



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
LETECKÝ ÚSTAV

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AEROSPACE ENGINEERING

MLHY A NÍZKÁ OBLAČNOST NA LETIŠTI **OSTRAVA-MOŠNOV**

FOGS AND LOW-LEVEL CLOUDS AT THE AIRPORT OSTRAVA-MOŠNOV

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

TOMÁŠ HARANT

VEDOUcí PRÁCE
SUPERVISOR

RNDr. KAREL KRŠKA, CSc.

BRNO 2015

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Letecký ústav

Akademický rok: 2013/14

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Tomáš Harant

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Profesionální pilot (3708R030)**

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 bakalářské práce:

Mlhy a nízká oblačnost na letišti Ostrava-Mošnov

v anglickém jazyce:

Fogs and low-level clouds at the airport Ostrava-Mošnov

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Mlhy a nízká oblačnost jako limitující faktory provozu letišť. Kategorie RWY pro přesné přístrojové přiblížení. Způsoby určování dráhové dohlednosti a výšky spodní základny oblačnosti. Mlhy a nízká oblačnost na letišti Ostrava-Mošnov v chladném pololetí.

Cíle bakalářské práce:

Popište vliv mlhy a nízké oblačnosti na provoz letišť se zvláštním zřetelem na letiště Ostrava-Mošnov. Na základě meteorologického materiálu ČHMÚ vypracujte statistiku výskytu a trvání obou jevů na letišti v měsících chladného pololetí.

Seznam odborné literatury:

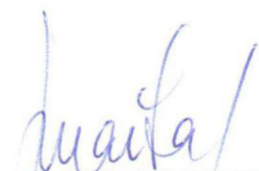
1. Beneš, V. a kol.: Učebnice pilota. Cheb 2009.
 2. Dvořák, V.: Letecká meteorologie. 2. vyd. Cheb 2010.
 3. Nedelka, M.: Prehľad leteckej meteorológie. Bratislava 1994.
 4. Volner, R. a kol.: Flight Planning Management. Brno 2007.
- Technická dokumentace transmissometru a ceilografu.

Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Karel Krška, CSc.


Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2013/14.

V Brně, dne 22.11.2013





doc. Ing. Jaroslav Juračka, Ph.D.
Ředitel ústavu



prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c.
Děkan

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce popisuje nízkou oblačnost a malou dohlednost, jejich postavení v leteckých meteorologických zprávách a jejich měření. Zabývá se mlhou jako hlavní příčinou malé dohlednosti, jejím vznikem, předpovědí a druhy mlh. Především se soustředí na způsoby určování a měření nízké oblačnosti a malé dohlednosti na letišti Ostrava- Mošnov. Jsou v ní vypracované pomocí tabulek a grafů statistiky pozorování nízké oblačnosti a malé dohlednosti na letišti Ostrava- Mošnov.

ABSTRACT

This thesis describes low altitude clouds and low visibility, their position in the aeronautical meteorological reports and measurements. Its main target is fog as the main reasons for lack of visibility, its origins forecasts and types of fog. Mainly focuses on ways of identifying and measuring of low altitude clouds and low visibility at the Ostrava- Mošnov airport. They are developed using tables and graphs of observation statistics, low visibility and small cloudness at airport Ostrava- Mošnov.

KLÍČOVÁ SLOVA

nízká oblačnost, malá dohlednost, mlha, letecké meteorologické zprávy, letiště Ostrava-Mošnov

KEYWORDS

Low altitude clouds, low visibility, fog, aeronautical meteorological reports, airport Ostrava-Mošnov

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod odborným vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím literatury uvedené v seznamu práce.

V Brně dne

.....

Tomáš Harant

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

HARANT, T. Mlhy a nízká oblačnost na letišti Ostrava Mošnov. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2015. 49 s. Vedoucí bakalářské práce RNDr. Karel Krška, CSc..

PODĚKOVÁNÍ

- Mé poděkování patří všem lidem, přátelům, kamarádům a známým, kteří mě podporovali, jak při psaní této bakalářské práce, tak v průběhu celého studia. Každý z nich si zaslouží mnohem více, než jen mé poděkování a já pevně věřím, že dostanu možnost všem to náležitě vynahradit a být jim stejně skvělou oporou.
- Především ale musím poděkovat panu doktorovi RNDr. Karlu Krškovi CSc., za vedení této bakalářské práce, za jeho neuvěřitelnou šlechetnost, a v neposlední řadě, za jeho čas věnovaný mě. Jsem hrdý, že jsem práci mohl psát právě pod jeho vedením.
- Rovněž chci zvláště poděkovat Českému hydrometeorologickému ústavu v Praze za poskytnutí meteorologických dat ke studijním účelům této práce. Bez tohoto velkorysého daru by tato práce nemohla vzniknout.
- Velký dík patří i panu doktorovi RNDr. Ladislavu Hrtoňovi, a všem pracovníkům meteorologické služebny na letišti Ostrava / Mošnov. Pouze a jenom díky nim mohla být vypracovaná kapitola čtyři včetně obrázků této bakalářské práce.
- Nesmím zapomenout poděkovat pracovníkům leteckého ústavu Vysokého učení technického v Brně za veškeré znalosti, o které se s námi byli ochotní podělit. Jsem šťasten, že mi ukázali skrytou krásu, ale i nebezpečí našeho společného koníčka letectví.
- Jedno z mých největších poděkování bych chtěl věnovat své rodině. Nikdo toho pro mě v životě neudělal tolik, jako právě rodina. Je nemožné slovy vyjádřit mou vděčnost, a proto bych chtěl alespoň na této závěrečné práci zanechat nesmazatelné poděkování.

OBSAH	7
1. ÚVOD	8
2. NÍZKÁ OBLAČNOST JAKO LIMITUJÍCÍ FAKTOR LETOVÉHO PROVOZU	9
2.1 Definice nízké oblačnosti	10
2.2 Nízká oblačnost v meteorologických zprávách	10
2.3 Druhy nízké oblačnosti	14
2.4 Způsoby měření spodní základny oblačnosti	16
3. MALÁ DOHLEDNOST JAKO LIMITUJÍCÍ FAKTOR LETOVÉHO PROVOZU	18
3.1 Druhy dohledností	20
3.2 Mlhy jako hlavní příčina malé dohlednosti	22
3.3 Druhy mlh	23
3.4 Malá dohlednost v meteorologických zprávách	24
4. URČOVÁNÍ NÍZKÉ OBLAČNOSTI A MALÉ DOHLEDNOSTI NA LETIŠTI OSTRAVA / MOŠNOV	26
4.1 Všeobecné informace o letišti	27
4.2 Meteorologické vybavení na letišti	28
5. VÝSKYT NÍZKÉ OBLAČNOSTI A MALÉ DOHLEDNOSTI NA LETIŠTI OSTRAVA / MOŠNOV V PĚTI CHLADNÝCH POLOLETÍCH OD 2008/09 AŽ 2012/13	32
6. ZÁVĚR	42
7. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	43
8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	45
9. ODKAZY NA OBRÁZKY	46
10. SEZNAM PŘÍLOH	47

1. ÚVOD

Cílem této bakalářské práce je popsat vliv nízké oblačnosti a mlhy na provoz letiště. Především se tato práce zaměřuje na mlhy a nízkou oblačnost pozorovanou na letišti Ostrava / Mošnov.

Tato práce je rozdělena do dvou částí. První část- obecná, pojednává o problematice meteorologických jevů jako mlha a nízká oblačnost, a druhá část- konkrétní, se zaměřuje na tyto meteorologické jevy pozorované na letišti Ostrava / Mošnov.

V obecné části se čtenář blíže seznámí s tím, jak nízká oblačnost a mlha omezuje letový provoz, jak jsou definované v leteckých předpisech, jaké jsou jednotlivé druhy mlh, a v neposlední řadě, jak tyto meteorologické prvky určujeme a kde můžeme nalézt výsledky jejich pozorování.

V druhé části této práce je popsáno dnešní meteorologické vybavení a uvedeny základní informace o letišti. Zároveň je v této části vypracován statistický přehled o výskytu malé dohlednosti a nízké oblačnosti za pět chladných pololetí na letišti Ostrava / Mošnov. Výsledky jsou získány ze zpráv METAR, poskytnuté Českým hydrometeorologickým ústavem. Statistiky výskytu jsou zapsané v tabulkách, podle kterých byly vytvořené grafy.

2. NÍZKÁ OBLAČNOST JAKO LIMITUJÍCÍ FAKTOR LETOVÉHO PROVOZU

Nízká oblačnost patří mezi nejdůležitější meteorologické prvky. Zasahuje do všech fází letu a závisí na úspěšnosti letu. Zvláště u letů, které jsou prováděny za podmínek viditelnosti VMC, takzvané VFR lety. Je to hlavně z toho důvodu, jelikož nízká oblačnost značně zhoršuje vertikální dohlednost, a to až na desítky metrů. Pilot, který letí VFR, nesmí vletnout do oblaku. Nejvíce pak nízká oblačnost ovlivňuje nejtěžší fáze letu, kterými jsou vzlet a hlavně přistání. I v dnešní době, kdy je radionavigace dostatečně rozšířená, pokročilá a odzkoušená, jsou stanoveny minimální výšky, takzvané výšky rozhodnutí, za nichž pilot musí vidět přistávací dráhu a převzít řízení letadla, aby mohl bezpečně provést přistávací manévry. Pokud se meteorologické podmínky zhorší natolik, že pilot nevidí dráhu ve stanovených výškách, pilot nesmí pokračovat na přistání a musí letět na alternativní letiště. Každá dráha vybavená ILS je zařazena do jednotlivých kategorií ICAO pro přesné přístrojové přiblížení. Podle toho se určuje výška rozhodnutí, která je součástí provozních minim na letišti. Letiště je uzavřeno v případě, pokud je dráhová dohlednost (anglicky **Runway visual range- RVR**) nebo výška rozhodnutí (anglicky **Decision height- DH**) menší, než stanovují jednotlivé kategorie. Výjimka nastává pouze v případě, nachází-li se na letišti ILS kategorie III. C nebo MLS. V takovémto případě není dráhová dohlednost ani výška rozhodnutí limitujícím faktorem [3].

Kategorie RWY	I.	II.	III. A	III. B	III. C
Dráhová dohlednost [m]	≥550	≥350	≥250	200≥ – ≥50	Bez omezení
Výška rozhodnutí [m]	≥60	60≥ – ≥30	30≥ – 0	15≥ – 0	Bez omezení
Konečná fáze přistání	Vizuálně	Vizuálně	Vizuálně	Vizuálně	Přístrojová
Pojíždění	Vizuálně	Vizuálně	Vizuálně	Vizuálně	Přístrojová

Tab. 1 Kategorie vzletových a přistávacích drah RWY pro přesné přístrojové přiblížení [4].

Systém přesného přiblížení na přistání (ILS)

ILS z anglického slova **I**nstrument **L**anding **S**ystem je radionavigační zařízení, které dává pilotům informace o přesné poloze letadla vzhledem ke zvolené trajektorii na přistání. Zvolená trajektorie je vytvořena ze dvou radionavigačních zařízení, a to z kurzového majáku (anglicky **L**ocalizer **L**LZ) a sestupového majáku (anglicky **G**lide **P**atch **B**eacon **GP**). O vzdálenosti, jakou se letadlo nachází před dráhou, jsou piloti informováni pomocí dvou až tří polohových návěstidel (**M**arkers **M**KR). Tato polohová návěstidla jsou postavena v předem známých vzdálenostech a na palubě letadla je světelně i zvukově indukován okamžik průletu těmito body. V některých případech je ILS doplněn o dálkoměr (**D**istance **M**easuring **E**quipment- **D**ME), který udává vzdálenost mezi letadlem a bodem dotyku na dráze. Výhodou použití dálkoměru je, že piloti jsou informováni o vzdálenosti po celou dobu během přistávacího manévru. Zkráceně řečeno ILS = LLZ + GP + MKR + (DME). Jednotlivé kategorie mají stanoveny i maximální odchylky od přednastavené trajektorie, zvláště pro LLZ a zvláště pro GP [2].

Kategorie	I.	II.	III.
LLZ [m]	± 10,5	± 7,5	± 3,0
GP [m]	± 3,0	+ 3 / - 0	+ 3 / - 0

Tab. 2 Max. dovolené odchylky od kurzové a sestupové roviny pro jednotlivé kategorie [2].

Mikrovlnný systém řízení přesného přístrojového přiblížení na přistání (MLS)

MLS z anglického slova **M**icrowave **l**anding **s**ystem je inovací ILS. Pracuje na vyšších kmitočtech v pásmu SKV/SHF (3 – 30 GHz), což umožňuje instalaci antén menších rozměrů. MLS využívá technologii TDM (anglicky **T**ime **d**ivision **m**ultiplexing), která umožňuje vysílat informace nejen o poloze v předem určených časových intervalech, přičemž každá informace má přidělené své místo (slot). Odstraňuje většinu nevýhod ILS. Jeho funkce není ohrožována vnějšími vlivy, umožňuje volbu vlastní trajektorie, zvyšuje rozsah kmitočtových kanálů a v neposlední řadě zmenšuje nároky na údržbu a provoz. Hlavní předností je možnost navádění letadla i za dráhou v případě nezdařilého přistání. MLS je složen z několika subsystémů, a to z vysílačů směrové roviny, které se nacházejí před a za RWY, vysílače sestupové roviny a podrovnání, které jsou umístěny na boku RWY a DME [2].

2.1 Definice nízké oblačnosti

Nízká oblačnost je v letecké meteorologii definovaná jako pokrytí oblohy oblaky v rozsahu alespoň 5/8 a s výškou základny oblačnosti nižší než 600 metrů [5].

2.2 Nízká oblačnost v meteorologických zprávách

Letecké meteorologické zprávy obsahují soubor informací o předešlém, aktuálním nebo předpovídaném stavu počasí. Tyto zprávy se šíří jak písemně (hlavně elektronicky), tak i hlasově. Písemné zprávy jsou uváděny v kódech a zkratkách, zatímco hlasové zprávy jsou uváděny celými slovy. I když se může zdát použití kódu a zkratk v písemných zprávách na první pohled problematické a nepřehledné, opak je pravdou. Všechny státy (až na drobné výjimky, jako třeba Spojené státy americké (USA), které tlak vzduchu QNH neudávají v hektopascalech, nýbrž v milimetrech rtuťového sloupce) totiž používají stejný kód (nejčastěji Q-kód) a stejné zkratky, takže si pilot dokáže zjistit informace o počasí bez větší námahy na jakémkoliv místě. Tyto informace pak může použít v plánování letu a zajistit tak maximální bezpečnost průběhu letu. Mezi nejznámější meteorologické zprávy patří METAR (pravidelná zpráva o stavu počasí na letišti), TAF (předpověď počasí na letišti), SPECI (speciální zpráva dosti podobná METARu vydávána při náhlé změně počasí), AIRMET (předpověď počasí pro lety v nízkých hladinách), SNOWTAM (tato zpráva se připojuje ke zprávě METAR, pokud je dráha pokrytá ledem nebo sněhem a zhoršuje brzdicí účinek), SIGMET (vydává se v případě výskytu nebezpečných jevů silné intenzity, jako jsou například bouřky, krupobití, turbulence, námraza, atd.) VOLMET (v podstatě jiná forma publikování zprávy METAR, a to v otevřené řeči, nejčastěji v angličtině) [6].

Nízká oblačnost v meteorologických zprávách METAR

Zpráva METAR je pravidelná letecká (letištní) meteorologická zpráva (z anglického slova **M**eteorological **a**viation **r**eport). Je vydávána v pravidelných intervalech po 30 nebo 60 minutách a je sestavena na základě pozorování meteorologických stanic na letišti. Tvar zprávy METAR je normován (to znamená, že má stále stejný styl). Tyto zprávy jsou zveřejňovány na internetové adrese www.meteo.rlp.cz; Za zprávu METAR může být přidána i přistávací předpověď TREND, kterou vydávají jen letecké meteorologické služebny s vysokoškolsky vzdělaným personálem. Ve zprávě METAR není nízká oblačnost uvedena přímo, ale jako množství pokrytí oblohy oblaky a výškou základny oblaku. Množství oblačnosti je uvedeno ve zkratkách vycházejících z anglických slov, a to:

Zkratky	Český překlad	Množství oblačnosti
OVC (O vercast)	Zataženo	8/8 ($\pm 100\%$)
BKN (B roken)	Skoro zataženo	5/8 – 7/8
SCT (S cattered)	Polojasno	3/8 – 4/8
FEW (F ew)	Skoro jasno	1/8 – 2/8
SKC (S ky clear)	Jasno	0/8 ($\pm 0\%$)

Tab. 3 Použité zkratky oblačnosti v meteorologických zprávách.

V případě, že dohlednost je větší než 10 km, nevyskytují se žádné oblaky pod 1,5 km (5000 ft) AGL a oblak druhu cumulonimbus (zkratka Cb), může být použita zkratka CAVOK (z anglického slova **C**louds and **v**isibility **O**K) [6].

Tvar kódu zprávy METAR + předpověď TREND vypadá následovně:

METAR	CCCC	YYGGggZ	(AUTO)
--------------	------	---------	--------

ddfffGf _m f _m KT nebo (MPS, KMH)	d _n d _n d _n Vd _x d _x d _x	VVVVD _v nebo CAVOK	V _x V _x V _x V _x D _v	RD _R DR/V _R V _R V _R V _R i nebo RD _R DR/V _R V _R V _R V _R V V _R V _R V _R V _R i	w'w'
--	--	-------------------------------------	--	---	------

N _s N _s N _s h _s h _s h _s (cc) nebo VVh _s h _s h _s nebo SKC	T, T, / T _d T _d	Q P _H P _H P _H P _H	REw'w'	WS RWY D _R D _R Nebo WS ALL RWY	T _s T _s / S S'	W R _R R _R E _R C _R e nebo SNOCLO
---	---	--	--------	--	--	--

TREND (předpověď)

TTTTT nebo NOSIG	TTGGgg (MPS, KMH)	ddfffGf _m f _m KT nebo CAVOK	VVVV nebo NSW	w'w' nebo	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...)
------------------------	----------------------	---	---------------------	--------------	--	----------

Množství oblačnosti je ve zprávě uvedeno místo značek N_sN_sN_s. Výška základny je uvedena místo značek h_sh_sh_s a značka cc udává oblaky Cumulus congestus (TCU) a Cumulonimbus

(Cb). VVh_sh_sh_s značí dosah vertikální dohlednosti. Můžeme si všimnout, že tyto značky se nachází jak ve zprávě METAR, tak i v předpovědi TREND.

Ukázku zprávy METAR přináší obr. 1 z letiště Ostrava/Mošnov z internetových stránek meteo.rlp.cz/LKMT_meteo.htm ze dne 3. 4. 2014 ve 3 hodiny ráno SELČ.



Obr. 1 Ukázka zprávy METAR z letiště LKMT [15].

Rozbor zprávy:

METAR LKMT- označení zprávy a indikativ letiště Ostrava/Mošnov.

030100Z- zpráva byla vydána 3. den v tomto měsíci, v 01:00 času UTC.

09002KT- vítr vane ze směru 090° rychlostí 2 uzly (1 uzel je přibližně 0,5 m/s).

CAVOK- dohlednost +10km, žádné oblaky pod 1,5 km (5000 ft) a žádné oblaky druhu Cb.

04/02- teplota vzduchu +4°C / teplota rosného bodu +2°C.

Q1009- letištní tlak QNH má hodnotu 1009 hPa.

NOSIG- neočekává se žádná význačná změna současného počasí.

=- značka „rovna se (=)“ označuje konec zprávy METAR.

Meteorologická zpráva SPECI

SPECI (z anglického slova **S**pecial) je zvláštní zpráva z pozemní stanice o náhlých změnách povětrnostních podmínek. Je dost podobná zprávě METAR. Hlavní rozdíl mezi zprávou METAR a zprávou SPECI je ten, že zpráva SPECI se vydává mimo pravidelné termíny pozorování. Zpráva SPECI je vydávána hlavně pro orgány řízení letového provozu a pro posádky letadel. Stejně jako zprávu METAR ji můžeme nalézt na internetových stránkách Řízení letového provozu České republiky. Podmínky pro zpravodajství SPECI se mění v závislosti od letištních provozních minim a ty zase hlavně podle úrovně zabezpečení letů v okruhu letiště. Na rozdíl od zprávy METAR, která musí vždy obsahovat tlak vzduchu (QNH), teplotu vzduchu a rosného bodu, zpráva SPECI tuto povinnost nemá. Zpráva SPECI se vydává například při větší náhlé změně hodnot dohlednosti, dráhové dohlednosti, výšky základny oblačnosti a dalších změnách meteorologické situace, a to jak při zhoršení podmínek, tak i při jejich zlepšení [5].

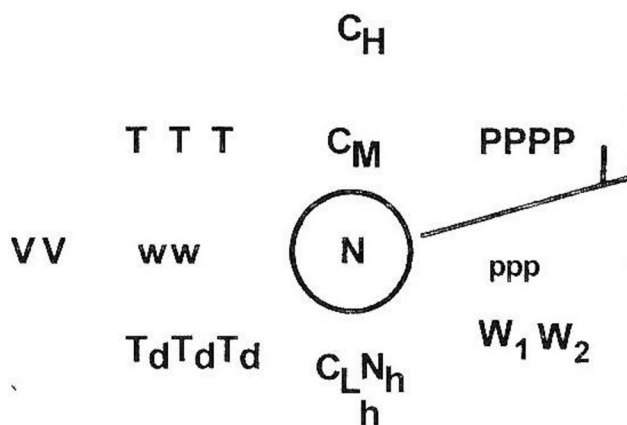
Meteorologická zpráva TAF

Jedná se o letištní předpověď počasí. Zkratka vychází z anglického slova **T**erminal **a**erodrome **f**orecast. TAF se strukturou od zprávy METAR příliš neliší, avšak na rozdíl od METARu jej vydává ústřední pracoviště v Praze. Používá stejné kódování a zkratky. Taktéž je

zveřejňována na stejné internetové adrese jako zpráva METAR a SPECI. Tato zpráva je velice důležitá pro piloty plánující let s místem přistání na daném letišti, jelikož zpráva obsahuje informace o meteorologických podmínkách, které se na letišti předpokládají. V zemích evropské unie se vydávají 2 druhy zprávy TAF. První druh této zprávy je tzv. „krátký TAF“ s platností většinou na 9 až 12 hodin. Druhý druh zprávy je tzv. „dlouhý TAF“ s platností 18 až 30 hodin. Krátký TAF je vydáván každé 3 hodiny, a TAF s delší platností každých 6 hodin. V současnosti letecká meteorologická služba v České republice vydává zprávu TAF s platností 30 hodin [6].

Nízká oblačnost na přízemních synoptických mapách

Nejobsáhlejší pravidelná zpráva z pozemní stanice o přízemních meteorologických pozorováních je zpráva SYNOP, která se používá jako zdroj informací pro kreslení povětrnostních map. Synoptické mapy mají všeobecné využití. Zpráva je vydávána v hlavním synoptickém termínu co 6 hodin (00.00, 06.00, 12.00, 18.00 UTC) a vedlejším synoptickém termínu co 3 hodiny (03.00, 09.00, 15.00, 21.00 UTC). Naměřené hodnoty ze stanic se do map zakreslují podle staničního modelu mezinárodně dohodnutým způsobem pomocí stanovených značek. Ve výsledku pak získáme celkovou povětrnostní situaci nad rozsáhlou částí vybraného povrchu zemského. Kódování informací staničního modelu je podobné jako v případě zprávy METAR. SYNOP uvádí pod šifrou C_L druhy oblaku nacházející se v nízké výšce (St, Sc, Cu, Cb). Nejnižší pozorovaná výška spodní základny oblačnosti je uváděna pod šifrou h a kóduje se podle tab. 5. Z tab. 5. je tedy patrné, že nízkou oblačnost můžeme na místě pozorovat pouze v případě, že ve staničním modelu je pod šifrou h číslice čtyři a menší než čtyři. Pod šifrou N (uprostřed staničního modelu) je udávané celkové pokrytí oblohy oblaky. Vyjadřuje se v osminách, a to bez ohledu na druhy oblaků. V tab. 4. pod textem je uvedeno, jak se pokrytí oblohy oblaky značí do staničního modelu. V případě, že není možné oblohu rozeznat (například při mlze), udává se značka 9 [5].



Obr. 2 Staniční model používaný na přízemních synoptických mapách [16].

0/0	1/8	2/8	3/8	4/8	5/8	6/8	7/8	8/8	9

Tab. 4 Značení celkového množství pokrytí oblohy oblaky na přízemních synoptických mapách.

Šifra	Výška základny oblačnosti v metrech
0	0 – 50
1	50 – 100
2	100 – 200
3	200 – 300
4	300 – 600
5	600 – 1000
6	1000 – 1500
7	1500 – 2000
8	2000 – 2500
9	nad 2500 nebo bez oblačnosti
/	Nelze určit

Tab. 5 Kódování výšky základny oblaků [5].

2.3 Druhy nízké oblačnosti

Příčinou vzniku oblaků je nasycení vzduchu v atmosféře vodní parou. Z toho vyplývá, že oblaky jsou tvořeny hlavně z vody nebo ledu, nicméně můžou být tvořeny i z prachu, kouře nebo průmyslových exhalátů. K nasycení vzduchu v oblaku dochází ve chvíli, kdy poměrná (relativní) vlhkost ovzduší dosáhne 100%. To je způsobeno dodáváním další vodní páry do ovzduší nebo poklesem teploty vzduchu [1].

Rozdělení oblačnosti

Oblaky rozlišujeme podle různých hledisek. Nejčastěji však podle výšky, vzhledu a složení. Na základě výšky oblaků se oblaky dále dělí buď podle kódu SYNOP nebo podle pater oblaku [8].

V kódu SYNOP jsou do šifry C_L (nízká oblačnost) zahrnuty oblaky druhu Stratocumulus (S_c), Stratus (S_t), Cumulus (C_u), Cumulonimbus (C_b). Do šifry C_M (střední oblačnost) oblaky Altostratus (A_s), Nimbostratus (N_s). Nakonec, do vysoké oblačnosti pod šifrou C_H můžeme nalézt oblaky typu Cirrus (C_i), Cirrocumulus (C_c), Cirrostratus (C_s) [1].

Jiným způsobem se dělí oblačnost podle pater oblaků. Nízké patro sahá od zemského povrchu do výšky 2 kilometrů a patří do něj oblaky druhu Stratocumulus (S_c) a Stratus (S_t). Střední patro, které je v rozmezí 2 až 7 kilometrů, kam patří jen oblak druhu Altostratus (A_s) a vysoké patro od 5 až do 13 kilometrů s oblaky druhu Cirrus (C_i), Cirrocumulus (C_c), Cirrostratus (C_s). Do pater oblaku se nezařazují oblaky vertikálního vývoje Cumulus (C_u), Cumulonimbus (C_b) a dále Altostratus (A_s) sahající ze středního do vysokého patra a Nimbostratus (N_s), který se může vyskytovat ve všech paterch [6].

Stratus (St)

Český překlad tohoto latinského slova je sloha. Tvoří se v nejnižších výškách, nejčastěji z mlhy, která se již nedotýká země. Má velmi neblahý vliv na psychiku člověka. Na podzim a v létě se stratus v dopoledních hodinách rozpouští a mění se v Stratocumulus (S_c), přičemž postupně rozvíjí slabou termiku. Na podzim a v zimě naopak z oblaku vypadávají ledové jehličky, sněhové zrna a mrholení [6].

Stratocumulus (Sc)

Rovněž i toto slovo je latinského původu, a jeho český překlad je slohová kupa. Tento oblak se vyskytuje ve výškách desítek metrů nad zemí a dosahuje nejvýše 2 km. Kvůli této nízké výšce je tvořen především z vodních kapiček, někdy s příměsí ledových krystalů. Na obloze jej lze rozeznat dle jeho kupovitých valounů (peřin) šedé barvy uspořádaných ve vrstvě [6].

Cumulus (Cu)

Česky psaný kumulus. Již z předchozího překladu lze odvodit, že překlad tohoto latinského slova je kupa. Termín Cu navrhl Brit L. Howard roku 1803. Je charakterizován jako osamocený oblak s ostře ohraničenými obrysy a obvykle hustý, tvarující se směrem nahoru v podobě věží nebo kup. Svou podobou nám z určitého směru může připomínat květák. Části oblaku, které jsou osvětlené sluncem bývají zářivě bílé, základna oblaku je však poměrně tmavá a téměř rovná. Můžeme se setkat i s případy, kdy jsou Cu roztrhané. Na rozdíl od Sc nikdy nezahluje celou oblohu. Podle vertikálního rozsahu a tvaru rozdělujeme Cu do tří vývojových stádií: Cumulus humilis (Cu hum), Cumulus mediocris (Cu med) a Cumulus congestus (Cu con). Za ideálních podmínek se může Cu dále vyvíjet v Cb [14].

Nejčastěji oblak pochází z působení termické konvekce za předpokladu, že je splněná podmínka, že konvekční kondenzační hladina se nalézá níž než horní hladina konvekce. Obvykle je nesrážkovým oblakem, nicméně z mohutných vertikálních Cu někdy mohou spadnout srážky v podobě krátce trvajících přeháněk. U pilotů kluzáků bývá tento oblak často spojován se silnými výstupnými proudy (termickými proudy). Je pravda, že výskyt Cu je závislý na termice, nicméně termika není závislá na oblaku [14].

Cumulonimbus (Cb)

V českém jazyce se tento oblak píše jako kumulonimbus, ale rovněž se můžeme setkat s českým označením bouřková kupa nebo bouřkový oblak. Termín Cb byl zaveden německým meteorologem P. Weilbachem zhruba o 77 let později, než tomu bylo u Cu. Je charakterizován jako hustý a mohutný oblak velkého vertikálního vývoje, který se podobá obrovským věžím nebo horám. Další charakteristikou oblaku je, že část jeho vrcholu je žebrovitá, hladká nebo vláknitá a skoro vždy zploštělá. Často se rozšiřuje do podoby širokého chocholu nebo kovářské kovadliny. Oblak je často spojován s bouřky, nicméně oblak může existovat, aniž by bouřka vznikla. Jedna z jeho dalších charakteristik je poměrně velký vertikální rozsah. Řádově se jedná o několik km, a někdy může vrchol Cb dosáhnout až do tropopauzy. Příčinou vzniku je intenzivní konvekce často na čarách instability nebo studených frontách, méně častěji pak na teplých frontách [14].

V letectví se oblak považuje za nebezpečný, jelikož se pod oblakem vyskytují velké stříhy větru a značná rychlost stoupání i klesání na minimální horizontální vzdálenosti (řádově až desítky m/s). Takto vysoké rychlosti výstupných proudů by mohli lákat především plachtaře, nicméně využívání takto silných termických proudů by mohlo mít za následek značné a nenávratné deformování tvaru letadla. U oblaku se dá očekávat i námraza, inverzní turbulence, kroupy velkých rozměrů a elektrické výboje. Proto je pro piloty tento oblak nejnebezpečnější, a není možné v jeho blízkosti zaručit bezpečný let [14].

2.4 Způsoby měření výšky spodní základny oblačnosti

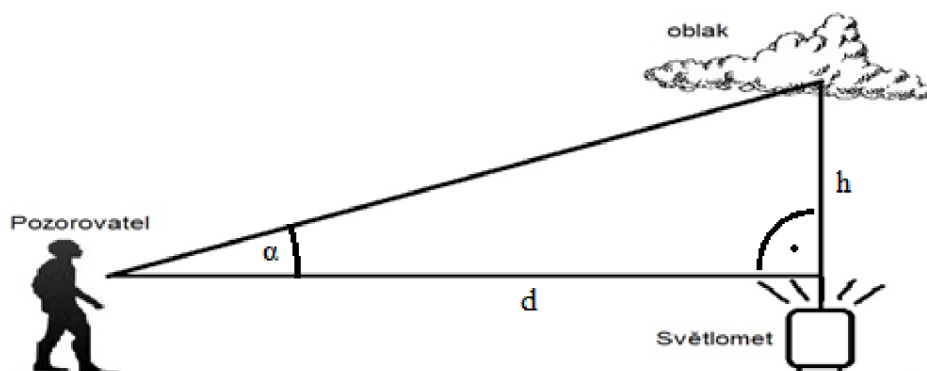
Jedná se o velice obtížné měření, na které je kladen velký důraz, jelikož jde o informace limitující letový provoz a ohrožující jednu z nejnáročnějších fází letu (přistání). Zvláštní komplikací v měření je výskyt mlhy, srážek nebo kouřma. K určení výšky spodní základny oblačnosti se na letišti používají ceilometry, nicméně i dnes se ještě používá měření oblakoměrným světlometem nebo pilotovacím balónkem [1].

Pilotovací neboli píchací balónek

V dnešní době je již tato metoda poměrně zastaralá, nicméně na řadě meteorologických stanic se tato metoda stále používá. Do vzduchu je vypuštěn balónek naplněný vodíkem, který stoupá předem stanovenou rychlostí. Rychlost stoupaní se řídí množstvím přidaného vodíku (bezbarvý plyn, latinsky hydrogenium, v periodické tabulce prvků uvedený pod značkou H) v balónku. Přibližně se jedná o rychlost v rozmezí 100 m/min až 200 m/min (360 km/hod – 720 km/hod). Po vypuštění balónku se měří čas, kdy už pozorovatel není schopen balónek rozeznat. Pomocí jednoduchého vzorce: dráha = rychlost x čas ($s = v \cdot t$) se nakonec vypočítá výška základny oblačnosti. Při výpočtu se musí dosadit správné jednotky. Tato metoda se samozřejmě dá používat pouze za mírného větru. Při vypouštění balónku v noci byl balónek doplněn o zvláštní svítící lampion nebo v dnešní době o žárovku připojenou k baterii. Každý balónek je opatřen nálezným štítkem, aby po spadnutí balónku na zem, mohl případný nálezce odevzdat balónek zpět k provedení evidenčních a statistických vyhodnocení. Nálezce by měl odevzdat balónek do rukou policie ČR [7].

Oblakoměrný světlomet

Rovněž se lze setkat i názvem vertikální světlomet. Taktéž se jedná o téměř historickou metodu určování základny oblačnosti. Princip spočívá v jednoduchém měření elevačního úhlu. Pozorovatel stojí v předem známé vzdálenosti od světlometu, který vyzařuje světelný paprsek svisle vzhůru. Pozorovatel pomocí pistolového úhlooměru měří úhel od horizontální roviny k bodu, kde spatří odraz světelného paprsku od oblaku. Výsledek získá z jednoduchého vzorce: výška základny = tangens úhlu x vzdálenost od světlometu ($h = \operatorname{tg} \alpha \cdot d$). Tuto metodu lze samozřejmě použít pouze v noci.



Obr. 3 Měření výšky spodní základny oblačnosti dálkoměrným světlometem.

Ceilometr

Jedná se o přístroj, který automaticky měří výšku základny oblaků. Za několik let se ceilometry stále zdokonalovaly a pracují na více principech a metodách měření. První metoda měření spočívá na podobném principu jako u oblakoměrného světloometu (vertikálního světloometu). Pozorovatel s úhloměrem je nahrazen fotoelektrickým snímačem, který provádí měření automaticky. Navíc, na rozdíl od oblakoměrného světloometu dokáže určovat výšku základny oblaků i ve dne. Druhá metoda je měření lokátorem IVO, jenž vysílá světelné impulzy na oblak, který se nachází nad ceilometrem a měří se čas, kdy se vrátí odraz světla zpět k přijímači na zemi. Třetí metoda měření výšky základny oblaků ceilometrem je pomocí optického radaru. Tato metoda je nejmodernější. Je využit laserový paprsek, který na oblaku zachytí optika radaru. Obrázek ceilometru je na stránce 31. v kapitole 4. této práce [1].

3. MALÁ DOHLEDNOST JAKO LIMITUJÍCÍ FAKTOR LETOVÉHO PROVOZU

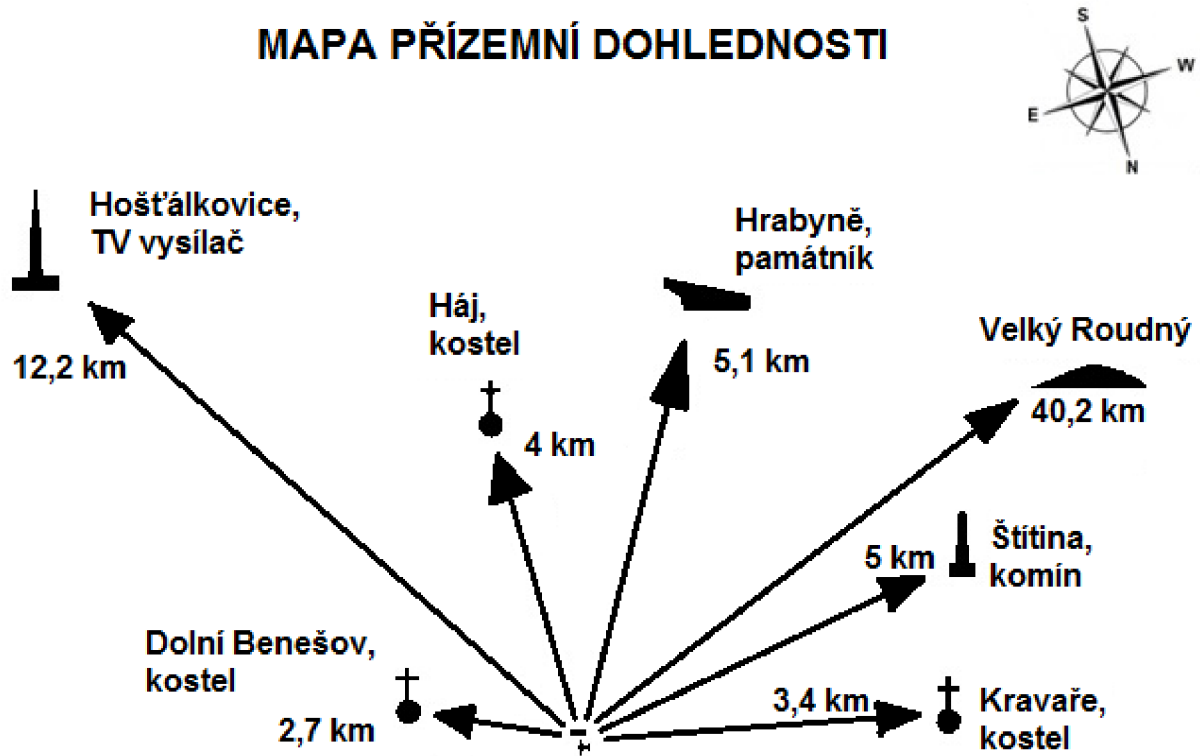
Meteorologický slovník uvádí meteorologickou dohlednost jako největší vzdálenost ve dne, na kterou lze spolehlivě rozpoznat černý předmět o úhlové velikosti mezi 0,5 až 5 stupňů, umístěný u země na pozadí mlhy nebo oblohy. V noci je to největší vzdálenost, na kterou jsou spolehlivě rozeznatelná světla určité stále a směrově málo proměnlivé svítivosti [14].

Největší vliv na dohlednost má atmosférický obal Země. Bez něj bychom vůbec neznali pojem dohlednost, protože i ten nejvzdálenější pozorovaný objekt by byl ostrý a nezamlžený. V dohlednosti by nás tedy limitovali jen překážky mezi pozorovaným objektem a pozorovatelem, a zakřivení zemského geoidu. Nicméně v naší atmosféře je světlo procházející vzduchovou hmotou zeslabeno a rozptýleno, čímž dochází k zeslabení světelného záření, takže jsme schopni vidět objekty jen na určitou vzdálenost [9].

Rozlišujeme několik druhů dohlednosti, přičemž každá má vlastní význam. Piloti někdy dohlednost zaměňují za viditelnost, nicméně i přesto, že v praxi nejsou rozdíly zvláště podstatné, literatura letecké meteorologie oba pojmy rozlišuje. Viditelnost je totiž určována jako možnost daný objekt ještě vidět, na rozdíl od dohlednosti, která objekt jen rozeznává od pozadí. Proto například v noci může být viditelnost velmi malá, ale dohlednost dobrá. Na území České republiky určuje dohlednost zaškolený personál ČHMU, a to tak, že sleduje objekty na horizontu v předem známé vzdálenosti. K měření dohlednosti se využívají i měřiče průzračnosti atmosféry, jako například transmisometry nebo PWD. Ty se využívají spíše při zhoršených meteorologických podmínkách a velmi malé dohlednosti [9].

Pokud pilot nemá informace z ČHMU, a chce sám zjistit dohlednost na letišti před vzletem, použije velice jednoduchou metodu. Rozhlédne se po obzoru a zaměří objekt (například stavbu velkých rozměrů), kterou je ještě schopen rozpoznat. Z mapy pak určí jeho vzdálenost, a tím zároveň zjistí i dohlednost v místě, kde se zrovna nachází. Je však nutné si uvědomit, že tím určí dohlednost pouze v jednom směru, zatímco v jiném směru může být dohlednost úplně jiná. Proto by měl tuto metodu použít do více směrů, aby předešel komplikacím za letu [9].

MAPA PŘÍZEMNÍ DOHLEDNOSTI



Obr. 4 Plánek pro určování přízemní dohlednosti na letišti Zábřeh (LKZA)



Obr. 5 Přízemní dohlednost na letišti Zábřeh (LKZA)

Pro piloty mají velký vliv i ostatní dohlednosti, jako například vertikální dohlednost, dráhová dohlednost, letová dohlednost a šikmá dohlednost. Při navigačních letech, které jsou prováděny za podmínek VMC (tzv. VFR lety), je dohlednost jedním z nejdůležitějších parametrů, protože pilot provádí za letu srovnávací navigaci. Proto mohou být lety VFR uskutečněny pouze za dohlednosti 5 km nebo speciální lety VFR za minimální dohlednosti 1,5 km. Vykonat let v tak malé dohlednosti je však už poměrně složité pro piloty provádějící srovnávací navigaci, a rozhodně by tato dohlednost neměla být podceňována. Pilot, který letí za této dohlednosti v letadle s cestovní rychlostí 180 km/hod, doletí do místa, kam dohlédne za pouhých třicet sekund! Pouze piloti vrtulníků můžou letět i za horší dohlednosti, a to pouhých 800 metrů [9].

3.1 Druhy dohledností

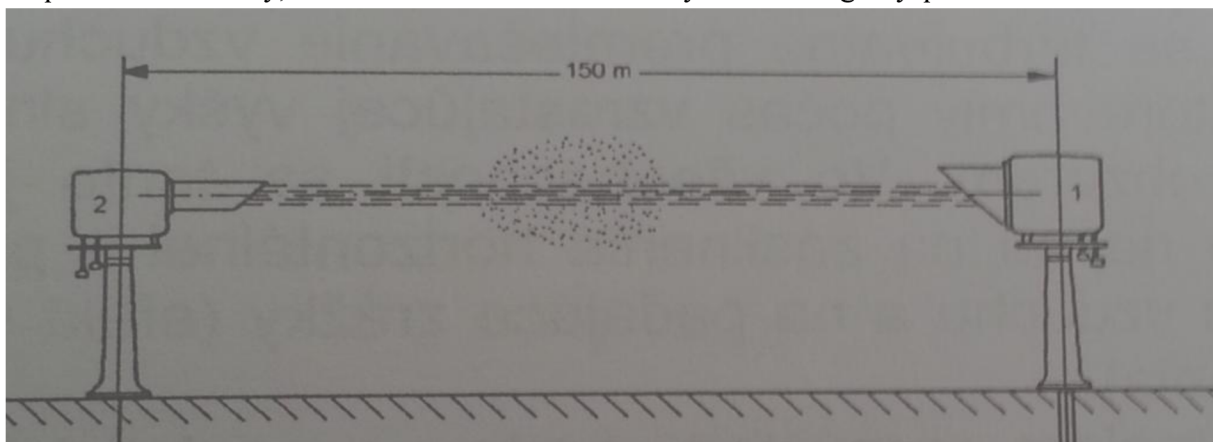
Dráhová dohlednost (RVR)

Meteorologický slovník definuje viditelnost dráhovou jako vzdálenost ve směru vzletu nebo přistání letadla, na kterou je při prahu kontrastu 0,05 viditelná buď vzletová a přistávací dráha, popřípadě značky vyznačující vzletovou a přistávací dráhu, nebo stanovená světelná návěstí o svítivosti většinou 10^4 kandel [14].

Měří se na drahách vybavených pro IFR lety a bývá jednou z příčin, které mohou vést k uzavření letiště. K tomu dojde ve chvíli, kdy dráhová dohlednost klesne pod stanovenou mez kategorie ICAO. Tyto meze jsou uvedeny v tab. 1. Dráhová dohlednost je pro piloty letadel zajímavá v malých hodnotách ($RVR < 2\text{km}$), a tudíž jí lze měřit s velmi dobrou přesností pomocí měřičů průzračnosti (propustnosti) atmosféry nazývaných transmisometry. Jsou instalovány na boku drah v užívání poblíž místa, kde se letadla mají dotknout dráhy (Touchdown zone- TDZ). Meteorolog doporučuje řídicímu stanovišti uzavřít letiště v případě, že je dráhová dohlednost menší, než povoluje kategorie dráhy. I přesto, že ICAO Annex 5 doporučuje celosvětově udávat hodnoty dráhové dohlednosti v metrech a většina zemí toto pravidlo respektuje, některé státy (například USA) toto doporučení ignorují, a udávají RVR v námořních mílích. To je nutné si uvědomit při letech s místem přistání na území USA, aby pak nedošlo ke zmatení letové posádky [9].

Transmisometr

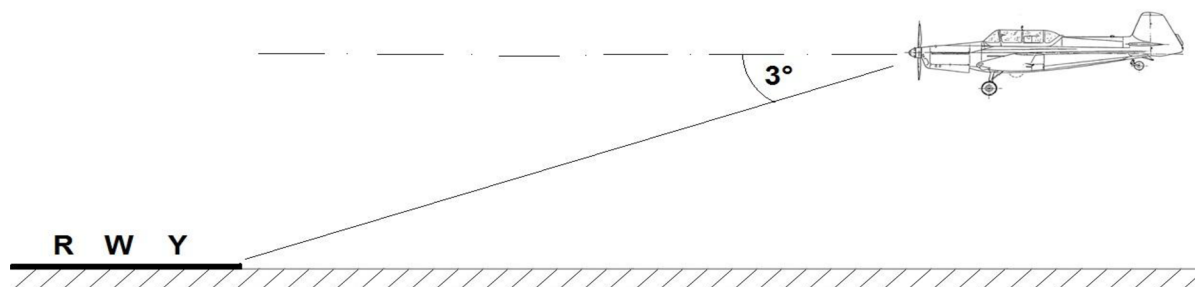
Využívá se k měření dráhové dohlednosti (RVR). Skládá se ze dvou částí: vysílače a přijímače, které jsou postaveny proti sobě v předem dané vzdálenosti, a ve výšce 5 metrů nad zemí. Vysílač vyšle opticky světelný paprsek směřovaný na přijímač. Během průchodu optického paprsku vzduchovou hmotou se intenzita světla zeslabí. Přijímač pohltí zbytek optického paprsku a na základě zeslabení intenzity světla vyhodnotí dráhovou dohlednost. Na některých letištích je na jedné dráze instalováno více transmisometrů, aby bylo možné určit RVR na více místech dráhy. Tyto přístroje dosahují vysoké přesnosti, která je pro letectvo (ať už civilní nebo vojenské) dostačující. Pokud přístroj vykazuje poruchu nebo ukazuje nespolehlivé hodnoty, musí dohlednost určit zkušený meteorologický pozorovatel odhadem.



Obr. 6 Vysílač (1) a přijímač (2) transmisometru [17].

Šikmá dohlednost

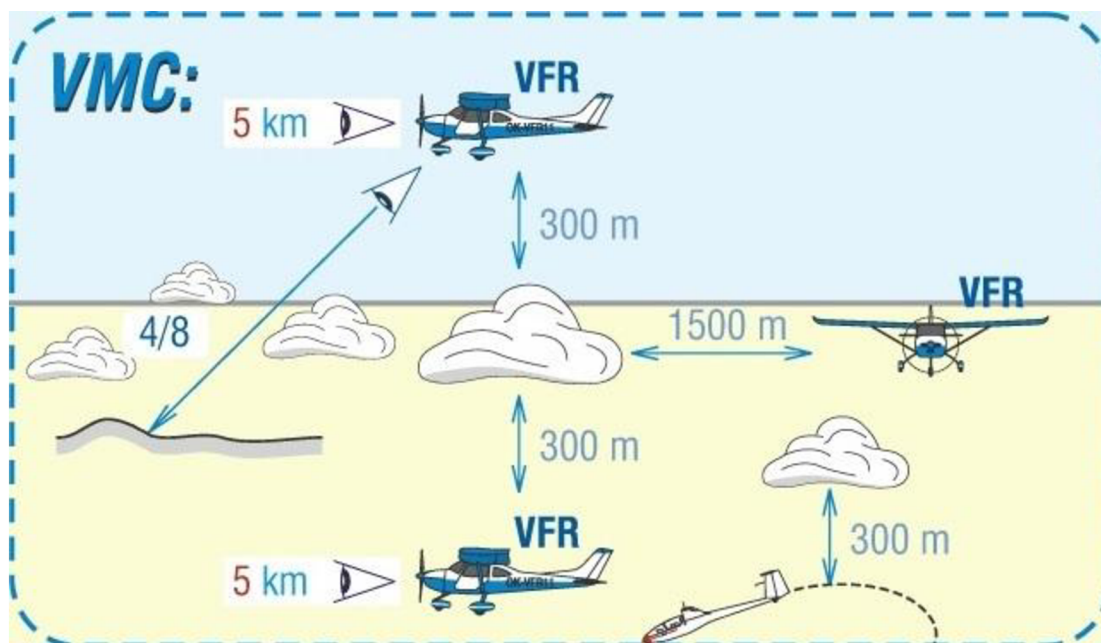
Je dohlednost, která má význam pro piloty letadel během konečného přiblížení. Proto se také nazývá dohlednost na přistání. V podstatě je to dohlednost, která je mezi letadlem a zemským povrchem pod pozorovaným úhlem 3° pod horizontální rovinou. Hodnota 3° byla zvolena především proto, že většina GP ILS je nastavena na tento úhel sestupu [9].



Obr. 7 Šikmá dohlednost

Letová dohlednost

Je definována obdobně jako dohlednost meteorologická, nicméně pozorovatel se nenachází na zemi, nýbrž v kabině letícího letadla. Letová dohlednost se však od meteorologické dohlednosti může výrazně lišit, pokud se letadlo ocitne v oblaku. V takovém případě je jeho dohlednost jen několik desítek metrů, zatímco na zemi může být dohlednost více než několik desítek kilometrů. To je také jeden z důvodů, proč je pro lety VFR zakázán let uvnitř oblaku. Pilot, který letí za VFR, se nesmí k základně oblaku přiblížit na 300 m od vertikální roviny a na 1,5 km od horizontální roviny. Plachtař, který využívá termického proudu pod oblakem a začne se přibližovat k této hranici, by měl opustit termický proud a najít jiný oblak s vyšší základnou oblačnosti [9].



Obr. 8 Minimální vzdálenost od oblaku [18].

Vertikální dohlednost

Je definovaná jako největší vzdálenost, na kterou je pozorovatel schopen spatřit a identifikovat objekt ve směru vertikální osy. Při určování této dohlednosti se připouští i výskyt mlhy, prachové víchřice a zvířeného sněhu, pokud lze oblohu stále rozeznat. V meteorologických zprávách je vertikální dohlednost zapisována v krocích po 30 m (100 ft). Pokud pozorovaná hodnota není násobkem třiceti, a nespadá tak do jednotlivého kroku, je automaticky zaokrouhlena na nejbližší nižší hodnotu [1].

Kódovací číslo	000	001	002	099	100	110	990	999
Metry	0 – 29	30	60	2970	3000	3300	29700	30000 – ∞
Stopy	0 – 99	100	200	9900	10000	11000	99000	100000 – ∞

Tab. 6 Zápis vertikální dohlednosti v kódovacích číslech [1].

3.2 Mlha jako hlavní příčina malé dohlednosti

Dohlednost je zhoršována různými hydrometeory a litometeory, jako jsou například prachové nebo písečné víchřice, kouř, zvířený sníh nebo písek, přeháňky se srážkami. Nejčastěji však dohlednost zhoršuje mlha, kouřmo nebo zákal. Mlha a kouřmo jsou hydrometeory, což znamená, že dohlednost je zhoršená malými vodními kapičkami, krystalky ledu nebo obojím. Hlavní rozdíl mezi mlhou a kouřmem je v jejich intenzitě. Zatímco u kouřma neklesá dohlednost pod 1 km, u mlhy ano. Silné kouřmo omezuje dohlednost na hodnoty, v rozmezí 1 – 2 kilometrů, a při východu a západu slunce má intenzita slunečního svitu červenou barvu. Zákal je litometeor, a snižuje dohlednost malými pevnými částicemi, které nejsme schopní lidským okem zpozorovat (zákal průmyslový, prachový, solný, atd) [1].

Dohlednost podléhá dennímu chodu. Minima dosahuje při východu slunce a soumraku, naopak maximum se vyskytuje v odpoledních hodinách, kdy dochází k prudkému poklesu poměrné (relativní) vlhkosti vzduchu a zároveň dochází k promíchání vzduchové hmoty v důsledku termické a dynamické turbulence [1].

Vznik a předpověď mlh

Vznik mlhy je závislý hlavně na relativní vlhkosti. Pokud se hodnota relativní vlhkosti blíží k maximu (100%), pak můžeme předpokládat vznik mlhy. Relativní vlhkost se počítá na základě teploty vzduchu a teploty rosného bodu. Čím víc se tyto dvě teploty přibližují ke stejné hodnotě, tím je relativní vlhkost větší. Teplota rosného bodu může být stejná jako teplota vzduchu (v takovém případě je relativní vlhkost rovna 100%), ale nikdy nemůže být vyšší! Ke vzniku mlhy taktéž přispívá i vysoký počet kondenzačních jader ve vzduchu. Mlha tedy vzniká v místech, kde dochází k vhodnému ochlazení teploty vzduchu tak, aby se přiblížila nebo shodovala s teplotou rosného bodu nebo v místech, kde vzduch obsahuje nebo může získat dostatek vlhkosti. Mlha se vyskytuje u zemského povrchu a její vertikální rozsah běžně dosahuje několik desítek metrů až po stovky metrů. Ve výjimečných případech může dosáhnout až do dvou kilometrů. Pro piloty provádějící navigační přípravu před letem by bylo samozřejmě nejlépe znát čas výskytu mlh, nicméně předpověď a mohutnost mlhy je velice obtížná, protože se jedná o složitý a místně i časově velmi proměnlivý jev. Meteorolog tedy

pro předpověď orientačně používá statistické charakteristiky, které jsou zpracovány za několik let pro jednotlivá pololetí na letištích. Při přípravě před navigačním letem bývá pilotům doporučováno porovnat teplotu vzduchu a teplotu rosného bodu, jelikož čím více se tyto hodnoty přibližují, tím je větší pravděpodobnost vzniku mlhy [1].

3.3 Druhy mlh

Letecká meteorologie rozděluje mlhu na čtyři základní druhy, a to na mlhu radiační, advekční, frontální a místní (neboli orografické) [1].

Radiační mlhy

Tento druh mlhy vzniká v noci nebo k ránu při slabém větru během bezoblačného počasí. Zemský povrch, který se v noci ochlazuje v důsledku vyzařování, ochlazuje také přilehlou vrstvu vzduchu. Pokud je vzduch dostatečně vlhký, dochází k vytváření radiační mlhy. Tvoří se nejčastěji v údolích, kam stéká chladný vzduch. Tím dochází ke stavu nasycení rychleji a v takovémto místě bývá i značná vlhkost. I přesto, že jde o mlhu lokálního charakteru, vítr jí může přenést i na velké vzdálenosti. Trvání radiační mlhy bývá krátké a většinou se rozpadá při východu slunce, nicméně během zimního období může setrvávat i několik dní [1].

Advekční mlhy

Vzniká z vlhkého teplého vzduchu, který se přemísťuje nad studený zemský povrch. Po tomto přemístění se přilehající vzduchové vrstvy ochlazují, a dochází ke stavu nasycení vodní párou. Jedná se o dlouhotrvající, plošně rozsáhlou mlhu, která může vertikálně dosahovat až několik stovek metrů. Může se vytvořit jak ve dne, tak i v noci, kdy je navíc zesilovaná radiací. Pak hovoříme o mlze advekční radiační nebo kombinované. Mnohdy bývá doprovázena mrholením. Především se vytváří v chladném pololetí, kdy se teplé a vlhké vzduchové hmoty od oceánu, které jsou v této části roku teplejší než pevnina, dostávají nad pobřeží. Je-li rychlost proudění vyšší, mlha se nedokáže udržet při zemi, nadzdvihne se a vytvoří oblak druhu Stratus [1].

Frontální mlhy

Tato mlha vzniká dvěma způsoby. Oba případy vznikají na základě zvýšení vlhkosti vzduchu. Prvním případem je tzv. mlha předfrontální, která vzniká v důsledku frontálních srážek. Dešťové kapky z teplé fronty propadají klínem studeného vzduchu a zvyšují vlhkost. Druhým případem je mlha zafrontální. Ta je vytvořena frontální snížením oblačnosti, která postupuje společně s frontou, a proto nemá dlouhé trvání na jednom místě, nicméně pokrývá značně velkou oblast [1].

Mlha z vypařování

Jedná se o mlhu, která vzniká nad vodními plochami, jako jsou například jezera, rybníky, nádrže. Princip vzniku je jednoduchý. Teplejší voda se vypařuje do chladnějšího vzduchu, čímž se zvětší vlhkost natolik, že stačí k vytvoření mlhy [1].

Orografická mlha

Vzniká na základě výstupu vzduchu na návětrné straně horské překážky, čímž nastává kondenzace vodní páry, která zvětšuje relativní vlhkost vzduchu. Tuto mlhu je možné pozorovat více než několik hodin i dny na horském hřebeni [1].

Můžeme jí například pozorovat na Gibraltaru, na vápencové skále, nazývané se Rock of Gibraltar. Tato skála se nachází v těsné blízkosti vojensky civilního letiště Gibraltar (LXGB). Televizní dokumentární film Most Extreme Airports (Nejnebezpečnější letiště světa) označil toto letiště jako páté nejnebezpečnější letiště na světě. Jedním z důvodů, proč si zasloužil tak vysokou pozici v umístění, je počasí. Pro piloty nastává problém při proudění jihozápadního větru, který spolu s turbulencí nad skálou vytváří silný sestupný proud pouhých 100 m od místa přistání letadla. Při pokračování v přistávacím manévru na letadlo těsně před dosednutím na dráhu přestane působit tento sestupný proud a do letadla se opře čelní vítr, který letadlu přidá indukovanou rychlost a s tím spojený vztlak, který je v konečné části přiblížení nadbytečný, a který musí pilot rychle vytratit, aby bylo provedené bezpečné dobrzdění letadla na dráze. Ani v dnešní době nejsou naše počítačové simulátory natolik pokročilé, aby dokázali tuto situaci nasimulovat a piloty na ní připravit [10].



Obr. 9 Rock of Gibraltar [19]

3.4 Malá dohlednost v meteorologických zprávách

Ve zprávách METAR je dohlednost označována písmeny VVVV. Vyjadřuje dohlednost, která je pozorována z meteorologické stanice zhruba 2 metry nad zemským povrchem. Například pokud je ve zprávě METAR uvedeno 0700 na místě VVVV, znamená to, že převažující pozorovaná hodnota dohlednosti ve všech směrech je 700 metrů. Jelikož zpráva METAR je vydávána každých 30 nebo 60 minut, hodnoty dohlednosti se mohou za tento čas změnit. Na rozdíl od zpráv SYNOP, kde se uvádí dohlednost minimální, ve zprávách METAR se uvádí hodnota převažující, nikoliv průměrné. Pokud se hodnoty dohlednosti v různých směrech rozcházejí alespoň o 50%, a dohlednost je menší než 5 km, pak je ve zprávě METAR za uvedenou hodnotou dohlednosti zapsán i směr, v jakém byla tato dohlednost vyhodnocena [1].

V praxi se můžeme setkat například se zprávou 1000N 3200SW. To znamená, že dohlednost pozorována z meteorologické stanice na sever dosahuje hodnoty 1000 metrů, a ve směru jihozápad je hodnota dohlednosti 3200 metrů. Jak je patrné, směry pozorování jsou uváděny ve světových stranách podle magnetického kompasu (N; E; S; W; NE; NW; SE; SW) a jejich

postavení ve zprávě je místo šifry Dv za dohlednosti (VVVV). Zkratky vychází z anglických slov N (North- sever), E (East- východ), S (South- jih) a W (West- západ). Pokud je dohlednost označená ve zprávě METAR jako 9999, znamená to, že pozorovaná hodnota z meteorologické stanice je větší než 10 km. Dohlednost je uváděna i ve zprávách TAF pod stejnou šifrou a stejnými kódy. Malá dohlednost je často spojována s mlhou, kouřem a zákalem. Tyto meteorologické jevy jsou rovněž ve zprávě METAR, jakožto i ve zprávě TAF indukované, a to pod zkratkami FG (**F**og- mlha), BR (**B**rume- kouřmo) a HZ (**H**aze- Zákal) [1].

Dráhová dohlednost (RVR) ve zprávě METAR

Jak již bylo zmíněno, dráhovou dohlednost vydávají ve zprávách pouze letiště, která mají vybavenou alespoň jednu dráhu (aktivní dráhu) pro přesné přístrojové přiblížení ILS. Dráhová dohlednost se ve zprávách METAR uvádí pouze tehdy, je-li její hodnota menší než 1500 metrů. Pokud je na letišti vybudováno více drah s vybavením pro přístrojové přiblížení, udává se dráhová dohlednost pro každou dráhu zvlášť. Nikdy se však neuvádí více než čtyři RVR, a to i případě, že je na letišti více drah [1].

Pokud má dráhová dohlednost zřetelnou klesající nebo vzestupnou tendenci, za hodnotou RVR se přidává písmeno U pro vzestupnou tendenci, písmeno D pro klesající tendenci a písmeno N, pokud není pozorována žádná velká změna. V METAR zprávě je tato tendence pod šifrou i. V praxi se tedy můžeme setkat se zprávou LKPR 1100 R24/0900U R31/1400D. To znamená, že dohlednost pozorována z meteorologické stanice je 1100 metrů, dráhová dohlednost na dráze 24 je 900 metrů a má vzestupnou tendenci a dráhová dohlednost na dráze 31 je 1400 metrů se sestupnou tendencí. Můžeme nastat situace, že hodnota RVR je větší, než jsme schopni změřit. V takovém případě se před hodnotu $V_R V_R V_R V_R$ vkládá písmenový indikativ P. Naopak, je-li RVR menší než jsme schopni změřit, vkládáme písmenový indikativ M. V praxi se tedy můžeme setkat s označením P1500 nebo M0050. V prvním případě jde o dráhovou dohlednost větší než 1500 metrů (například 1700 metrů). V druhém případě je to naopak, čili RVR může být pouhých 20 metrů, ale my jí nejsme schopni určit. Hodnoty RVR se zapisují v jednotlivých krocích, které však nejsou vždy stejné. Pokud naměřená hodnota RVR nespadá přesně do jednotlivého násobku, je automaticky zaokrouhlena na nejbližší spodní krok [1].

Hodnoty RVR [m]	0 – 400	400 – 800	800 – 1500
Měřicí kroky [m]	25	50	100

Tab. 7 Měřicí kroky dráhové dohlednosti [1].

4. URČOVÁNÍ NÍZKÉ OBLAČNOSTI A MALÉ DOHLEDNOSTI NA LETIŠTI OSTRAVA / MOŠNOV

Letiště Ostrava / Mošnov je veřejné mezinárodní civilní letiště s nepřetržitou službou ŘLP. Nachází se přibližně 20 km jihozápadně od centra města Ostrava, 4km jiho-východně od města Studénka a 17 km západně od města Frýdek-Místek. Přesné zeměpisné souřadnice určené ke vztažnému bodu letiště jsou $49^{\circ} 41' 46''$ severní šířky a $018^{\circ} 06' 39''$ západní délky. První záznam o letišti se datuje na rok 1939. Německá Luftwaffe vybudovala na tomto místě polní letiště pro útok na Polsko. Nicméně první výstavba stálého leteckého areálu započala až v roce 1956 a dokončena byla v říjnu 1959. Ještě v tom roku byl převeden veškerý provoz na Mošnov z nevyhovujícího letiště v Ostravě- Hrabůvce. Pozice letiště na mapě je v příloze č. 2 [11].

Až do revoluce v roce 1989 bylo letiště rozděleno na vojenskou a civilní část. V případě útoku na toto letiště mělo jako záložní vojenské letiště sloužit letiště Zábřeh (LKZA), které se nachází vzdušnou čarou přibližně 25 kilometrů severně od letiště Mošnov. Pro české a sovětské vojenské letouny zde byla postavena asfaltobetonová dráha o délce 1950 metrů, a provoz letiště byl koordinován společně s letadly aeroklubu. Dnes na tomto letišti sídlí Slezský aeroklub Zábřeh, a asfaltobetonová dráha je mimo provoz. Po revoluci bylo na letišti Mošnov ukončeno vojenské využívání a letiště se stalo plně civilním. Při invazi vojsk Varšavské smlouvy do Československa v roce 1968 bylo letiště obsazeno sovětským tankovým plukem a na letišti přistála bombardovací a transportní letadla Rudé armády. V roce 2004 bylo letiště převedeno do vlastnictví Moravskoslezského kraje a provozovatelem se stala společnost Letiště Ostrava, a.s. Na konci roku 2006 byla na letišti otevřena nově zkonstruována odletová hala za 320 miliónů korun. Při této příležitosti bylo letiště pojmenováno podle hudebního skladatele Leoše Janáčka, který se narodil v Hukvaldech ležících přibližně 11 km jihovýchodně od letiště. Letiště ročně odbaví přibližně 300 tisíc cestujících, a v nejbližších letech se předpokládá, že by se mělo toto číslo navýšit až na 1 milión odbavených cestujících [11].



Obr. 10 Logo Letiště Ostrava, a.s. [22].



Obr.11 Logo Slezského aeroklubu Zábřeh [23].

4.1 Všeobecné informace o letišti

Letištní indikativ ICAO je LKMT. Letiště používá dvě dráhy 04/22, které spadají do kategorie II. pro přesné přístrojové přiblížení. Šířka dráhy je 63 m a délka dráhy 3500 m. Do nedávna to byla nejdelší dráha v České republice. V roce 2014 došlo ke změně rádiových frekvencí. Ostrava- Radar lze ladit na 119,375 MHz, Mošnov- věž na 120,800 MHz a informační službu ATIS si lze poslechnout na frekvenci 118,050 MHz. Záložní frekvence pro Ostrava radar je 124,050 MHz. Letiště se nachází v nadmořské výšce 257 m / 844 ft. Je vybavené ILS pro dráhu 22 a dálkoměrem DME. Sestupový maják GP ILS je nastaven na úhel sestupu 3° [12].

LKMT AD 2.13 VYHLÁŠENÉ DÉLKY LKMT AD 2.13 DECLARED DISTANCES

Označení RWY RWY Designator	TORA (m)	TODA (m)	ASDA (m)	LDA (m)	Poznámky Remarks
1	2	3	4	5	6
04	3500	3800	3500	3500	NIL
22	3500	3800	3500	3500	NIL

2.13.1 VZLET Z KŘÍŽOVATKY 2.13.1 INTERSECTION TAKE-OFF

Označení RWY RWY Designator	Od From	TORA (m)	TODA (m)	ASDA (m)	Poznámky Remarks
1	2	3	4	5	6
04	TWY D	2820	3120	2820	NIL
	TWY C	1760	2060	1760	NIL
	TWY B	710	1010	710	NIL
22	TWY B	2820	3120	2820	NIL
	TWY C	1760	2060	1760	NIL
	TWY D	710	1010	710	NIL

Obr. 12 TORA, TODA, ASDA, LDA letiště Ostrava / Mošnov [20].

Použitelná délka rozjezdu (TORA)

Z anglického slova **Take off run available**. Je to vymezená část dráhy pro rozjezd letadla při vzletu. Na konci TORA by se již letadlo nemělo dotýkat země [13].

Použitelná délka vzletu (TODA)

Z anglického slova **Take off distance available**. TODA je v podstatě TORA prodloužené o předpolí. Na konci této délky musí letadlo již dosahovat smluvené výšky (nejčastěji 15m/50ft). $TODA = TORA + CLEARWAY$ (předpolí) [13].

Použitelná délka přerušného vzletu (ASDA)

Z anglického slova **Accelerate-Stop distance available**. Dráha může být prodloužená o stopway. Tato část dráhy slouží pouze k ubrzdění letadla při přerušném vzletu. Pilot by neměl dojezdovou dráhu použít k rozjezdu při vzletu. $ASDA = TORA + STOPWAY$ (dojezdová dráha) [13].

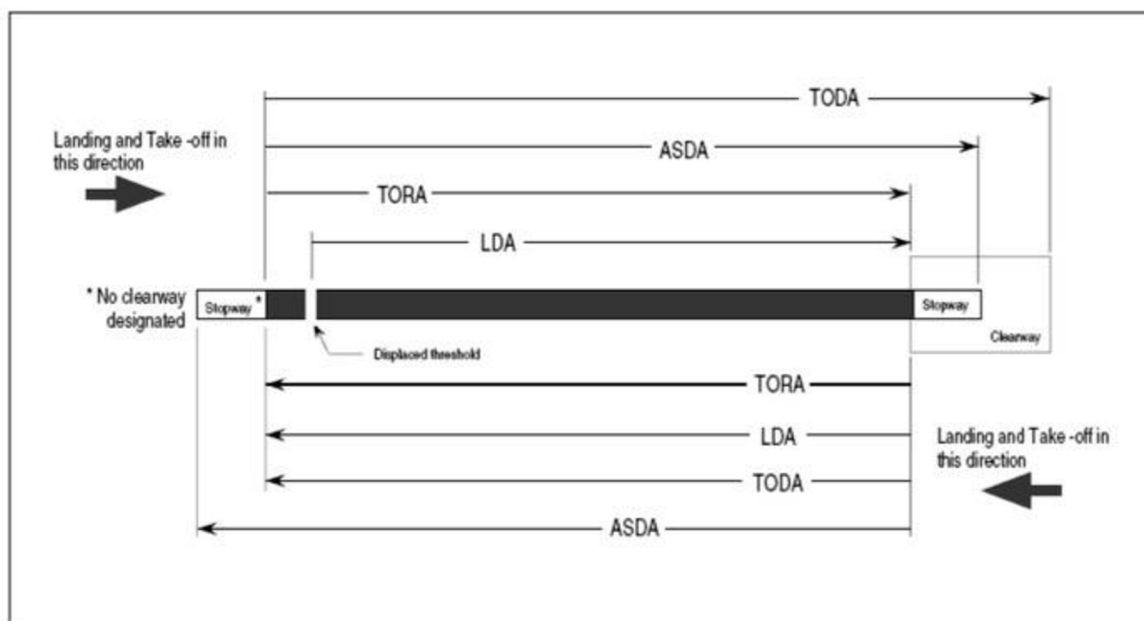
Použitelná délka přistání (LDA)

Z anglického slova **Landing distance available**. Je to délka dráhy, která je vyhlášena za vhodnou pro dosednutí a dojezd přistávajícího letadla. $LDA = TOUCHDOWN \rightarrow TORA$ [13].

Předpolí

Vymezená pravoúhlá plocha na zemi nebo na vodě, umožňující letounu počáteční stoupání nad ní do stanovené výšky. V předpolí by se neměli nacházet žádné objekty, a letiště by mělo tuto oblast kontrolovat, a to i v případě, jedná-li se o mořskou hladinu. V případě mořské hladiny totiž hrozí, že se můžou civilní lodě nebo plachetnice s vysokými stožary přiblížit k blízkosti dráhy a ohrozit tak vzlet nebo přistání letadel, životy posádky a cestujících v letadle [13].

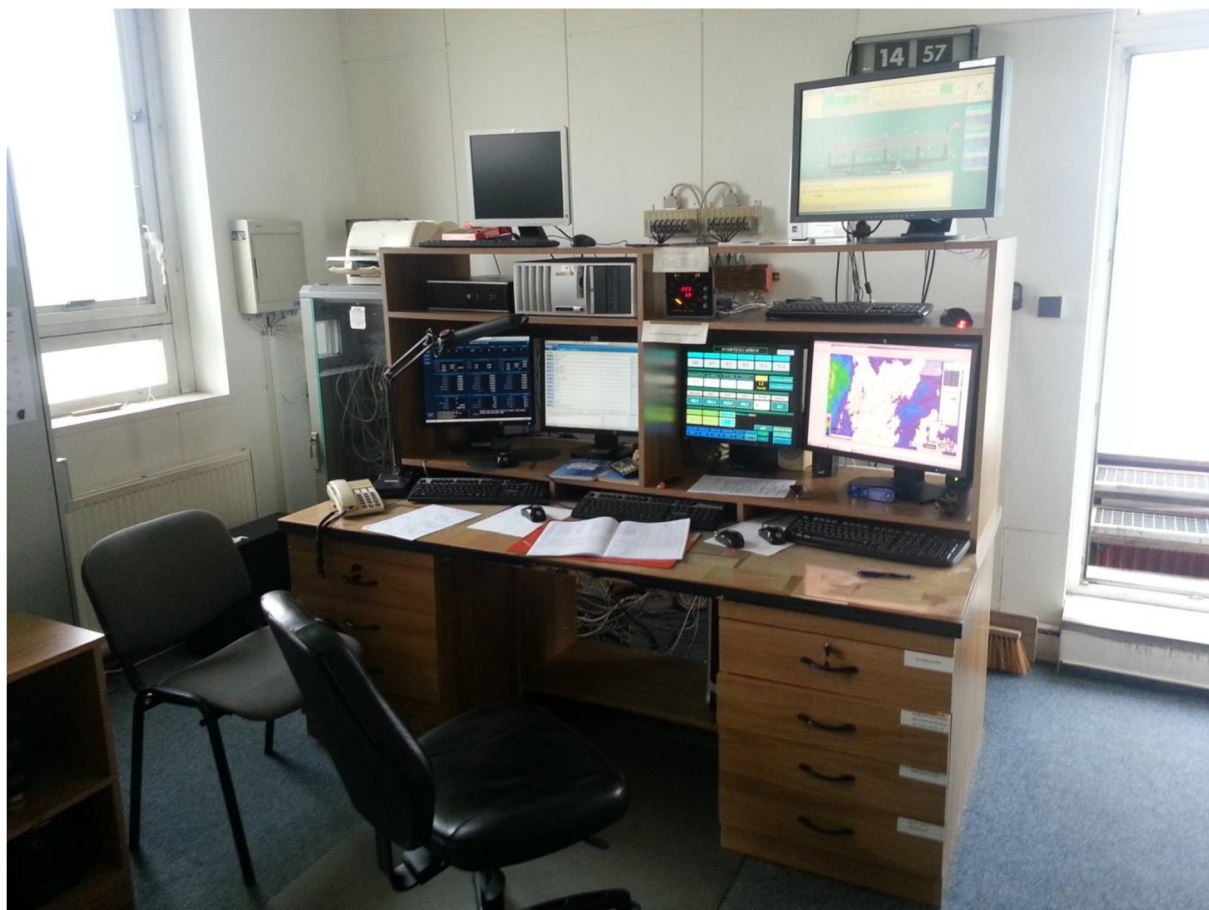
TODA, TORA, ASDA, LDA, Clearway and Stopway



Obr. 13 Vyznačené vzdálenosti TORA, TODA, ASDA, LDA [21].

4.2 Meteorologické vybavení na letišti

Meteorologické vybavení na letišti splňuje všechny požadavky III. Kategorie, avšak protože na letišti není postaven pojezdový radar, letiště Ostrava / Mošnov splňuje pouze podmínky II. kategorie. V červnu roku 2013 došlo společně s letištem Brno / Tuřany k výměně transmisometrů. Všechny naměřené hodnoty se indukují v pracovních meteorologů na obrazovkách. Ti musí hodnoty udávané přístrojem zkontrolovat se skutečností venku. Meteorolog může zprávu změnit v případě, je-li meteorologická situace jiná, než udávají přístroje. Zprávu zároveň posílá do Prahy, kde se s ní dále pracuje třeba pro sestavení zprávy TAF. Umístění meteorologického zařízení na letišti Ostrava / Mošnov je v příloze č. 1



Obr. 14 Pracovna meteorologů.

Meteorologická zahrádka a TDZ04/TDZ22

Meteorologická zahrádka se nachází mezi pojezdící dráhou Bravo a Charlie, zhruba 150 m od řídicí věže. Mezi nejdůležitější vybavení meteorologické zahrádky patří klasický anemometr na stožáru, tlakoměr (záložní tlakoměr je umístěn v pracovně meteorologů), meteorologická budka s teploměrem, PWD (Present Weather Detector), dva srážkoměry atd. I přesto, že se meteorologická zahrádka nenachází uprostřed dráhy, hodnoty naměřené z přístrojů jsou považovány jako hodnoty na MID letišti. Výjimkou je dráhová dohlednost, jelikož transmisometr měřící RVR na MID se nenachází v meteorologické zahrádce, ale je postaven zhruba 900 m jihozápadně od zahrádky mezi pojezdící dráhou Charlie a Delta. V příloze číslo 1 je zaznačeno umístění meteorologického vybavení na letišti Ostrava / Mošnov.

Meteorologické vybavení v zóně TDZ04 a TDZ22 se neliší. Na obou místech je postaven transmisometr LT31, ceilometr CL31 a ultrasonický anemometr. U TDZ22 se ještě nachází GP maják ILS s tzv. umělou zemí, který však nespadá do meteorologického vybavení.

PWD pracuje v podstatě na obráceném principu než transmisometry. Zatímco transmisometr pracuje na principu, čím více paprsku zachytí, tím je dohlednost lepší, u PWD je to naopak. Zároveň u transmisometrů je vysílač a přijímač postaven přesně proti sobě, zatímco PWD je vysílač a přijímač vychýlen zhruba o 30°. PWD pracuje na principu ozařeného paprsku vyslaného vysílačem. Jednoduše se dá tento princip vysvětlit u osobního automobilu

jedoucího v noci a za husté mlhy. Pokud řidič zapne dálková světla, je silně ozáren odrazem světla přes mlhu. S touto skutečností pracuje právě PWD. Vysílač vyšle paprsek do volného prostoru. Pokud se v tomto prostoru nachází třeba mlha, je část paprsku odražena a pohlcena přijímačem. Čím větší intenzitu zaznamená přijímač, tím je dohlednost nižší.



Obr. 15 PWD v meteorologické zahrádce LKMT.

Transmisometry LT31

Do roku 2013 bylo letiště Ostrava / Mošnov vybaveno transmisometry typu MITRAS (single base), ale jelikož firma Vaisala přestala vyrábět náhradní díly a poskytovat servis danému typu, musely být transmisometry vyměněny za nový typ označený LT31. Na letišti Ostrava / Mošnov jsou celkem tři tyto transmisometry, umístěny v pozicích TDZ22, MID a TDZ04. Předností transmisometru LT31 je schopnost automatické kalibrace díky porovnávání naměřené hodnoty s PWD, která je jeho součástí. Rovněž je vylepšen o ofukování stínícího štítu, čímž zabraňuje tvorbu pavučin před vysílačem/přijímačem. Tím snižuje nároky na údržbu. Vzdálenost mezi vysílačem a přijímačem je 30 m.



Obr. 16 Transmisometr LT31, LKMT- TDZ 22.

Ceilometr CL31

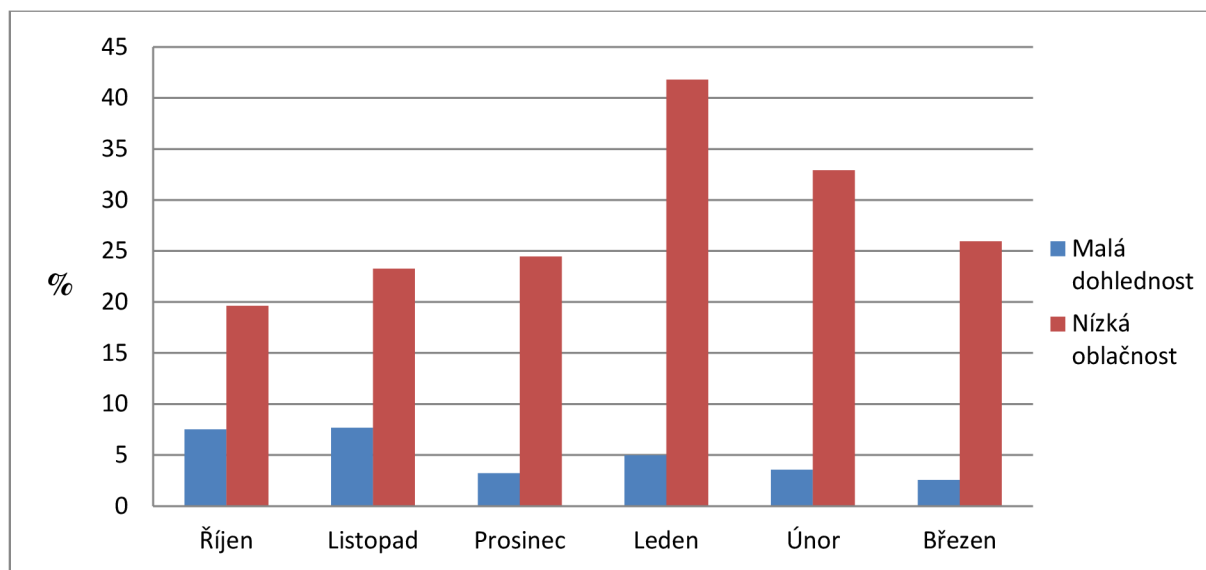
Jedná se o ceilometr postavený finskou firmou Vaisala, která aktuálně takřka dominuje na evropském trhu s meteorologickým vybavením. Tento ceilometr je plně automatizován, avšak výsledná zpráva musí být kontrolována meteorologem. Dokáže měřit až tři vrstvy oblačnosti. Bohužel tento přístroj trpí jednou slabinou, která se projevuje ve chvíli, kdy nad ceilometrem je jakýkoliv druh oblaku, který je v klidu a nevykonává pohyb. V takové situaci ceilometr indikuje zprávu zataženo, i když se může jednat o ojedinělý oblak. V takovéto situaci musí nastoupit meteorolog a zprávu přepsat. Jako záložní zdroj při výpadku proudu má ceilometr CL31 integrovanou baterii, která mu dodává elektřinu pro pracovní režim.



Obr. 17 Ceilometr CL31.

5. VÝSKYT NÍZKÉ OBLAČNOSTI A MALÉ DOHLEDNOSTI NA LETIŠTI OSTRAVA / MOŠNOV V PĚTI CHLADNÝCH POLOLETÍCH OD 2008/09 AŽ 2012/13

Ke zpracování této kapitoly byly využity zprávy METAR od roku 2008 do 2013, které k této bakalářské práci a ke studijním účelům poskytl ČHMU. Z těchto zpráv se vyhledávaly pouze ty, v nichž byla dohlednost pod 1000 m a pokrytí oblohy oblaky alespoň v 5/8 s výškou základny oblačnosti 600 m a méně. Všechny 21851 zpráv muselo být filtrováno touto podmínkou. Z vyfiltrovaných zpráv byly následně vypracované grafy za jednotlivá chladná pololetí. Prvních pět grafů ukazuje četnost výskytu zpráv s nízkou oblačností a malou dohledností. Graf číslo 6 a 7 znázorňuje četnost zpráv v jednotlivých měsících a pololetích. Grafy byly tvořeny na základě matematické metody výpočtu aritmetického průměru a následně vynásobeny 100, abychom získali hodnotu v %. Příklad výpočtu říjen 2008: Ze všech 744 zpráv bylo vyfiltrováno pouze 56 zpráv, v nichž byla dohlednost nižší než 1000 m. Pak $\frac{56}{744} \times 100 = 7,52\%$. Tyto hodnoty byly poté zadány do tabulky a z tabulek byly vytvořeny sloupcové grafy, přičemž modrá barva patří zprávám s malou dohledností a rudá barva s nízkou oblačností.



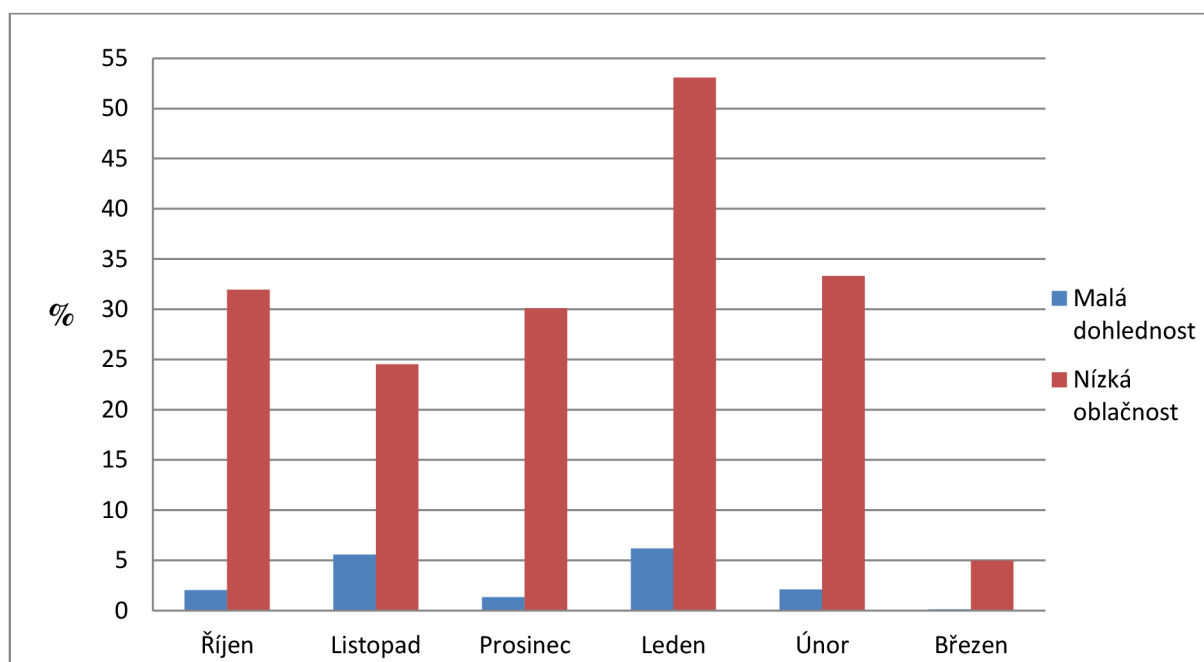
Graf č. 1. Výskyt malé dohlednosti a nízké oblačnosti na letišti Ostrava / Mošnov v chladných pololetích 2008/09.

	Malá dohlednost	Nízká oblačnost
Říjen	7,52%	19,62%
Listopad	7,66%	23,25%
Prosinec	3,22%	24,46%
Leden	4,97%	41,80%
Únor	3,57%	32,93%
Březen	2,55%	25,94%

Tab. 8 Četnost zpráv v pololetích 2008/09.

Z hodnot můžeme vyčíst, že zprávy s malou dohledností nepřesáhly ani 10%. Nejčastěji byla dohlednost pod 1000 m pozorována v říjnu a listopadu.

Četnost zpráv s nízkou oblačností je podstatně víc, a v lednu byla nízká oblačnost pozorována nejčastěji. U necelých 42% všech METAR zpráv šla v lednu vyčíst nízká oblačnost.



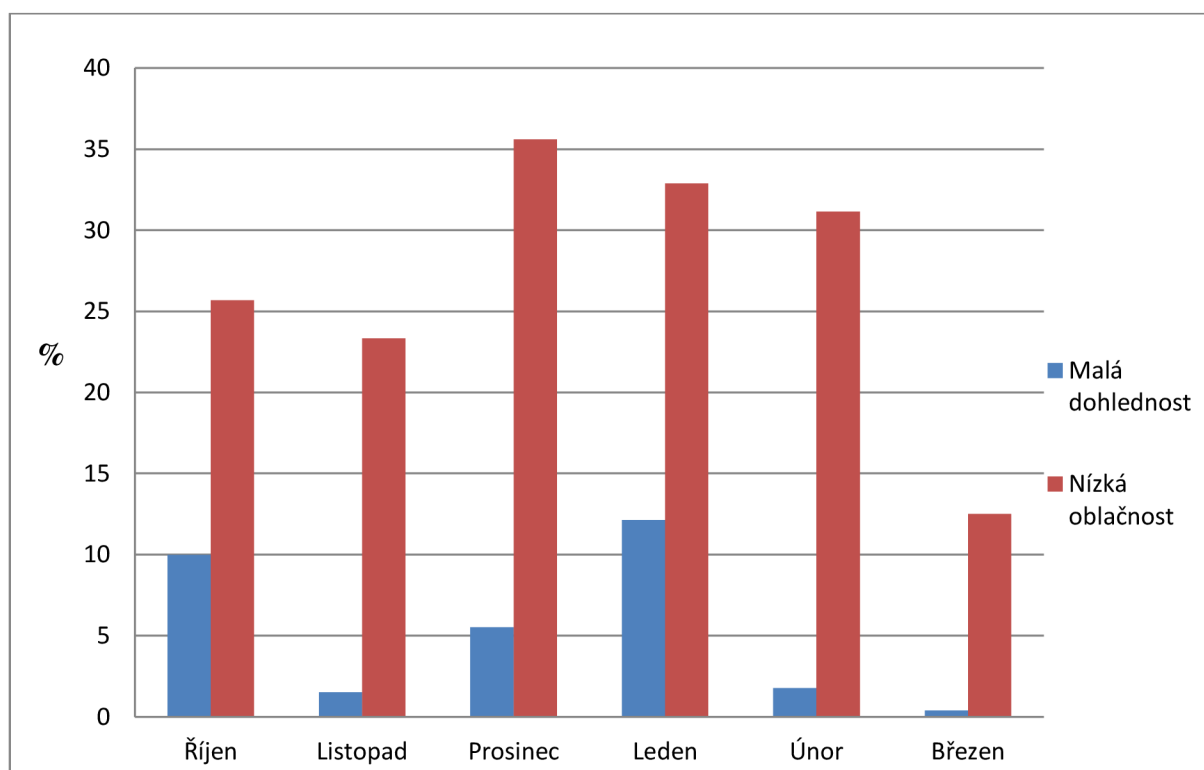
Graf č. 2. Výskyt malé dohlednosti a nízké oblačnosti na letišti Ostrava / Mošnov v chladných pololetí 2009/10.

	Malá dohlednost	Nízká oblačnost
Říjen	2,02%	31,94%
Listopad	5,57%	24,51%
Prosinec	1,34%	30,10%
Leden	6,18%	53,09%
Únor	2,08%	33,33%
Březen	0,13%	4,97%

Tab. 9 Četnost zpráv v pololetí 2009/10.

V tomto chladném pololetí přesáhlo množství zpráv s malou dohledností pouhých 5% a to jen ve dvou měsících. Konkrétně se jedná o měsíc listopad s množstvím zpráv 5,57% a měsíc leden s množstvím zpráv 6,18%, což je rovněž i nejvyšší hodnota pozorování v chladném pololetí 2009/10. Už dva měsíce na to (v březnu) přitom byla zaznamenána pouze jediná zpráva METAR s dohledností pod 1001 m. Tato zpráva byla vydána 15. den v měsíci ve 2 hodiny ráno UTC. Dohlednost v tu dobu byla pouhých 500 m.

Ze všech pěti chladných pololetí bylo zrovna v tomto pololetí největší množství zpráv METAR, ve které byla dohlednost menší než 601 m. V lednu jsme si mohli takřka z každé druhé zprávy přečíst záznam o nízké oblačnosti. Meteorologická situace se zlepšila až v březnu, kdy se nízká oblačnost vyskytla jen v necelých 5% všech zpráv METAR.



Graf č. 3. Výskyt malé dohlednosti a nízké oblačnosti na letišti Ostrava / Mošnov v chladných pololetí 2010/11.

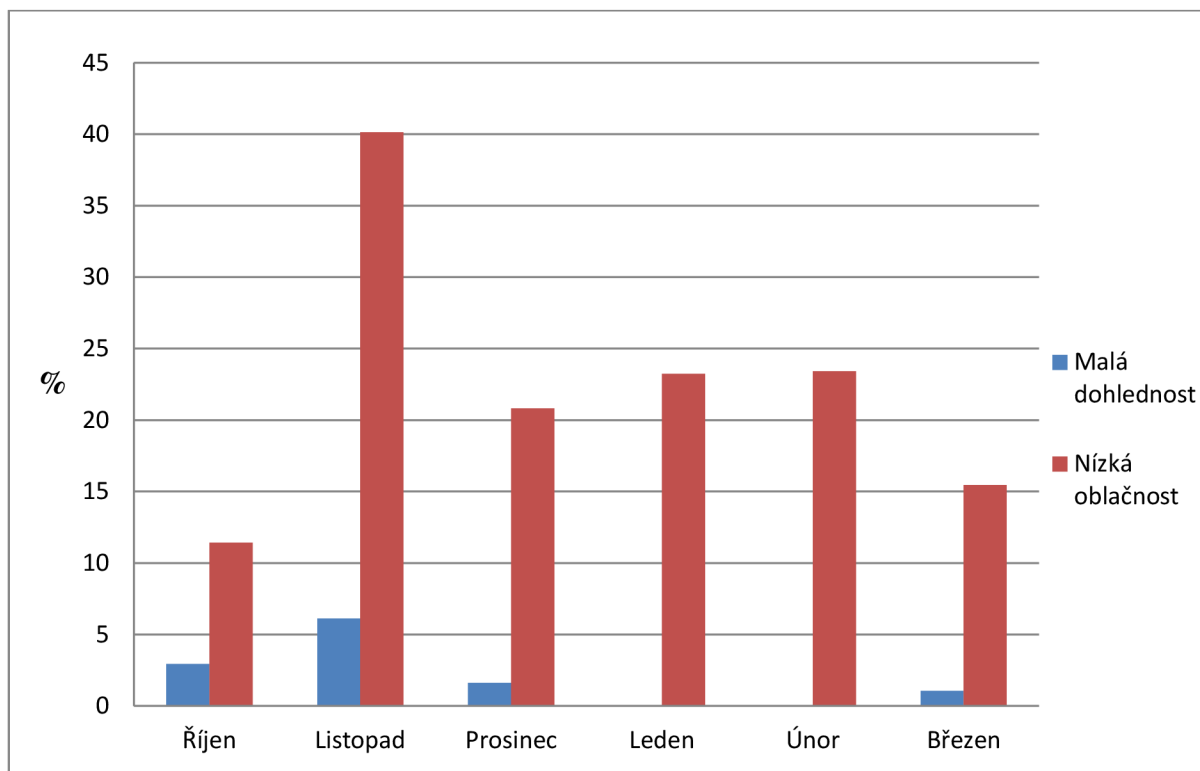
	Malá dohlednost	Nízká oblačnost
Říjen	9,97%	25,69%
Listopad	1,52%	23,33%
Prosinec	5,51%	35,61%
Leden	12,12%	32,88%
Únor	1,78%	31,14%
Březen	0,40%	12,51%

Tab. 10 Četnost zpráv v pololetí 2010/11.

V předešlém grafu za chladného pololetí roku 2009/10 jsme zjistili, že množství výskytu zpráv s nízkou oblačností během ledna byla nejvyšší ze všech 5 let pozorování. O tomto pololetí naopak můžeme tvrdit, že byla nejčastěji zaznamenána malá dohlednost ze všech 5 let pozorování. Stejně jako u nízké oblačnosti, i v tomto případě bylo nejvíc zpráv s malou dohledností pozorováno v lednu. Toto pololetí si zároveň drží i druhou pozici

s největším množstvím pozorování malé dohlednosti, a to během října. Situace se stejně jako minulý rok uklidňuje až v březnu, kdy byla jak malá dohlednost, tak nízká oblačnost pozorována nejméně v daném pololetí.

Nízká oblačnost v tomto pololetí nebyla nějak zvlášť extrémní oproti předchozím i nastávajícím pololetím. Pohybovala se v rozmezí od 12,51% do 35,61%. Na rozdíl od předchozích pololetí, kdy byla zaznamenána nízká oblačnost nejčastěji v lednu, v tomto pololetí bylo největší množství meteorologických zpráv s nízkou oblačností zaznamenáno již v prosinci.



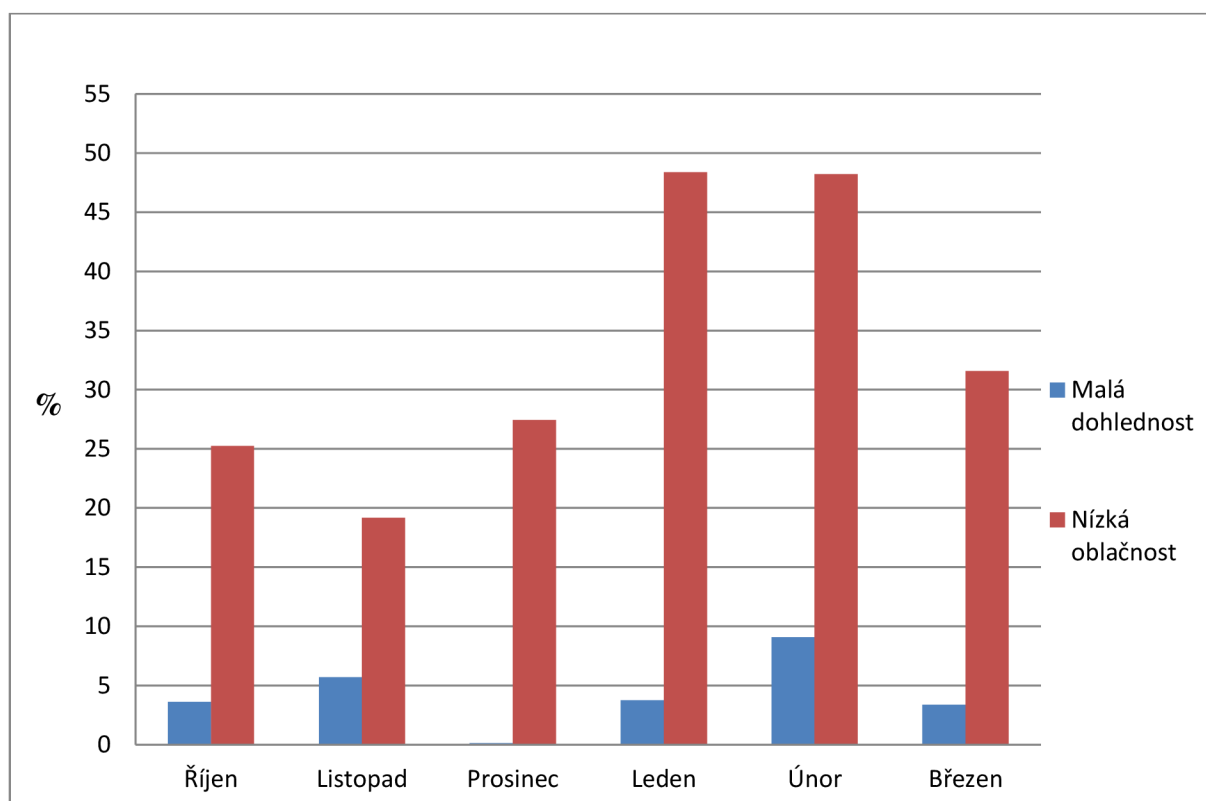
Graf č. 4. Výskyt malé dohlednosti a nízké oblačnosti na letišti Ostrava / Mošnov v chladných pololetí 2011/12.

	Malá dohlednost	Nízká oblačnost
Říjen	2,95%	11,42%
Listopad	6,11%	40,13%
Prosinec	1,61%	20,83%
Leden	0%	23,25%
Únor	0%	23,41%
Březen	1,07%	15,45%

Tab. 11 Četnost zpráv v pololetí 2011/12.

V předposledním pozorovaném chladném pololetí během roku 2011/12 nebyla zaznamenána ani jediná zpráva s malou dohledností dva měsíce za sebou. Je pozoruhodné, že jeden z měsíců, v němž nebyla dohlednost nikdy menší než 1001 m, je zrovna leden, když v tomto měsíci minulém chladném pololetí bylo zpráv s malou dohledností nejvíc.

V tomto pololetí navíc bylo za měsíc říjen i druhý nejmenší počet zpráv s nízkou oblačností, a to pouhých 11,42%. Avšak již následující měsíc (listopad) můžeme vidět skok v množství zpráv až o necelých 30%. Po listopadu až do konce pololetí již hodnota klesla na průměrných 20,73% množství zpráv.



Graf č. 5. Výskyt malé dohlednosti a nízké oblačnosti na letišti Ostrava / Mošnov v chladných pololetí 2012/13.

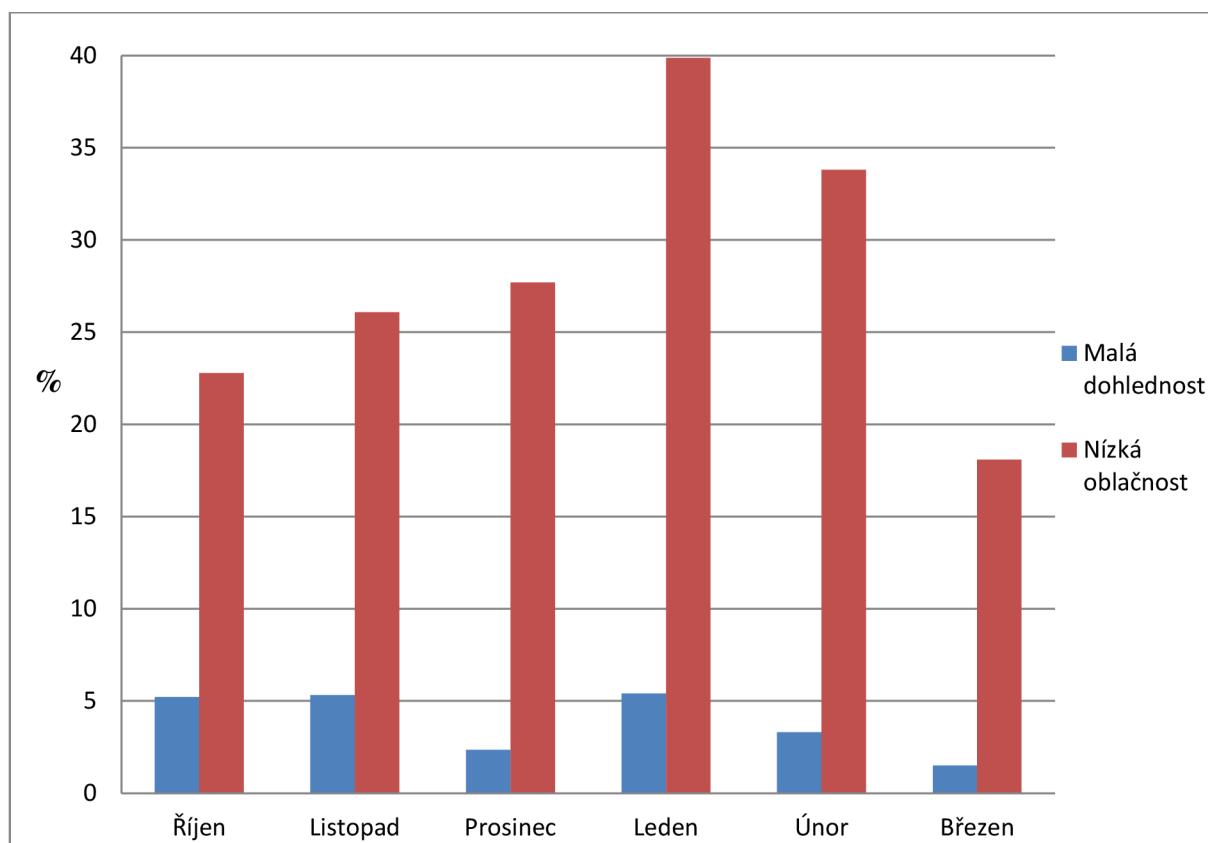
	Malá dohlednost	Nízká oblačnost
Říjen	3,62%	25,26%
Listopad	5,69%	19,16%
Prosinec	0,13%	27,45%
Leden	3,76%	48,38%
Únor	9,07%	48,21%
Březen	3,36%	31,58%

Tab. 12 Četnost zpráv v pololetí 2012/13.

V posledním pozorovaném chladném období se počet zpráv s malou dohledností pohyboval od jedné do 61 zpráv měsíčně. Jediná zpráva METAR s dohledností menší než 1001 m byla vydána v lednu. Konkrétně se jedná o zprávu z 16. dne v měsíci vydanou v 7 hodin ráno času UTC. Dohlednost byla o 100 m menší, než tomu bylo v březnu chladného pololetí 2009/10. Dohlednost tedy byla pouhých 400 m, a v případě, že by tato dohlednost byla

alespoň o 51 m menší, meteorolog by měl vydat doporučení k uzavření letiště, jelikož by už meteorologické podmínky nesplňovaly druhou kategorii pro přesné přístrojové přiblížení.

Nejvíce zpráv s nízkou oblačností bylo v lednu a únoru. Rozdíl mezi počtem zpráv v lednu a únoru je pouhých 0,17%, což je 36 zpráv. V lednu bylo celkem 360 zpráv s nízkou oblačností a v únoru 324 zpráv. Nejméně zpráv bylo naopak v listopadu. V tomto měsíci šlo nalézt celkem 138 zpráv s nízkou oblačností.



Graf č. 6. Malá dohlednost a nízká oblačnost v jednotlivých měsících za pět chladných pololetí od 2008/09 až do 2012/13.

Dohlednost	Říjen	Listopad	Prosinec	Leden	Únor	Březen
2008/09	7,52%	7,66%	3,22%	4,97%	3,57%	2,55%
2009/10	2,02%	5,57%	1,34%	6,18%	2,08%	0,13%
2010/11	9,97%	1,52%	5,51%	12,12%	1,78%	0,40%
2011/12	2,95%	6,11%	1,61%	0%	0%	1,07%
2012/13	3,62%	5,69%	0,13%	3,76%	9,07%	3,36%
Výsledek	5,22%	5,31%	2,36%	5,41%	3,30%	1,50%

Tab. 13 Statistika množství zpráv malé dohlednosti během jednotlivých měsíců za všech pět chladných pololetí.

Z grafu č. 6 i tabulky 13 je statisticky dokázáno, že během těchto pěti chladných pololetí je nejčastěji dohlednost pod 1001 metrů pozorována v lednu, listopadu a říjnu. Naprosté prvenství si drží leden s 5,41% všech zpráv za 5 chladných pololetí, a to i přesto, že v lednu roku 2012 nebyla vydána ani jediná zpráva s malou dohledností. Naopak nejmenší počet zpráv s malou dohledností bylo v březnu. Pouhých 1,5%. Na takové malé číslo má vliv i skutečnost, že měsíc březen je jeden z nevětrnějších měsíců. Celkový aritmetický průměr všech zpráv s malou dohledností za 30 chladných měsíců od roku 2008/09 až do 2012/13 je 3,85%.

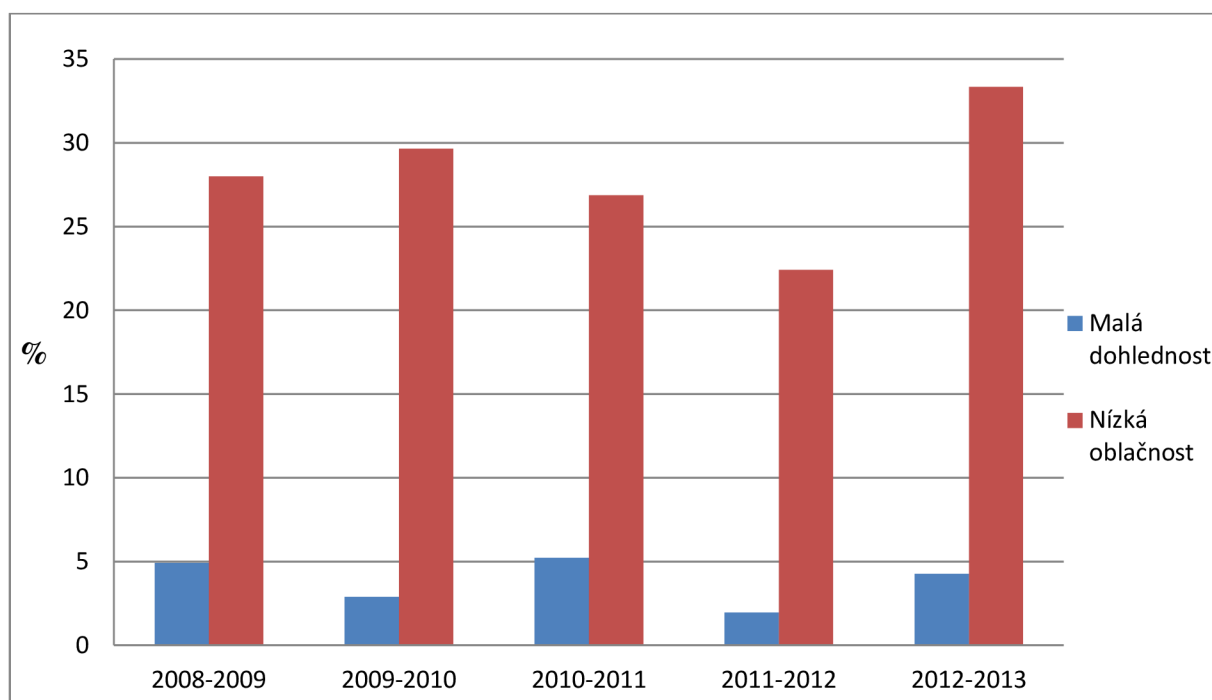
Oblačnost	Říjen	Listopad	Prosinec	Leden	Únor	Březen
2008/09	19,62%	23,25%	24,46%	41,80%	32,93%	25,94%
2009/10	31,94%	24,51%	30,10%	53,09%	33,33%	4,97%
2010/11	25,69%	23,33%	35,61%	32,88%	31,14%	12,51%
2011/12	11,42%	40,13%	20,83%	23,25%	23,41%	15,45%
2012/13	25,26%	19,16%	27,45%	48,38%	48,21%	31,58%
Výsledek	22,79%	26,08%	27,69%	39,88%	33,80%	18,09%

Tab. 14 Statistika množství zpráv nízké oblačnosti během jednotlivých měsíců za všech pět chladných pololetí.

U grafu č. 6, i v tabulce 14 můžeme vypožorovat, že výskyt nízké oblačnosti roste od října do ledna a poté klesá. Maximum s hodnotou necelých 40% je stejně jako u malé dohlednosti v lednu. Rovněž i minima dosahuje stejně jako u malé dohlednosti v březnu s průměrem málo přes 18%. Ze všech 30 měsíců byla přesáhnutá hranice 50% všech zpráv s nízkou oblačností pouze jednou, a to v lednu roku 2010. Celkový aritmetický průměr ze všech třiceti měsíců je 28,05%.

V tab. 13 a 14 jsou měsíce v ose X seřazeny tak, jak jdou za sebou (říjen – březen), a ne jak jdou během roku (leden – prosinec), což se může zdát na první pohled nevhodné. Zvoleno tak bylo z toho důvodu, jelikož výsledné hodnoty v tabulkách se dají snáze porovnat s grafy.

Ze statistického zpracování lze jednoznačně říct, že zpráv METAR s nízkou oblačností bylo vždy víc, než zpráv s malou dohledností. Na letišti Ostrava / Mošnov šlo pozorovat největší rozdíl mezi nízkou oblačností a malou dohledností v měsíci leden.



Graf č. 7. Malá dohlednost a nízká oblačnost za jednotlivé chladné pololetí od 2008/09 do 2012/13.

	Malá dohlednost	Nízká oblačnost
2008/09	4,92%	28,00%
2009/10	2,89%	29,66%
2010/11	5,22%	26,86%
2011/12	1,96%	22,42%
2012/13	4,27%	33,34%

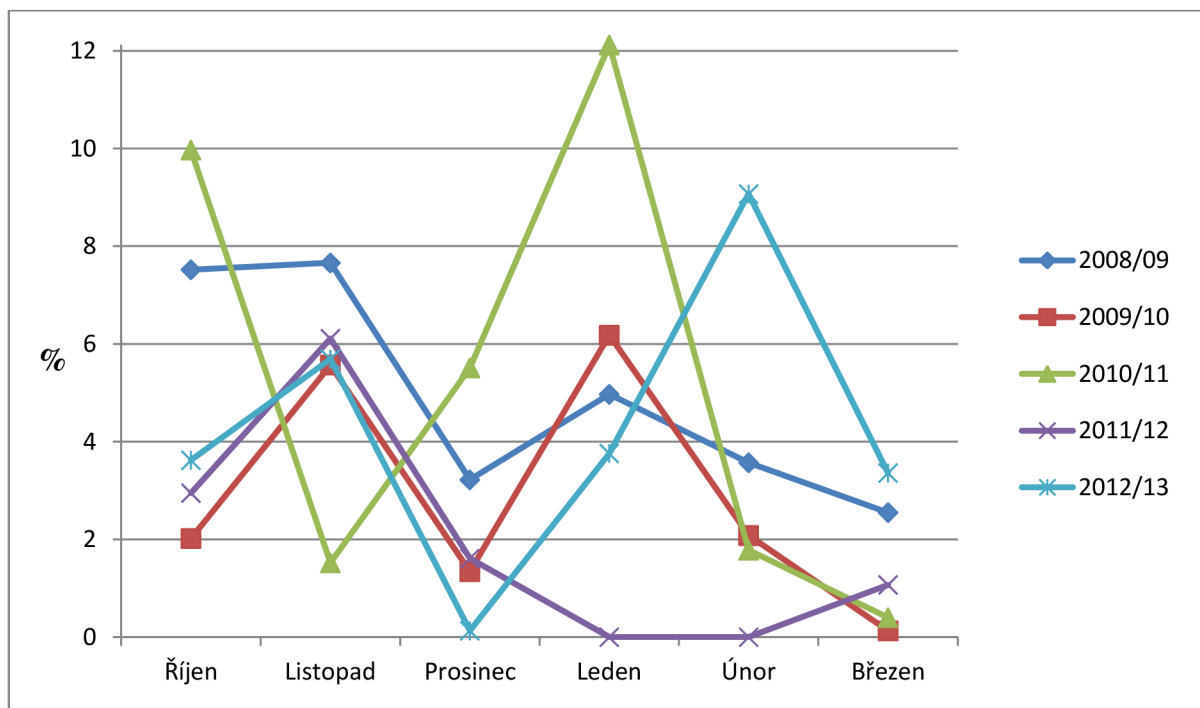
Tab. 15 Četnost zpráv v jednotlivých pololetí.

U hodnot s malou dohledností nelze pozorovat žádné extrémní skoky mezi jednotlivými pololetí. Dá se říct, že vývoj je stálý a pohybuje se v rozmezí od necelých dvou procent do pěti a čtvrt procenta. Hodnota množství zpráv s malou dohledností každý rok střídavě klesá a následně stoupá. Nejvíce zpráv bylo v pololetí 2010/11, a nejméně hned o

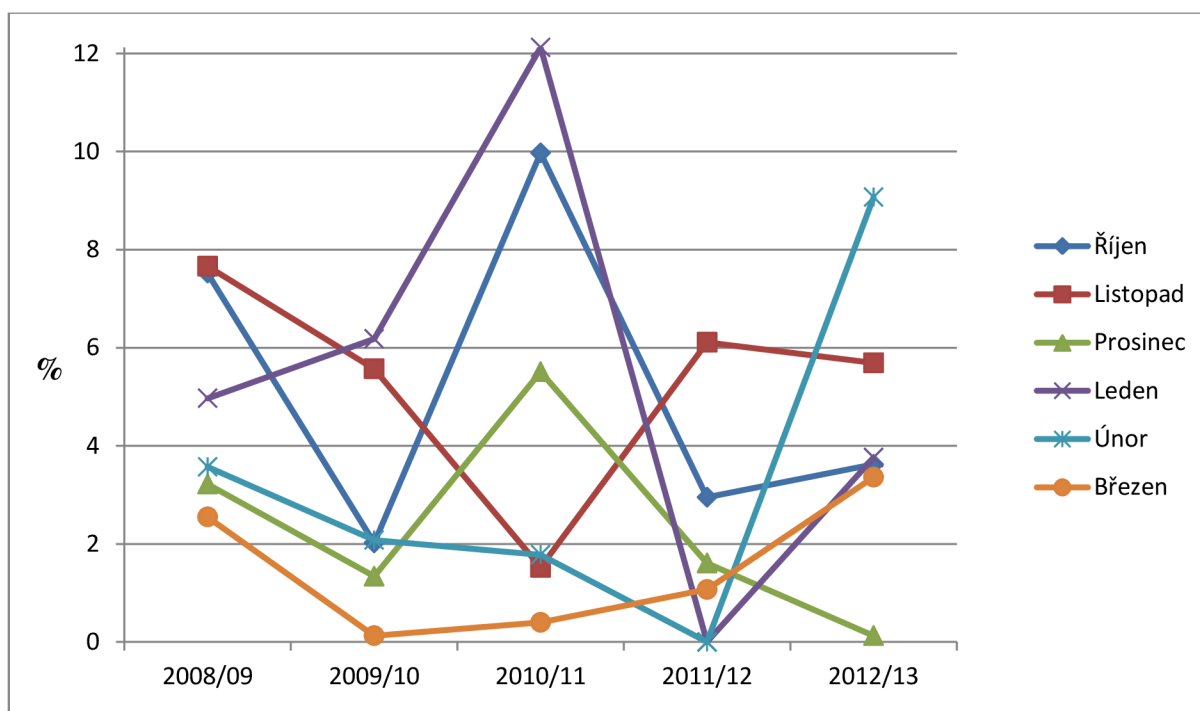
rok později v pololetí 2011/12. Pro kontrolu správnosti výpočtů můžeme provést výpočet aritmetického průměru všech pololetí, a měla by nám vyjít stejná hodnota jako, když jsme průměr počítali za 30 chladných měsíců. Příklad výpočtu: $(4,92 + 2,89 + 5,22 + 1,96 + 4,27) / 5 = 3,85\%$.

Naopak u zpráv s nízkou oblačností ale můžeme pozorovat skoky až o 10%. V chladném pololetí 2012/13 šlo v průměru z každé třetí zprávy METAR vyčíst nízkou oblačnost. Stejně jako u malé dohlednosti bylo nejméně zpráv s nízkou oblačností o rok dříve v pololetí 2011/12. Kontrolní výpočet vyšel i v tomto případě stejně. $(28 + 29,66 + 26,86 + 22,42 + 33,34) / 5 = 28,05\%$.

Jak už z grafu č. 7 a následné tabulky č. 15, tak i z textu je již jasné, že zprávy METAR z kterých bylo možné vyčíst buď nízkou oblačnost, nebo malou dohlednost bylo nejméně v pololetí 2011/12. Přičemž následující pololetí počet zpráv tak extrémně narostl, že se pololetí 2012/13 stalo statisticky nejhorším a z hlediska malé dohlednosti a nízké oblačnosti nejrizikovějším ze všech pěti chladných pololetí.

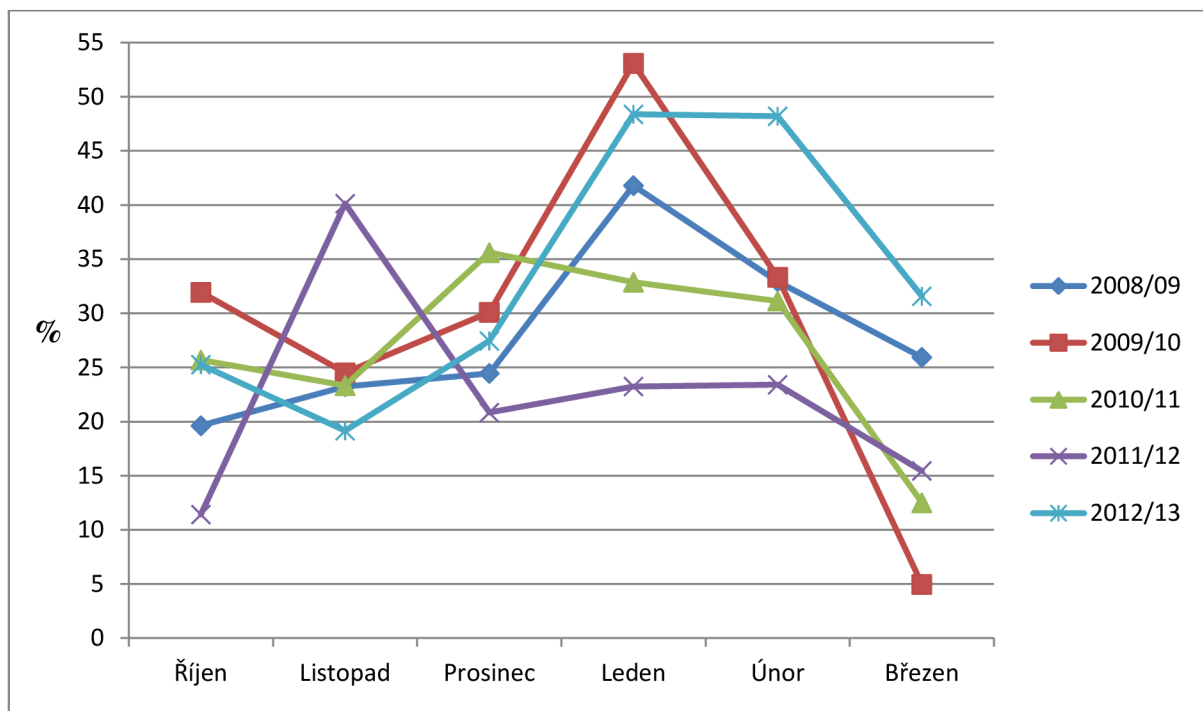


Graf č. 8. Srovnání chladných pololetí s malou dohledností v jednotlivých měsících.

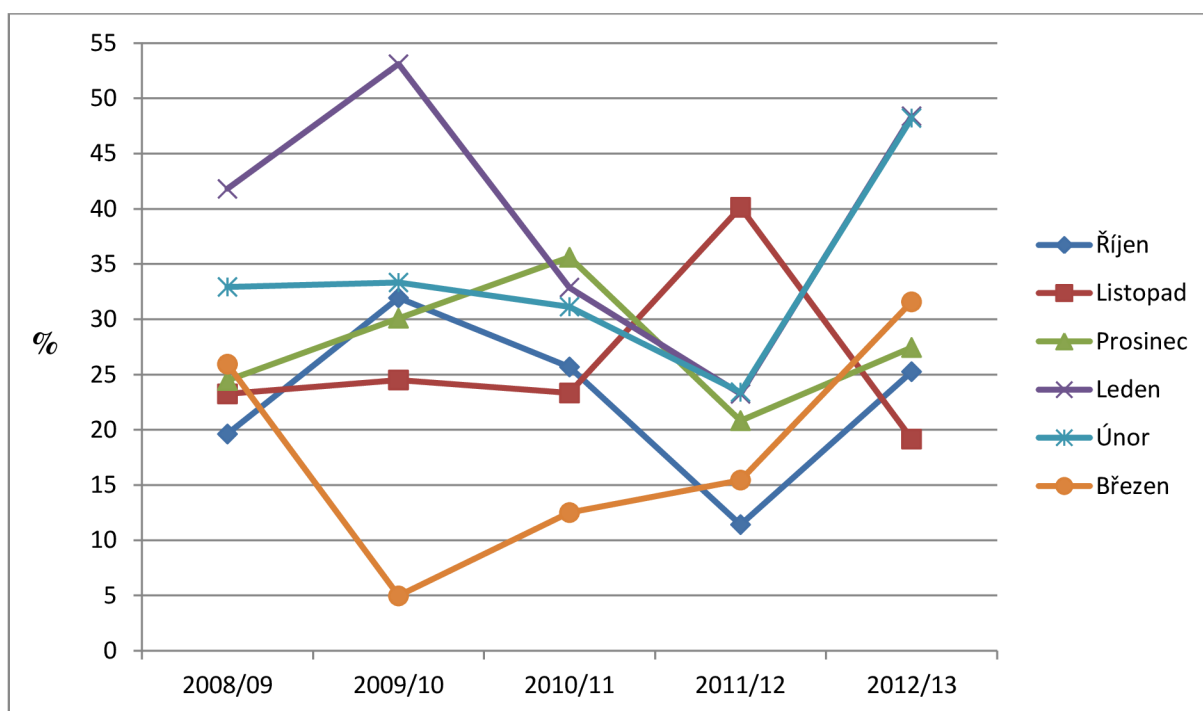


Graf č. 9. Srovnání měsíců s malou dohledností v jednotlivých chladných pololetích.

Grafy č. 8. a 9. byly sestaveny z dat v tab. č. 13. Grafy jsou v podstatě stejné, ale mají invertované osy. Umožňují přímé porovnávání a srovnávání malé dohlednosti v jednotlivých měsících nebo pololetích. Rovněž i zlepšují celkový přehled. Dále se dá z grafů zjistit, které měsíce či pololetí jsou tzv. stabilní, a které nikoliv. Například u měsíce březen nelze pozorovat žádné výrazné skoky, a proto se dá říct, že za pět chladných pololetí je tento měsíc stabilní. Naopak u měsíců říjen a leden lze pozorovat v každém pololetí skok až o několik procent, což z nich dělá nestabilní měsíce.



Graf č. 10. Srovnání chladných pololetí s nízkou oblačností v jednotlivých měsících.



Graf č. 11. Srovnání měsíců s nízkou oblačností v jednotlivých chladných pololetích.

Grafy č. 10. a 11. byly sestaveny z hodnot v tab. č. 14. Od předchozích dvou grafů se liší v tom, že jsou sestaveny pro nízkou oblačnost. V grafu č. 11. je v chladném pololetí 2011/12 rozdíl počtu zpráv mezi měsíci leden a únor pouhých 0,16%, a proto se body navzájem překrývají. Navíc v následujícím posledním chladném pololetí 2012/13 je rozdíl mezi měsíci leden a únor znova téměř zanedbatelný, a body se opět překrývají. Proto také nelze mezi pololetím 2011/12 a 2012/13 nalézt čáru pro měsíc leden.

6. ZÁVĚR

K meteorologickým překážkám provozu letišť patří nízká oblačnost a malá dohlednost především na podzim a v zimě. Oba tyto jevy jsou předmětem této práce, která se soustřeďuje na letiště Ostrava / Mošnov.

Ke studiu bylo zvoleno pět chladných pololetí od 2008/09 až 2012/13. Meteorologický materiál ke studiu poskytl Český hydrometeorologický ústav.

Práce se zabývá také způsobem určování malé dohlednosti a nízké oblačnosti. Statistické řešení prokázalo, že výskyt nízké oblačnosti v prostoru letiště Ostrava / Mošnov je podstatně četnější, než výskyt malé dohlednosti. Za pět chladných pololetí byla nejčastěji nízká oblačnost v měsíci leden a únor. Nejméně často se vyskytovala v březnu.

Téměř zanedbatelný počet pozorovaných termínů s mlhou souvisí s větší větrností letiště, a poměrně suchým terénem v okolí.

Velké rozdíly v počtech nepříznivých meteorologických podmínek silně kolísají z roku na rok, což svědčí o vysoké proměnlivosti počasí v našem současném klimatu.

7. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK:

Ac	Alto cumulus	Altokumulus
AGL	Above ground level	Výška nad zemí
AIRMET	Information concerning en-route weather phenomena which may effect the safety of low-level aircraft operations	Informace o meteorologických jevech na trati, které mohou ovlivnit bezpečnost letů v nízkých hladinách
As	Altostratus	Altostratus
ASDA	Accelerate-stop distance available	Použitelná délka přerušného vzletu
ATIS	Automatic terminal information service	Automatická informační služba v koncové řízené oblasti
BKN	Broken	Oblačno až skoro zataženo
BR	Mist	Kouřmo
CAVOK	Clouds and visibility OK	Turbulence v bezoblačném prostoru dohlednost, oblačnost a současné počasí lepší než předepsané hodnoty nebo podmínky
Cb	Cumulonimbus	Kumulonimbus
Cc	Cirrocumulus	Cirokumulus
Ci	Cirrus	Cirus
Cs	Cirrostratus	Cirostratus
ČHMÚ		Český hydrometeorologický ústav
ČR	Czech republic	Česká republika
DH	Decision height	Výška rozhodnutí
DME	Distance measuring equipment	Dálkoměr
E	East	Východ
FG	Fog	Mlha
ft	Feet	Stopa
GHz	Gigahertz	Gigahertz
GP	Glide patch	Sestupová rovina
hPa	Hectopascal	Hektopascal
HZ	Haze	Zákal
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
Km	Kilometres	Kilometr
Km/hod	Kilometres per hour	Kilometr za hodinu
LDA	Landing distance available	Použitelná délka přistání
LKMT		Letiště Ostrava / Mošnov
LKPR		Letiště Praha / Ruzyně
LKZA		Letiště Zábřeh
LLZ	Localizer	Kurzový maják ILS
LXGB		Letiště Gibraltar
m	Meter	Metr
METAR	Meteorological aviation report	Pravidelná letecká (letištní) meteorologická zpráva
MHz	Megahertz	Megahertz
MID	Mid-point	Střed dráhy
MLS	Microwave landing system	Mikrovlnný přistávací systém
MRK	Marker	Polohové návěstidlo
m/min	Meter per minute	Metr za minutu
m/s	Meter per second	Metr za sekundu
N	North	Sever
NE	North-east	Severo-východ
NOSIG	No significant change	Bez význačné změny
Ns	Nimbostratus	Nimbostratus

NSC	No significant clouds	Bez význačné oblačnosti
NW	North-west	Severo-západ
Obr		Obrázek
OVC	Overcast	Zataženo
PWD	Present weather detector	
QHN		Q- kód pro tlak vzduchu přepočtený na hladinu moře
RVR	Runway visual range	Dráhová dohlednost
RWY	Runway	Vzletová a přistávací dráha
ŘLP		Řízení letového provozu České republiky
S	South	Jih
Sc	Stratocumulus	Stratokumulus
SCT	Scattered	Skoro jasno
SE	South-east	Jiho-východ
SEČ		Středoevropský čas
SELČ		Středoevropský letní čas
SHF	Super high frequency	Super krátké vlny
SIGMET	Information concerning en-route weather phenomena which may effect safety of a/c	Informace o meteorologických jevech na trati, které mohou ovlivnit bezpečnost letového provozu
SKC	Sky clear	Jasno
SKV		Super krátké vlny
SPECI	Aviation selected special weather report	Zvláštní letecká meteorologická zpráva
St	Stratus	Stratus
SW	South-west	Jiho-východ
SYNOP		Zpráva o přízemních meteorologických pozorování z pozemní stanice
Tab		Tabulka
TAF	Terminal aerodrome forecast	Letištní předpověď
TCU	Towering cumulus	Konvektivní oblak se značným vertikální vývojem
TDM	Time division Multiplexing	Časové dělení / Časový multiplex / Multiplex s časovým dělením
TDZ	Touchdown zone	Dotyková zóna
TODA	Take off distance available	Použitelná délka vzletu
TORA	Take off run available	Použitelná délka rozjezdu
USA	United States of America	Spojené státy americké
UTC	Universal time coordinated / Zulu time	Koordinovaný světový čas / Zulu čas
VFR	Visual flight rules	Pravidla pro let za viditelnosti
VMC	Visual meteorological conditions	Meteorologické podmínky pro let za viditelnosti
VOLMET	Meteorological information for a/c in flight	Rozhlasové vysílání meteorologických informací letadlům za letu
W	West	Západ

8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY:

- [1] Kráčmar, J. - Krška, K. - Sobota, J. - Svatoš, V., 2006. Meteorologie (050 00). Učební texty dle předpisu JAR-FCL 1, 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM. 305 s.
- [2] Vosecký, S., 2012. Radionavigace (062 00). Učební texty dle předpisu JAR-FCL 1, 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM. 244 s.
- [3] Konrád, M., 2003. Vliv nízké oblačnosti na provoz letiště Brno- Tuřany a Ostrava- Mošnov. Meteorologické zprávy, roč. 56, číslo 2, 56 s.
- [4] Letiště (L14). Civilní letecké předpisy. 2000. Praha, Letecká informační služba. Nestr.
- [5] Nedelka, M., 1984. Přehľad leteckej meteorológie. Bratislava, Alfa. 222 s.
- [6] Dvořák, P., 2004. Letecká meteorologie. 1. vyd. Cheb: Svět křídel. 213 s.
- [7] Flajšman, M. - Štekl, J., 2009. Hydrometeorologická služba Armády České republiky v období 1918–2009. 1. vyd. Praha: Ministerstvo obrany České republiky. 376 s.
- [8] Kódovací příručka, 1972. 1 vyd. Praha: Hydrometeorologický ústav, Sborník předpisů, svazek 12. 192 s.
- [9] Keller, L. – Dvořák, P. – Grotz, M. – Grotz, K. – Mečiar, M. – Staněk, M. – Vrba, L. – Hodan, J. – Havelka, R. – Janíček, T. – Jelínek, A. – Vecko, M. – Šulc, J. – Bartoš, D. – Došel, P. – Truska, O. – Vanko, J. Učebnice pilota 2011, 1 vyd. Cheb: nakladatelství letecké literatury, Svět křídel, 191. publikace. 716 s.
- [10] Spirit, M., 2010. Most Extreme Airports. USA. 80 min.
- [11] <http://www.airport-ostava.cz/>
- [12] http://lis.rlp.cz/ais_data/www_main_control/frm_cz_aip.htm
- [13] Daněk, V., 2006. Výkonnost (032 00). Učební texty pro teoretickou přípravu dopravních pilotů dle předpisu JAR-FCL-1, 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM. 144 s.
- [14] Sobišek, B. a kol. 1993. Meteorologický slovník výkladový a terminologický. 1 vyd. Praha: Academia + Ministerstvo životního prostředí ČR. 594 s.

9. ODKAZY NA OBRÁZKY:

- [15] http://meteo.rlp.cz/LKMT_meteo.htm
- [16] <http://meteoro.cefet-rj.br/felipe/sinotica1/synop-01.jpg>
- [17] Nedelka, M., 1984. Prehľad leteckej meteorológie. Bratislava, Alfa. 222 s.
- [18] <https://rohaweb.files.wordpress.com/2013/04/vertikalni-rozdeleni-vp.gif>
- [19] <http://www.travelblog.org/Photos/124595>
- [20] http://lis.rlp.cz/ais_data/www_main_control/frm_cz_aip.htm
- [21] <http://www.ilmutekniksipil.com/wp-content/uploads/2012/05/komponen-pokok-runway-7.jpg>
- [22] <http://www.airport-ostrava.cz/UserFiles/Image/Loga/logo%20LJOA%201.jpg>
- [23] https://fbcdn-sphotos-d-a.akamaihd.net/hphotos-ak-xfp1/v/t1.0-9/10857910_679002008863656_5895980795968862687_n.jpg?oh=2b4e1aad3f94aee4dd7405cd2a15a5b8&oe=55E021CC&__gda__=1436069701_ab074f06fb53b6b7f89dcf82ddd301eb

10. SEZNAM PŘÍLOH:

- [24] **Příloha č. 1:** http://lis.rlp.cz/ais_data/www_main_control/frm_cz_aip.htm
- [25] **Příloha č. 2:** http://lis.rlp.cz/vfrmanual/20150430_1/lkmt_text_cz.html

