCE ON FLIGHT IN MOUNTAIN TERRAIN

VPLYV POČASIA NA LET V HORSKOM TERÉNE

Róbert Galko
Air Transport Department
University of Žilina
Univerzitná 8215/1
010 26 Žilina
rogalko@gmail.com

Miriam Jarošová
Air Transport Department
University of Žilina
Univerzitná 8215/1
010 26 Žilina
miriam.jarosova@fpedas.uniza.sk

Abstract

The aim of the paper is to approach and get acquainted with meteorological elements that occur in mountain areas and how their occurrence affects the fluidity and safety of air traffic. The first part of the work was devoted to the history of observing meteorological conditions together with the development of monitored variables, their measurement scales and units used. Subsequently, climatology and meteorology were specified as scientific disciplines and weather in general. Furthermore, in the work we discussed in more detail the part of the atmosphere where the biggest changes in the weather and its creation take place. To illustrate the importance of monitoring and not underestimating meteorological phenomena, we emphasized the failure of the human factor in the most tragic aviation accident that occurred on the island of Tenerife. In the penultimate part of the theoretical part, we paid attention to the meteorological elements themselves, which have the greatest impact on aviation in mountainous areas. In the last theoretical part, we talked about aerial weather reports, which we also decoded. In the practical part, we characterized the airport Poprad-Tatry in terms of location in relation to the surrounding mountains and observed how the investigated meteorological elements affect the area.

Keywords

Meteorological elements. Atmosphere. Weather. Affect. Mountain areas. Turbulence. LZTT.

1. Úvod

V tejto bakalárskej práci sa v teoretickej časti venujeme klimatológii a meteorológii, ako sa jednotlivé vedné disciplíny historicky vyvíjali, čím sa zaoberajú a aké prvky sledujú. Neskôr rozoberáme vertikálne rozdelenie atmosféry z pohľadu, kde sa odohrávajú najhlavnejšie zmeny v počasí a miesta, kde zmeny počasia najviac vplývajú na let. V spojení s rozoberajúcimi meteorologickými prvkami spomínáme najtragickejšiu leteckú nehodu v histórii, aby sme poukázali na fatálnosť nedbanlivosti voči pozorovaniu meteorologických prvkov a ich predpovedaniu na leteckú dopravu. Neskôr sa v práci už podrobne zaoberáme jednotlivými meteorologickými prvkami, ktoré vplývajú na let v horskom teréne. V praktickej časti sa venujeme charakteristike letiska Poprad-Tatry. Nahliadneme do jeho histórie, následne sa zameriavame na výskyt spomínaných meteorologických prvkov a ich vplyv na samotný let v horskom teréne. Pre grafické zobrazovanie meteorologických úkazov používame internetové portály prístupné bežnému užívateľovi.

2. Klimatológia, meteorológia, počasie

V letectve je pozorovanie, meranie a zaznamenávanie jednotlivých javov, ktoré sa dejú v zemskej atmosfére, mimoriadne dôležité. Akékoľvek namerané výkyvy počasia musíme zaznamenať, vyhodnotiť a oboznámiť s nimi letovú posádku v jej blízkosti. Veľké výkyvy v počasí priamo ovplyvňujú let v takýchto oblastiach. Na meranie jednotlivých zmien nám slúžia meteorologické stanice. Profesionálne meteorologické stanice, ktoré poskytujú informácie pre letectvo, sa nachádzajú

na letiskách Bratislava, Sliač, Piešťany, Žilina, Poprad-Tatry a Košice. Vydávajú meteorologické správy, ktoré obsahujú dôležité informácie o jednotlivých zmenách počasia a aj o ich časovej zmene.

Klimatológia je veda, ktorá sa zaoberá štúdiom zemskeho podnebia z globálneho alebo z územného hľadiska. Vysvetľuje a popisuje jednotlivé úkazy, ktoré sa vyskytujú na Zemi. Definuje, čo je podnebie a definuje jednotlivé klimatické oblasti podľa pozorovaných úkazov z historického hľadiska, jej výkyvmi v minulosti a aj v súčasnosti v konkrétnych oblastiach. Vďaka pozorovaným a zaznamenaným zmenám vieme určiť, aké možné zmeny v podnebí v danej oblasti môžu nastať v blízkej budúcnosti. Táto vedná disciplína sleduje všetky parametre podnebia. Podnebie, alebo inak nazvané klíma, definujeme ako režim počasia s dlhodobým časovým charakterom. V klimatológii sa stretávame s rôznymi klimatickými prvkami. Na základe ich štatistických vlastností z merania a pozorovania meteorologického prvku ako je vlhkosť dážď, teplota a iné, vieme využiť tieto informácie napríklad na priemernú mesačnú alebo ročnú teplotu vzduchu, vlhkosť vzduchu, zrážky a iné.

Meteorológia je veda, ktorá sa zameriava na skúmaním javov a prebiehajúcich dejov v zemskej atmosfére. Zaoberá sa skúmaním zemskej atmosféry, to zahŕňa napríklad jej zloženie, celkový teplotný režim priamo v atmosfére alebo na zemskom povrchu, režim vlhkosti, obecnú cirkuláciu v atmosfére, elektrické, optické a akustické javy. Pre potreby pozorovania meteorologických prvkov vznikli tzv. meteorologické stanice. Na meranie sa používajú kalibrované prístroje, ktoré s veľkou

presnosťou určujú hodnoty jednotlivých meteorologických prvkov. Meteorologické prvky definujú stav atmosféry z fyzikálneho hľadiska a aj samotné atmosférické javy. Tieto jednotlivé meteorologické prvky spolu charakterizujú počasie. Medzi prvky zaraďujeme napríklad slnečné žiarenie, teplotu vzduchu, teplotu pôdy, tlak vzduchu, vlhkosť vzduchu, výpar, oblačnosť, atmosférické zrážky, smer vetra a pod.

Počasia sa neustále mení vzhľadom na lokalitu. Medzi činitele, ktoré ovplyvňujú samotné počasie patrí napríklad more alebo oceán a vzdialenosť od nich, vysoké pohoria, nížiny, podnebia, v ktorom sa daná lokalita nachádza (tropické, subtropické, mierne a pod.) a v neposlednom rade nadmorská výška. Podnebie určujeme hlavne na základe množstva nameraných zrážok a priemernej nameranej teploty. Počasie dokážeme pomenovať, podľa meteorológie, ako okamžitý stav atmosféry, ktorý je definovaný súborom nameraných hodnôt zo všetkých meteorologických prvkov a atmosférických javov v danom mieste a v konkrétnom čase.

3. Atmosféra

Atmosféra vytvára plynný obal Zeme, v ktorom sa dejú všetky meteorologické javy. Pozostáva z niekoľkých vrstiev, pričom všetky zmeny, ktoré vieme pozorovať a ktoré ovplyvňujú samotný let, sa dejú v troposfére. Na základe zemskej gravitačnej sily vieme, že najvyšší tlak a hustotu, má atmosféra pri zemskom povrchu. S narastajúcou nadmorskou výškou sa tlak a hustota rapídne znižuje. Približne do výšky 5,5 km je koncentrovaných až 50% celkovej hmotnosti atmosféry a do výšky 20 km je 90% hmotnosti.

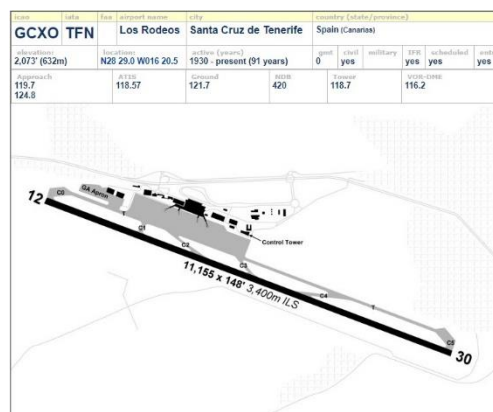
Atmosféru a zmeny v nej vieme pozorovať nie len v horizontálnej, ale aj vo vertikálnej rovine. Hlavné zmeny vo vertikálnej rovine sú zmena teploty, hustoty a tlaku vzduchu. V našom prípade sa budeme predovšetkým zaoberať najspodnejšou vrstvou atmosféry, ktorá sa nazýva troposféra. Vyčleňujeme ju od zemského povrchu až do výšky približne 10 – 16 km. Výška sa mení vzhľadom na to, či danú výšku atmosféry pozorujeme na póloch alebo na rovníku. Zmenu vo výškach horných hraníc zapríčiňuje rotácia Zeme a teda odstredivá sila, preto výška hornej hranice troposféry bude najvyššia na rovníku a naopak najnižšia výška hornej hranice sa bude nachádzať na jednotlivých póloch. Teplota v troposfére sa s výškou mení približne o 0,65 °C na 100 m.

4. Nehoda v Tenerife

Nehodu v Tenerife, chceme poukázať na nebezpečenstvo výskytu hmly pre leteckú dopravu. Zároveň kladieme dôraz na dôležitosť pozorovania a predpovedania všetkých meteorologických prvkov, ktoré môžu akýmkoľvek spôsobom nežiadúco ovplyvniť plynulosť a predovšetkým bezpečnosť leteckej premávky. 27. marca 1977 sa udiala najtragickejšia nehoda v histórii letectva. Začiatok celej nešťastnej udalosti, vieme sledovať od ohlásenia bombového útoku na letisku Las Palmas de Gran Canaria (LPA), ktorá neskôr aj vybuchla.

Letisko Los Rodeos, dnes Tenerife North, sa nachádza na najväčšom ostrove Kanárskych ostrovov, ktoré patria Španielsku. Oproti letisku LPA sa nachádza vo vyššej nadmorskej výške a je podstatne menšie. Na základe jeho veľkosti nebolo možné, aby ustálo odvrátenie veľkého počtu letov. Napriek tejto skutočnosti muselo letisko zabezpečiť, aby prichádzajúce lety tu

mohli pristáť a následne bezpečne odletieť. Kvôli nedostačujúcim priestorom vyhradeným pre parkovanie lietadiel, boli dispečeri nútení umiestniť lietadlá na jedinú príjazdovú cestu.



Obrázok 1: Letisko TNF, pohľad zhora. Zdroj: <https://rjets.net/airports/?show=522>

Boeing 747 KLM sa rozhodol kvôli ušetreniu času, dotankovať plnú nádrž, aby nemusel znovu tankovať na cieľovom letisku. Dotankovaním zdržal aj Boeing 747 Pan Am a vďaka tomu obe lietadlá išli na vzletovú dráhu krátko po sebe. Po zaujatí pozície Boeingu KLM pre vzlet, druhý Boeing Pan Am išiel práve v protismere s pokynmi, aby opustili dráhu treťou odbočkou, a tak uvoľnili dráhu pre vzlet. Kvôli nadmorskej výške, v ktorej sa letisko TFN nachádza, sa vytvorila hustá hmla, ktorá výrazne znížila viditeľnosť na toľko, že dispečeri nevideli na dráhu. Kvôli hustej hmle posádka Boeingu 747 Pan Am netrafila odbočku, ktorú mali použiť a rozhodli sa použiť nasledujúcu odbočku bez oznámenia. Oproti nim sa kapitán van Zanten rozhodol pre vzlet, pritom dostával pokyny od dispečera pre prvú letovú hladinu (znamená čistý vzduch nad dráhou, nie však voľno na dráhe). V hmle sa jednotlivé posádky navzájom nevideli, preto van Zanten dal maximálny ťah pre vzlet. Po krátkom čase van Zanten uvidel na dráhe navigačné svetlá druhého Boeingu, avšak už na zastavenie bolo neskoro, preto sa rozhodol o zdvihnutie lietadla. Kvôli plným nádržiam bolo lietadlo príliš ťažké na to, aby sa odlepilo od zeme. Van Zanten prudko potiahol riadiacu páku, čo zapríčinilo náraz chvostovej plochy o zem. Posádka Boeingu 747 Pan Am sa pokúsila o rýchle opustenie dráhy, avšak tento manéver nestihla a lietadlá do seba narazili. Nehoda si vyžiadala celkovo 583 mŕtvych, čím sa stala najtragickejšou leteckou nehodou v dejinách.

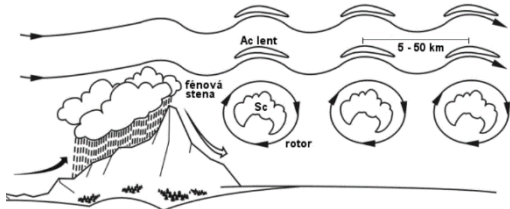
5. Let v horách

Počas letu v horách alebo v horských oblastiach vplýva na lietadlo a taktiež na letovú posádku mnoho meteorologických prvkov. Na náhle zmeny meteorologických podmienok musí byť pilot schopný zareagovať takmer okamžite. Musí byť schopný dokázať stabilizovať lietadlo, aby sa predišlo katastrofálnym následkom. Zmeny podmienok sa najčastejšie prejavujú krátkym trvaním, no však silnou intenzitou. V každej oblasti na zemskom povrchu sa na základe pozorovania prebiehajúcich dejov a podmienok dá predpokladať pravidelnosť leteckých podmienok.

5.1. Vietor

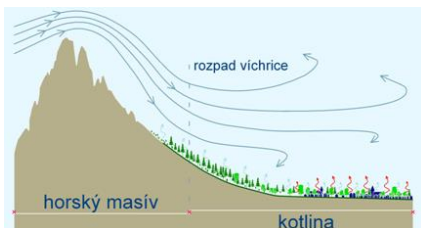
Vznik vetrov a ich pohyb, zapríčiňuje vyrovnávanie rozdielov tlaku vzduchu. Pri tlakovej výške pozorujeme pokojnejšie počasie na rozdiel od tlakovej nízke. Je to preto, lebo vietor prúdi z tlakovej výšky do tlakovej nízke a v dôsledku toho v tlakovej nízke bude silnejší vietor, väčšia oblačnosť a aj vyššia pravdepodobnosť zrážok. Podľa synoptických máp, ktoré znázorňujú rozloženie tlakových útvarov a ich izobár, sme schopní povedať ako sa vzduch nad územím pohybuje, a z ktorého smeru prichádza. Pre potreby našej problematiky sa budeme zaoberať vetrami, ktoré môžu vzniknúť hlavne v horských oblastiach alebo v ich blízkostiach, a teda predstavujú možné problémy pre pilotov lietadiel a letovej posádky.

Turbulencia sa podieľa na ovplyvňovaní prúdenia vzduchu. Samotnú turbulenciu ovplyvňujú predovšetkým tvary miestneho reliéfu ako napríklad nížiny, pohoria, kotliny. Prúdenie vzduchu pri povrchu Zeme taktiež ovplyvňuje miestna vegetácia. Vegetácia ovplyvňuje najmä drsnosť povrchu a v konečnom dôsledku rýchlosť prúdenia vzduchu, ale má zásadný vplyv aj na smer prúdenia. Vytvára sa na základe meniacich sa vektorov rýchlosti vetra. Vieme ju pozorovať podľa nárazovitosti vetra. Nad členitým povrchom sa neustále vytvárajú turbulencie, ktoré sú výraznejšie, ak je rýchlosť vetra vyššia a terén je viac nepravidelný. Túto turbulenciu označujeme ako mechanickú. Jeden z ďalších druhov turbulencií je termická turbulencia. Vďaka konvexii, vieme pozorovať pohyby vzduchu zvislo nahor alebo nadol, čo sú vlastne poruchy v ustálenom prúdení. Konvexii sa venujeme v práci neskôr. V prípade ak prúdi silný a ustálený vietor ponad horské hrebene, vieme pozorovať vlnové prúdenie. Vlnové prúdenie je v jej vlne ustálené bez výskytu turbulencií, avšak pod vlnami dochádza k vytváraniu tzv. rotorov, kde sa vyskytuje silná turbulencia. Rotor býva vždy najviac výrazný pri prvej vlne za hrebeňom.



Obrázok 2: Vlnové prúdenie a vznik rotorov za hrebeňom pohoria.
Zdroj: <https://www.kstst.sk/paques/vht/meteo/oblaky4.htm>

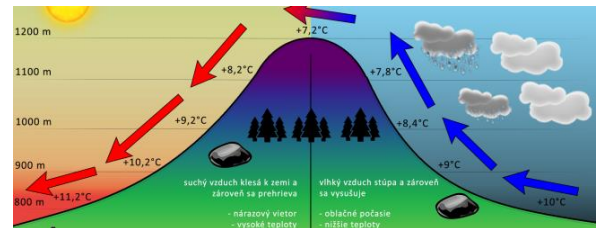
Vietor, ktorý je ovplyvnený vzhľadom a tvarom reliéfu alebo orografiou, nazývame Bóra. Prúdi z chladnej vzduchovej hmoty a je typický vysokou nárazovitosťou. Vďaka chladnému charakteru vetra je tento vietor veľmi ťažký. Počas prúdenia chladného vzduchu na náveternej strane pohoria sa tento vzduch začne hromadiť. Po dosiahnutí výšky pohoria, pri ktorom



Obrázok 3: Bóra.

sa vzduch nachádza, začne kvôli veľkej hmotnosti vysokou rýchlosťou padať na záveternej strane pohoria smerom dolu.

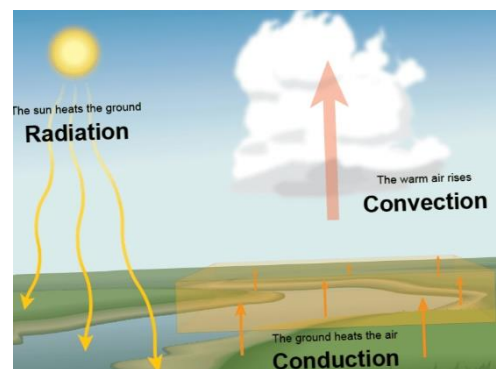
Vietor tiež ovplyvnený vzhľadom a tvarom reliéfu alebo orografiou, podobne ako Bóra, sa nazýva Föhn. Na rozdiel od Bóry je tento vietor teplý a suchý a vyskytuje sa na záveternej strane pohoria. Vzniká na princípe odlišných tlakov vzduchu na náveternej a záveternej strane pohoria. Na náveternej strane pozorujeme ochladzovanie vzduchu a jeho postupné obohacovanie o vlhkosť. Začne sa vytvárať oblačnosť a atmosférické zrážky. Na opačnej, záveternej strane pohoria pozorujeme suchý klesajúci vzduch. Klesaním sa otepľuje v celom svojom profile, výsledkom čoho je teplejší a suchší vzduch.



Obrázok 4: Föhn.

Horský a dolinový vietor patrí medzi vetry, ktoré sa vyznačujú miestnou cirkuláciou v oblasti hôr alebo pohorí. Sú charakteristické opakovaním počas dňa a noci. Tvoria sa vďaka radiačnému, teda vyžarovacemu typu počasia. Cez deň sa vďaka Slnku ohrievajú svahy hôr alebo pohorí, čo zapríčiňuje oteplenie prízemného vzduchu. Oteplený a teda ľahší vzduch začne stúpať smerom nahor a na jeho miesto bude prúdiť chladnejší vzduch z okolitých dolín. Takýto vzduch nazývame dolinový vietor. Naopak v noci pozorujeme opačný priebeh. Vzduch, ktorý cez deň stúpil smerom nahor sa ochladí od atmosféry a začne klesať zo svahov hôr alebo pohorí smerom nadol. Svojim prúdením vytlačí nahromadený, o trochu teplejší vzduch v doline. Tento druh vetra nazývame horský vietor.

Pri konvexii dochádza k porušeniu v ustálenom prúdení, čo znamená pohyb vetra vo vertikálnom smere. K premiešaniu vzduchu napomáha turbulencia, ktorá konvexiu sprevádza. Konvexiu vieme rozdeliť do dvoch základných druhov a to termickú a dynamickú. Termickú pozorujeme pri nepravidelnom ohrievaní povrchu. Dynamickú ako dôsledok nútených pohybov pri prúdení vo vertikálnom smere okolo terénnych prekážok. Výstupné prúdy sa podieľajú na vytváraní orografických oblakov.



Obrázok 5: Termická konvexia [Zdroj: <https://leskanaris.com/5779-convection-and-weather.html>]

5.2. Tlakové útvary

Pri tlaku vzduchu pozorujeme vlastnosti vzduchu ako silu vo vertikálnej rovine, hustotu, obsah vodnej pary, teplotu a kde sa vzduch nachádza (nadmorská výška a zemepisná poloha). Ak je vzduch hustejší, teda ťažší, bude väčšou silou pôsobiť na zemský povrch. Veličinu tlaku vzduchu zaraďujeme medzi najdôležitejšie atmosférické prvky. Akákoľvek zmena tlaku vzduchu v atmosfére bezprostredne mení celkovú meteorologickú situáciu (počasie). Tlak vzduchu sa nepretržite mení, čo znamená, že nie je možné, aby každé miesto na Zemi malo svoj prislúchajúci tlak vzduchu.

Štandardnú atmosféru využívame v letectve pri množstve výpočtov pre ideálne podmienky. Hodnota tlaku vzduchu vychádza z priemernej hodnoty tlaku vzduchu na hladine mora, čo predstavuje 1013,25 hPa. Teplota vzduchu pri týchto podmienkach je 15° C. Pokles teploty s výškou každých 1000 m klesá o 6,5° C.

Barické pole, je definované ako plocha ohraničená čiarami, tzv. izobarami. Izobary spájajú miesta na mape, ktoré majú rovnaký tlak vzduchu. Určuje polohu tlakových útvarov voči zemskému povrchu. Oblasti vysokého alebo nízkeho tlaku vzduchu pozorujeme na synoptických mapách zakreslené pomocou izobár. Tieto oblasti inak nazývame aj ako tlakové polia.

Oblasť nízkeho tlaku vzduchu vieme inak pomenovať aj ako cyklóna. Tvoria ju spojené izobary, kde centrom je oblasť s najnižším tlakom vzduchu, ktorý sa smerom od stredu postupne zvyšuje. Severná pologuľa je typická svojím rotovaním vzduchu proti smeru hodinových ručičiek, zatiaľ čo južná pologuľa je typická svojím prúdením po smeru hodinových ručičiek. Prúd vzduchu v cyklóne sa stáča smerom do jej stredu. Jej pohyb sledujeme zo západu na východ. V letnom období cyklóna prináša pokles teploty a naopak v zimnom období nárast teploty (v zimnom období oblačnosť napomáha odrážať vyžarované teplo späť na zemský povrch, a tak udržiavať teplotu). Cyklóny vo svojom vývoji vytvárajú prinajmenšom dva atmosférické fronty. Tlaková níz je charakteristická svojím vplyvom na počasie, ktoré však závisí od ročného obdobia a taktiež od smeru, odkiaľ sa pohybuje.

Vznik frontálnych rozhraní charakterizuje proces frontogenézy. Atmosférické fronty sa vytvárajú v tlakovej níži podľa odporozovaných krokov. Spočiatku prúdi priamočiaro vedľa seba teplý a studený vzduch. Neskôr dochádza k narušeniu hranice medzi nimi a vzniká rozvlnenie hranice. Jedna z hmôt začne vytláčať druhú. Na hranici potom pozorujeme vzniknutú cyklónu. V cyklóne na jej východnej strane sa v dôsledku prúdenia teplého vzduchu na sever, začne tvoriť teplý front. Naopak na západnej strane cyklóny pozorujeme tvorbu studeného frontu. Na východnej strane sa teplý vzduch naďalej posúva smerom na sever a na západnej strane chladný na juh. Jednotlivé fronty sa postupne stretnú v centre cyklóny. Po stretnutí studeného frontu s teplým frontom, kvôli menšej hustote teplého vzduchu a teda jeho nižšej hmotnosti, je teplý front vytlačený studeným frontom smerom hore. Po vyplnení cyklóny studeným vzduchom dochádza k rozpadu okluzného frontu a k zániku cyklóny.

Oblasť vysokého tlaku vzduchu inak nazývame aj anticyklóna. Rovnako ako u cyklóny je anticyklóna tvorená spojenými izobarami so stredom, kde je najvyšší tlak vzduchu. Tlak vzduchu od stredu anticyklóny klesá. Smer prúdenia vzduchu je opačný

ako u cyklóny. Na severnej pologuli pozorujeme smer prúdenia po smere hodinových ručičiek a naopak na južnej pologuli proti smeru hodinových ručičiek. Táto oblasť je taktiež charakteristická rozpadom atmosférických frontov, preto počasie v anticyklóne býva prevažne bez oblačnosti so slabým vetrom alebo aj s bezvetrím.

5.3. Teplotný režim atmosféry

Teplotný režim atmosféry a teplotu vzduchu zaraďujeme medzi meteorologické prvky, vďaka ktorým vieme merať teploty a teplotné rozdiely v atmosfére. Na základe nameranej priemernej teploty ovzdušia v priebehu mesiaca a množstvom zmeraných zrážok v tom období, vieme charakterizovať klímu v sledovanej oblasti.

Denným chodom teploty charakterizujeme vývoj teploty ovzdušia počas dňa. Na ohrievanie alebo ochladzovanie vzduchu má najväčší vplyv vyžarovanie tepla zo zemského povrchu. V dôsledku toho pozorujeme presun tepelnej energie zo zemského povrchu smerom nahor.

Ročný priebeh teplôt sledujeme vďaka nameraným priemerným teplotám vzduchu v jednotlivých mesiacoch. Pri ročnom chode teplôt používame globálne a absolútne amplitúdy. Globálna amplitúda vyjadruje rozdiel maximálnej a minimálnej nameranej teploty ovzdušia na celej Zemi a absolútna amplitúda vyjadruje miestny rozdiel teplôt vzduchu.

5.4. Vlhkosť vzduchu

V zemskej atmosfére sa voda objavuje vo svojich všetkých troch skupenstvách. Jej vplyvom najviac ovplyvňuje počasie, transportuje energiu zo všetkých zemepisných šírok. Jej skupenstvá vieme sledovať v atmosfére v podobe oblakov a zrážok, ktoré sa v nich produkujú. Sú to napríklad rosa, dážď, námraza, sneh, hmla a podobne. Vlhkosť vzduchu patrí medzi jedny z hlavných meteorologických prvkov, pomocou ktorých vieme pozorovať objem vody v zemskej atmosfére. Pohyb vody do atmosféry pozorujeme vďaka javom ako sú výpar a dýchanie.

Jav presunu vody do atmosféry môžeme sledovať pomocou výparu. K javu dochádza v podmienkach, kedy množstvo molekúl, ktoré sa presúvajú z povrchu do atmosféry je väčšie ako množstvo molekúl, ktoré sa vracajú na povrch. Výpar pokračuje, pokiaľ sa vzduch nenasýti vodnou parou. Množstvo nasýtenia vodnej pary je závislé od okolitej teploty prostredia. Pri teplejšom vzduchu je množstvo vodnej pary na nasýtenie vzduchu väčšie. Ak vzduch obsahuje väčšie množstvo vodnej pary, dochádza k jej kondenzácii a teda k tvorbe zrážok.

Prechody medzi jednotlivými skupenstvami vieme sledovať v atmosfére vďaka kondenzácii alebo depozícii. Zmeny skupenstva nemusia byť nutne v poradí od plynného cez kvapalné až po tuhé, ale na základe okolitej teploty sa môže vodná para zmeniť na kryštáliky ľadu. Kondenzáciou označujeme proces zmeny skupenstva z plynnej formy v podobe vodnej pary na kvapalné skupenstvo. Pri zmene skupenstva vodnej pary priamo na tuhú formu v podobe tuhých zrážok sa tento dej označuje ako depozícia.

Situácie, kedy kondenzácia vodnej pary spôsobuje pokles horizontálnej dohľadnosti menšiu ako 1 km, označujeme ako hmla. Obsahuje zmiešané vodné kvapky s okolitým vzduchom. Horná hranica hmly dosahuje výšku najmenej niekoľko

centimetrov, najviac aj niekoľko stoviek metrov. V situáciách bez výskytu prúdov vzduchu vieme pozorovať súvislú hornú hranicu hmly. V takom prípade hovoríme o prízemnej hmle a o prízemnej dohľadnosti. Údaj o prízemnej dohľadnosti je veľmi dôležitý pri pristávaní lietadla, keď kvôli hmle posádka nie je schopná vidieť prístávaciu dráhu.

Medzi meteorologické prvky, ktorým sa venujeme, taktiež patrí oblačnosť. Má priamy vplyv na udržiavanie teploty povrchu v danej oblasti výskytu. V procese sledovania oblačnosti sa dbá predovšetkým na veľkosť pokrytia oblohy oblakmi, aká hustá oblačnosť sa vytvára, z akého smeru sa oblačnosť pohybuje za použitia rovnakých princípov ako pri udávaní smeru vetra a v neposlednom rade, akou rýchlosťou sa oblaky pohybujú. Pri tvorbe oblakov zohrávajú najdôležitejšiu úlohu pohyby vzduchu vo vertikálnom smere tzv. výstupné pohyby. Stúpaním sa tlak vzduchu znižuje a zapríčini sa tak rozširovanie vzduchu a jeho následné ochladenie. Ochladením narastie celková vlhkosť alebo bod nasýtenia, začne sa voda kondenzovať a vytvárať oblaky.

6. Správy o počasí

Podrobné a zároveň stručné správy o počasí v letectve vieme nájsť najčastejšie vo forme správ METAR a správ TAF. Z predošlých kapitol vieme, že akýkoľvek meteorologický prvok je charakteristický tým, že pôsobí po určitú dobu na danom mieste. Pomocou meracej techniky na pozorovanie konkrétnych javov vieme predpovedať ich hodnoty, ktoré sa kvôli existencii určitých obmedzení pri meraniach podobajú, alebo najviac približujú k reálnym hodnotám v konkrétnom predpovedanom čase.

6.1. METAR

Používa sa pre informovanie leteckej posádky o aktuálnom stave počasia na letisku, v ktorom sa táto správa vytvorila. Opisuje stav počasia na letisku, poprípade aj v blízkom okolí v zaužívaných skratkách leteckej angličtiny, vďaka čomu nadobúda stručnosť pri jej vytváraní. Vytvorenie správy sa uskutočňuje v leteckých meteorologických staniách, ktoré sú priamo na tento účel vytvorené. Kódovanie správ METAR má predpísanú podobu, zavedenú organizáciou WMO. Každý prvok správy sa musí nachádzať na predpísanej pozícii, ktorá je priamo určená. V prípade, že sa nejaký meteorologický prvok nebude vyskytovať v danom mieste, je zbytočné ho zahŕňať do správy kvôli stručnosti.

METAR LZZI 281600Z 11002KT 9999 OVC047 02/00 Q1020= (Príklad kódovania správy METAR)

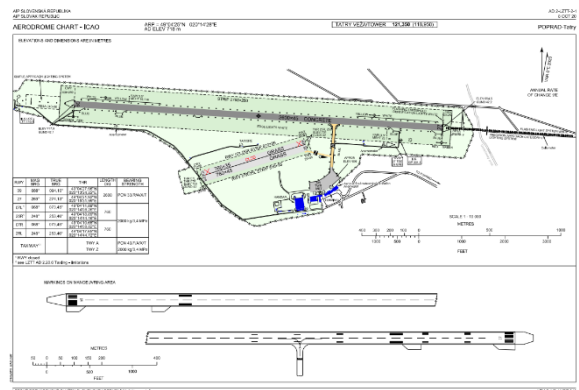
6.2. TAF

Od správy METAR sa líši svojou platnosťou na obdobie dlhšie ako sú 2 hodiny. Správa TAF má platnosť minimálne 6 hodín od vytvorenia a maximálne 30 hodín. Kódovaním sa veľmi podobá správe METAR. Pri vytváraní správ TAF sa správy rozdeľujú na krátke a dlhé TAFy. V prípade správ, ktorých časová platnosť je menej ako 12 hodín, je periodicita vytvárania 3 hodiny. Tieto správy sa označujú ako krátke TAFy. V prípade správ, ktorých časová platnosť prekračuje 12 hodín, avšak nie maximálnych 30 hodín, je periodicita vytvárania 6 hodín. Takéto správy sa označujú ako dlhé TAFy.

TAF LZIB 301700Z 3018/0118 12004KT 9999 SCT030
 BECMG 3023/0101 BKN012
 TEMPO 0100/0108 VRB02KT 4000 BR BKN008
 BECMG 0108/0110 SCT040
 TEMPO 0110/0116 13015KT=
 (Príklad kódovania správy TAF)

7. Charakteristika letiska Poprad-Tatry

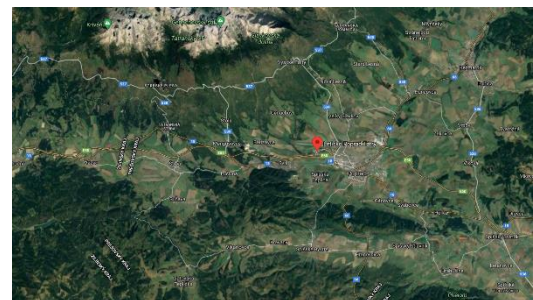
Letisko Poprad-Tatry je najvyššie položené letisko na Slovensku. Nachádza sa 718 m. n. m. Podľa ICAO skratky sa letisko označuje skratkou LZTT. Letisko svojim vybavením dovoľuje pilotom uskutočniť lety IFR alebo VFR, teda lety počas dňa a noci. Vzletová alebo prístávacia dráha je na tomto letisku orientovaná v smere 09/27, čo znamená v smere západ-východ. Orientácia smeru dráhy a spolu so samotnou polohou letiska LZTT, má letisko veľmi dobrú ventiláciu v týchto smeroch. Problémové však bývajú prúdy vetrov zo severného smeru a z južného smeru kvôli pohoriam a teda výskytom spomínaných meteorologických javov, ktoré priamo ovplyvňujú leteckú dopravu.



Obrázok 6: Letisková mapa LZTT.

Zdroj: https://aim.lps.sk/eAIP/eAIP_SR/AIP_SR_valid/pdf/aip/LZ_A_D_2_LZTT_2-1_en.pdf

Na obrázku č. 6 vidíme spomínanú skutočnú orientáciu prístávacej dráhy letiska LZTT v smere západ – východ. Dráha je týmto smerom orientovaná kvôli prúdiacemu vetru buď zo západného alebo východného smeru. Letisko aj pre svoje orientovanie v Popradskej kotline, je veľmi citlivé na západné prúdenie. Pri západnom vetre vieme pozorovať ventiláciu kotliny a často sa pri takomto prúdení Poprad javí stále veľmi teplou lokalitou na východe krajiny, hoci má vyššiu nadmorskú výšku.

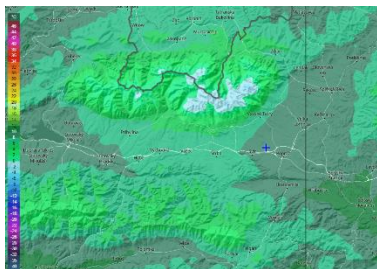


Obrázok 7: Umiestnenie letiska LZTT a jeho okolie.

Obrázkom č. 7 chceme názorne poukázať na umiestnenie letiska LZTT, ktoré zo severnej strany obklopuje pohorie Vysoké Tatry a z južnej strany Nízke Tatry. Zo západnej strany, rovnako ako z východnej strany, je otvorené a bez kopcovitých prekážok. Letisko LZTT je umiestnené v Popradskej kotline, kde sa z okolitých pohorí hromadí vzduch, na základe ktorého dokážeme pozorovať vznik a vplyv horského a dolinového vetra. Okrem spomínaných vetrov sa v danej oblasti vyskytujú pravidelné turbulencie, ktoré pozorujeme pri severnom alebo južnom prúdení. Pri južnom prúdení vzduchu vieme v tejto kotline pozorovať spomínaný jav Föhn, ktorý vzniká vplyvom Nízkych Tatier.

7.1. Vplyv meteorologických prvkov v oblasti letiska LZTT

V daný deň merania, sme pozorovali smer prúdu vetra zo západného smeru. Letisko je známe svojim problémom s turbulenciami, hoci prúdenie vetra v takomto smere nespôsobuje žiadne nepriaznivé vplyvy na let na danom letisku. Pristávacia dráha je orientovaná v smere západ-východ a v takomto prúdení vietor napomáha skrátiť dĺžku vzletu a pristátia. V prípade zmeny prúdu vetra zo severného smeru ponad Vysoké Tatry, v oblasti letiska LZTT sa v takej situácii očakávajú vo vyšších nadmorských výškach vlnové turbulencie, ktoré výrazne ovplyvňujú plynulosť a bezpečnosť letu a stabilitu lietadla a vyžadujú si zvýšenú pozornosť pilota. V nižších výškach môže vzniknúť rotor z vlnovej turbulencie, ktorý sa však očakáva v blízkosti pohorí na záveternej strane. Okrem spomínaných turbulencií, vieme pozorovať Bóru, pri prúdení vetra zo severu ponad Vysoké Tatry.



Obrázok 8: Teplotné pole v okolí letiska LZTT 10.05.2021.

Pozorovali sme aj teplotu vzduchu v okolí letiska LZTT. Vieme, že pohoria vplývajú na celkovú teplotu vzduchu v sledovanej oblasti. Spolu s vetrom, ktorý je ovplyvnený teplotou v oblasti, cez ktorú prúdi, vieme predpokladať konečný dopad na teplotu na letisku. Pri zmene smeru prúdenia vzduchu zo severu ponad horské prekážky, v takom prípade, že pozorujeme rozličné prehrievania horského terénu, očakávame vznik turbulencií, ktoré značne znepríjemňujú pilotom let v blízkosti hôr.

METAR pre LZTT

METAR LZTT 291400Z 23013KT 9999 SCT040 15/03 Q1008 NOSIG=

Správou METAR z dňa 29.04.2021 si názorne ukážeme ako vyzerá správa METAR pre letisko LZTT a aký typ počasia sa v danej oblasti nachádza. Hneď na začiatku vidíme, že správa bola vydaná 29.4. o 14:00. Ďalej zo správy zisťujeme smer a rýchlosť vetra a to 230 stupňov, čo znamená, že vietor prúdi z juhozápadu s rýchlosťou 13 uzlov. Prízemná dohľadnosť je viac ako 10 km. Zo skratky SCT vieme povedať, že je polooblačno so základňou vo výške 4 000 stôp. Teplota vzduchu je 15 °C a

teplota rosného bodu je 6 °C. Tlak vzduchu 1 008 hPa. Vieme teda povedať, že v danom čase v sledovanej oblasti musia piloti počítať s prúdením vetra z juhozápadu, ktorý je ovplyvnený Nízkymi Tatrmi a je teda pravdepodobný aj výskyt turbulencií v tejto oblasti. Z miernej oblačnosti nepredpokladáme žiadne zrážky, teda nehrozí ovplyvnenie letu zrážkami. V konečnom dôsledku môžeme povedať, že najvýraznejším prvkom, ktorý bude mať najväčší vplyv v danom čase na let, bude prúd vetra a vyskytujúce sa turbulencie.

8. Záver

Pozorovaním meteorologických prvkov na letisku LZTT sme si priblížili jednotlivé spomínané prvky a ich vplyv na let. Tiež sme analyzovali nebezpečenstvo pre pilotov, ktorí lietajú v danej oblasti. Nadobudli sme predstavu, aký zásadný vplyv na let má výskyt pohorí v blízkosti letísk. Pre popísanie jednotlivých prvkov a ich výskyt a vplyv na let, sme vychádzali z nadobudnutých informácií spracovaných v teoretickej časti. Pomocou meteorologických internetových, verejne dostupných stránok sme získali grafické zobrazenia pre každé spomínané prvky.

Referencie

- [1] KROLLOVÁ, S.: Letecká Meteorologická Služba. Žilinská Univerzita v Žiline. 2015. 182 s. ISBN 978-80-8181-015-2.
- [2] BALÁŽOVIČOVÁ, L.: Základy meteorológie a klimatológie pre geografov. Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici. 2015. 150 s. ISBN 978-80-557-0954-3.
- [3] POLČÁK, N.: Základy klimatológie pre geografov. Vysokoškolské skriptá. 1. vydanie. Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici. 2009. 115 s. ISBN 9788080837662.
- [4] PROKOP, M., FÖRCHTGOTT, J., a kol.: Meteorologie pro sportovní letce. Praha: Naše vojsko, 2. vydanie, 1963. 268 s.
- [5] DVOŘÁK, P., a kol.: Učebnice pilota 2019 – Svět křídel, LETECKÁ METEOROLOGIE. Cheb. 1. vydanie. ISBN – 978-80-7573-049-7.
- [6] NETOPIIL, R., a kol.: Fyzická geografia 1. Státní pedagogické nakladatelství Praha. 1. vydanie. 1984. 273 s. ISBN 14-383-84.
- [7] Majo Bóna, 2016. Katastrofa na Tenerife: Najväčšia letecká nehoda v dejinách [online] Magazin.sk. Dostupné na internete: <https://magazin.pluska.sk/techmag/katastrofa-tenerife-najvacsia-letecka-nehoda-dejinach> (citované dňa 2021-03-12)
- [8] Adam Zuska, 2017. Tenerife – čtyřicet let poté [online] Aeroweb. Dostupné na internete: <https://www.aeroweb.cz/clanky/5356-tenerife-ctyricet-let-pote> (citované dňa 2021-03-12)
- [9] Marcel Šulek, 2017. Nejtragičtější nehoda v dějinách, 583 mrtvých při srážce Boeingů 747. Chyboval kapitán KLM [online] Lidovky.cz. Dostupné na internete: <https://www.lidovky.cz/svet/odlet-nebo-vzlet-pred-40-lety-doslo-k-nejtragictejsi-letecke->

havarii.A170324_172527_In_zahranici_msk (citované dňa 2021-03-12)

- [10] Slovenský hydrometeorologický ústav: Letecká meteorológia [online]. Dostupné na internete: <http://www.shmu.sk/sk/?page=34> (citované dňa 2020-12-27)
- [11] Letisko Poprad-Tatry: O letisku [online]. Dostupné na internete: <http://www.airport-poprad.sk/sk/podstranky/letisko/oletisku.php> (citované dňa 2021-05-09)
- [12] AIP letiska Poprad-Tatry. [online]. Dostupné na internete: https://aim.lps.sk/eAIP/eAIP_SR/AIP_SR_valid/html/LZ-AD-2.LZTT-sk-SK.html (citované dňa 2021-05-09)
- [13] Slovenský hydrometeorologický ústav: Letisková meteorologická správa METAR [online]. Dostupné na internete: <http://www.shmu.sk/sk/?page=483> (citované dňa 2020-11-28)
- [14] Slovenský hydrometeorologický ústav: Letisková predpoveď TAF [online]. Dostupné na internete: <http://www.shmu.sk/sk/?page=484> (citované dňa 2020-11-30)
- [15] Galierikova, A., Materna, M., Sosedova, J. 2018. Analysis of risks in aviation. Transport Means - Proceedings of the International Conference, 2018, 2018-October, pp. 1427–1431.

Róbert Galko – narodený 21.5.1998 v Ilave. V 2018 absolvoval osemročné gymnázium Spojená škola sv. Jána Bosca v Novej Dubnici. V súčasnosti študuje bakalársky stupeň leteckej dopravy na Žilinskej univerzite v Žiline. rogalko@gmail.com