



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
LETECKÝ ÚSTAV

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AEROSPACE ENGINEERING

URČOVÁNÍ DOHLEDNOSTI NA LETIŠTÍCH V ČESKÉ REPUBLICCE

THE VISIBILITY IDENTIFICATION ON AERODROMES IN CZECH REPUBLIC

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

ADAM SMETKA

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

RNDr. KAREL KRŠKA, CSc.

BRNO 2011

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Letecký ústav

Akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Adam Smetka

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:

Určování dohlednosti na letištích v České republice

v anglickém jazyce:

The visibility identification on aerodromes in Czech Republic

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Popište vizuální a přístrojové určování dohlednosti. Druhy dohlednosti. Vývoj přístrojové měřicí techniky a současný stav.

Cíle bakalářské práce:

Cílem je popis a metodika určování dohlednosti na LKPR, LKTb, LKMT a LKKV. Dopady na omezení letového provozu. Kategorie RWY.

Seznam odborné literatury:

- [1] Dvořák,P.: Letecká meteorologie, Cheb. 2004.
- [2] Kráčmar,J. a kol.: Meteorologie (050). Učební texty, Brno. 2006.
- [3] Nedelka,M.: Prehľad leteckej meteorológie. Bratislava. 1984.
- [4] Ondráš,M.: Diagnóza súčasného stavu určovania dohľadnosti. Meteorologické zprávy. 1985.

Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Karel Krška, CSc.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2010/2011.

V Brně, dne 26.11.2010

L.S.

prof. Ing. Antonín Pištěk, CSc.

Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.

Děkan fakulty

Abstrakt

Tato práce se zabývá dohledností a jejím rozdělením podle meteorologického slovníku. Pojednává o vývoji systémů dráhové dohlednosti na letištích v České republice, popisuje systémy měření dráhové dohlednosti MITRAS, MIDAS IV a historii vybraných letišť. Další kapitoly popisují možný vývoj měřicí techniky v oblasti dráhové dohlednosti. Závěrečná část je věnovaná kategoriím drah.

Abstract

This work deals with the visibility and its breakdown by weather vocabulary. It discusses the development of RVR systems at airports in the Czech Republic, describes the measurement systems RVR MITRAS, MIDAS IV and history of selected airports. Other chapters describe the possible development of measurement techniques in RVR. The final section is devoted to the categories of runways.

Klíčová slova

dohlednost, CAT, RVR, propustnost, Vaisala, senzor současného počasí, senzor dopředného rozptylu, VFR, IFR

Key words

visibility, CAT, RVR, transmissivity, Vaisala, present weather detector, forward scatter visibility sensor, VFR, IFR

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci zpracoval samostatně pod odborným vedením vedoucího pana RNDr. Karla Kršky CSc. s využitím uvedené literatury.

V Brně 27. května 2011

.....

Adam Smetka

Poděkování

Děkuji vedoucímu mé bakalářské práce panu RNDr. Karlu Krškovi CSc., za cenné rady, poznámky a čas, který mně věnoval. Dále pak panu RNDr. Bohumilu Techlovskému vedoucímu Odboru letecké meteorologie Českého hydrometeorologického ústavu v Praze za umožnění přístupu na jednotlivá pracoviště meteorologické služby. A v neposlední řadě pánům Janu Melicharovi vedoucímu letecké meteorologické služby v Karlových Varech a Pavlu Pačesovi pracovníku letecké meteorologické služby v Praze - Ruzyni za velké množství informací a materiálů, bez kterých by tato práce nemohla vzniknout.

1	Úvod	9
2	Rozdělení dohledností	10
2.1	Dohlednost	10
2.2	Meteorologická dohlednost	10
2.3	Bílá tma	10
2.4	Dohlednost; VIS	10
2.5	Minimální dohlednost	10
2.6	Maximální dohlednost	11
2.7	Vertikální dohlednost	11
2.8	Geodetická dohlednost	11
2.9	Dráhová dohlednost; RVR	11
2.10	Meteorologický optický rozsah; MOR	12
2.11	Letová dohlednost	12
2.12	Šikmá dohlednost neboli dohlednost na přistání	12
2.13	Vztahy používané při výpočtech dohlednosti	12
2.13.1	Allardův vztah	12
2.13.2	Koschmiederův vztah	13
3	Druhy provozu letadel	14
3.1	VFR	14
3.2	IFR	14
4	Jevy zhoršující dohlednost	15
4.1	Litometeory	15
4.2	Hydrometeory	15
5	Historie meteorologického zabezpečení letecké dopravy	17
5.1	Historie firmy VÄISÄLÄ	17
5.2	Historie v českých zemích	17
6	Systémy pro měření dráhové dohlednosti na jednotlivých letištích	19
6.1	Základní princip transmisometru	19
6.2	Praha – Ruzyně LKPR	19
6.2.1	Snímače dráhové dohlednosti SM 5 SICK	20
6.2.2	Provoz transmisometrů MET 1	20
6.2.3	Instalace transmisometrů MITRAS	21
6.2.4	Popis transmisometrů MITRAS	21
6.2.5	Kontrola kontaminace optiky	22
6.2.6	Kalibrace transmisometrů MITRAS	23

6.2.7	Transmisometry LT 31	24
6.2.8	Instalace transmisometrů LT 31 systému MIDAS IV	24
6.2.9	Popis transmisometrů LT 31	25
6.2.10	Kalibrace transmisometrů LT 31	26
6.2.11	PWD 22 Detektor současného stavu počasí	26
6.2.12	Poloha čidel pro měření RVR	27
6.3	Brno – Tuřany LKTB	28
6.4	Ostrava – Mošnov LKMT	28
6.5	Karlovy Vary – LKKV	28
6.5.1	Transmisometry LT 31	29
7	Vizuální určování dohlednosti.....	30
8	Předpokládaný vývoj měřicí techniky	31
9	Dopady na omezení letového provozu	32
9.1	Minima pro vzlet	32
9.1.1	Minima pro vzlet obecně	32
9.1.2	Vizuální reference	32
9.1.3	Požadovaná dráhová dohlednost/dohlednost	32
9.1.4	Výjimky z bodu 9.1.3	34
9.2	Klasifikace letounů	34
10	Přesné přístrojové přiblížení – kategorie drah	35
10.1	Přesné přístrojové přiblížení za podmínek I. kategorie	35
10.2	Přesné přístrojové přiblížení za podmínek II. kategorie.....	35
10.3	Přesné přístrojové přiblížení za podmínek III. kategorie	35
11	Závěr	37
12	Použitá literatura	38

1 Úvod

Dohlednost je jedním z nejdůležitějších meteorologických prvků v letectví. Je limitujícím prvkem pro sportovní letectví, obzvláště jedná-li se o let za vidu země nebo-li VFR. Je také omezujícím faktorem ve „velké“ obchodní dopravě, kde v převážné většině případů musí v určité výšce velitel letadla rozhodnout, zda může pokračovat v přiblížení na přistání a následně bezpečně přistát nebo provést proceduru nezdařeného přiblížení a poté pokračovat buďto na alternativní letiště anebo se pokusit o další přiblížení. Dohlednost má podstatný význam v kritických fázích letu, což je vzlet a přistání, ať už se jedná tedy o let VFR nebo IFR.

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou měření dohlednosti na mezinárodních letištích Brno – Tuřany, Ostrava – Mošnov, Praha – Ruzyně a Karlovy Vary, na nichž je poskytována letecká meteorologická služba. Cílem je soustředit informace týkající se historie, současného stavu měřicí techniky a jejím následným možným vývojem. Zaměřit se na systémy měřicí dohlednost. Dále zmiňuji dohlednost jako mezní faktor v letectví. Popisuji základní princip, na kterém zařízení k měření dráhové dohlednosti fungují, jejich výhody i nevýhody. Závěr je vyčleněn kategoriím drah, přiblížením za zhoršených meteorologických podmínek za použití systému ILS.

2 Rozdělení dohledností

Níže uvedené definice dohledností jsou převzaty z [1], některé názvy dohledností nejsou v souladu s Meteorologickým slovníkem, např. dráhová dohlednost, vodorovná viditelnost, popř. viditelnost šikmá, letová [5]. V názvosloví dohlednost x viditelnost jsou značné nesrovnalosti.

2.1 Dohlednost

Vzdálenost, ve které se kontrast vztažného objektu a jeho pozadí právě rovná prahu kontrastové citlivosti oka pozorovatele. Dohlednost je v anglickém názvosloví označována jako Visual range.

2.2 Meteorologická dohlednost

- Přes den největší vzdálenost, na kterou se dá spolehlivě rozeznat černý objekt (předmět) s úhlovou velikostí od $0,5^\circ$ do 5° při zemském povrchu na pozadí mlhy nebo oblohy.
- V noci největší vzdálenost, na kterou se dá spolehlivě rozeznat světlo s určitou stálou a směrově málo proměnlivou svítivostí.

Meteorologická dohlednost je v anglickém názvosloví označována jako Meteorological visibility.

2.3 Bílá tma

Jedná se o specifické podmínky dohlednosti v zasněžené krajině, při kterých objekty (jinak vhodné na vizuální kontakt se zemským povrchem) úplně splývají s pozadím (nulový kontrast).

Výskyt jevu se váže hlavně na polární oblasti, avšak může se pozorovat při vhodném osvětlení i na jiných místech. Bílá tma je v anglickém názvosloví označována jako Whiteout.

2.4 Dohlednost; VIS

Vzdálenost, na kterou je možné v závislosti od objektu pozorování, od stavu ovzduší a od fyziologických možností pozorovatele vnímat a identifikovat daný objekt zrakem.

Hodnoty VIS pro letectvo se stanovují na základě pozorování vybraných objektů v prostoru a v okolí letiště (referenční body) zařazené do plánu dohlednosti. Do leteckých meteorologických zpráv se zařazuje nejmenší z hodnot VIS, pozorovaných v různých směrech od místa pozorování. Dohlednost VIS je v anglickém názvosloví označována jako Visibility.

2.5 Minimální dohlednost

Hodnota VIS, která se do zpráv pro letectví zařazuje v případě, když je VIS pod 5 km a současně se v některém směru vyskytuje dohlednost, která je alespoň o 50% větší než hodnota VIS. Zkratka směru, uvedená na konci informace, odpovídá směru výskytu minimální dohlednosti. Minimální dohlednost je v anglickém názvosloví označována jako Minimal visibility.

2.6 Maximální dohlednost

Hodnota VIS, která se do zpráv pro letectví zařazuje v případě, když je VIS pod 1500 m a současně se v některém směru vyskytuje hodnota dohlednosti nad 5 km. Zkratka směru uvedená na konci informace odpovídá směru maximální dohlednosti.

Z definice minimální dohlednosti vyplývá, že se údaj o ní musí do leteckých meteorologických zpráv zařadit při všech podmínkách, při kterých se zařazuje maximální dohlednost. Maximální dohlednost je v anglickém názvosloví označována jako Maximal visibility.

2.7 Vertikální dohlednost

Dohlednost ve vertikálním směru. Udává se zejména při mlze, při které není možné rozeznat oblohu. Podle směru pozorování může jít o dohlednost vzhůru (upward visibility), nebo o dohlednost dolů (downward visibility). Vertikální viditelnost je v anglickém názvosloví označována jako Vertical visibility.

2.8 Geodetická dohlednost

Vzdálenost, na kterou by bylo možné, v případě, že by byl vzduch úplně čistý a zemský povrch geometricky ideální, vidět z určité výšky nad mořem. Geodetická dohlednost je v anglickém názvosloví označována jako Geodetic visibility. Číselné vyjádření této závislosti obsahuje následující tab. 1:

Nadmořská výška (km)	Geodetická dohlednost (km)
0,1	38
0,5	86
1,0	121
2,0	171
4,0	242
6,0	296
8,0	342
10,0	383

Tab. 1. Geodetická dohlednost. Podle[1]

2.9 Dráhová dohlednost; RVR

Vzdálenost ve směru osy vzletové a přistávací dráhy, na kterou je při prahu kontrastu, 0,05 možné vidět buď vzletovou a přistávací dráhu anebo postranní, popřípadě osová dráhová světla.

Hodnoty RVR se stanovují automatizovanými postupy z hodnot naměřených asi 120 m od osy dráhy a představují maximální možné přiblížení k velikosti vzdálenosti, na kterou může posádka letadla v sestupové rovině při konečném přiblížení vidět vzletovou a přistávací dráhu, její značení nebo dráhová světla. Dráhová dohlednost je v anglickém názvosloví označována jako Runway visual range, RVR.

2.10 Meteorologický optický rozsah; MOR

MOR z Meteorological Optical Range je délka dráhy v atmosféře potřebná na zeslabení paprsku světla, jdoucího od svítící lampy při teplotě 2700°K až na 0,05 jeho původní velikosti. Světelný tok se při tom zkoumá v podmínkách adaptace oka na světlo při osvětlení typickém pro obyčejné denní pozadí.

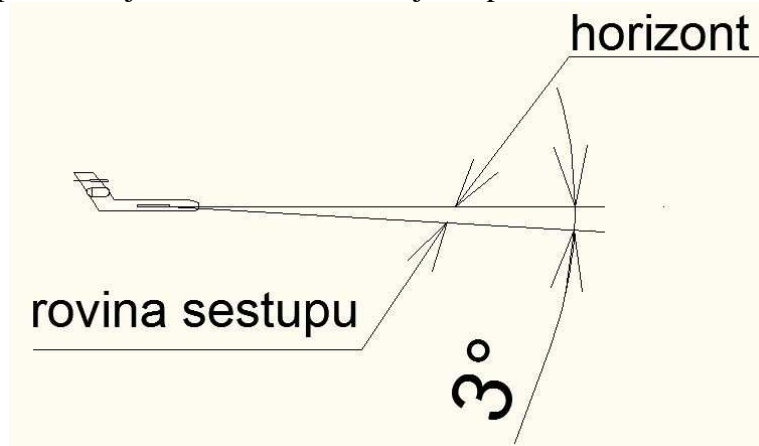
V zájmu standardizace a objektivizace pozorování a měření dohlednosti na meteorologických stanicích byl na 7. zasedání Komise pro přístrojové a pozorovací metody Světové meteorologické organizace (WMO – World Meteorological Organization) v Hamburku 1977 přijat za základní druh dohlednosti MOR [8].

2.11 Letová dohlednost

Dohlednost z letícího letadla. V oblacích druhu Ci, Cs a Cc bývá několik stovek metrů, v oblacích Ac, As desítky až stovky metrů a v základnách některých oblaků Cb, Ns klesá dohlednost až pod 10 m. Významně se zhoršuje pod vrstvami inverze teploty vzduchu vlivem vyšší koncentrace prachu, dýmu a případné kondenzace vodní páry; analogické podmínky jsou pod tropopauzou.

2.12 Šikmá dohlednost neboli dohlednost na přistání

Dohlednost ve směru odkloněném o určitý ostrý úhel od vodorovné roviny. V letecké meteorologii se určuje z vyvýšeného bodu směrem k zemskému povrchu při úhlu přibližně 3° . Ve fázi konečného přiblížení ji též můžeme označit jako přistávací dohlednost [5].



Obr. 1. Šikmá dohlednost

Do nedávných let se jako základní dohlednost uváděla dohlednost minimální MINVIS. Problém nastal v okamžiku, kdy minimální dohlednost klesla pod minima letiště a linky musely být odkloněny na alternativní letiště a přitom v ose dráhy byla dohlednost vyšší než povolovaly minima letiště. Z toho důvodu se přešlo na dohlednost převládající, tedy PREVIS.

2.13 Vztahy používané při výpočtech dohlednosti

2.13.1 Allardův vztah

Vztah vyjadřující závislost mezi prahovou hodnotou osvětlení oka, svítivostí zdroje světla, dohledností, propustností ovzduší a vzdáleností zdroje světla od fotometru. Při měření pro letectvo se obvykle používá ve tvaru

$$E_t = \frac{I}{D^2} \cdot P^{\frac{D}{Z}}, \text{ kde je}$$

- E_t ...prahová hodnota osvětlení (lx)
- I ... svítivost zdroje světla (cd)
- D ...dohlednost (m)
- P ... propustnost ovzduší (%) a
- Z ...vzdálenost zdroje světla od fotometru (m).

Hodnota E_t je pro noční hodiny rovna $10^{-6,1}$ lx, při bezoblačné denní obloze 10^{-3} lx. Vztah se používá pro výpočet dohlednosti z hodnot propustnosti ovzduší [1]. Allardův algoritmus se používá pro výpočet dohlednosti v noci.

2.13.2 Koschmiederův vztah

Vztah vyjadřující závislost mezi prahovým kontrastem oka, propustností ovzduší, dohledností a vzdáleností světelného zdroje od fotometru. Při měření pro letectví se používá ve tvaru

$$E_c = P^{\frac{D}{Z}}, \text{ kde je}$$

- E_c ...prahový kontrast oka (%)
- P ...propustnost ovzduší (%)
- D ...dohlednost (m) a
- Z ...vzdálenost zdroje od fotometru (m).

Při přepočtu propustnosti atmosféry na dráhovou dohlednost se používá hodnota E_c dohlednost rovné 5% [1]. Koschmiederův algoritmus se používá pro výpočet dohlednosti ve dne.

3 Druhy provozu letadel

3.1 VFR

Visual flight rules, pravidla pro let za dohlednosti. Jedná se o druh provozu, za kterého pilot vidí z kokpitu ven a orientuje se pomocí takzvané srovnávací navigace (pilot porovnává to, co vidí venku, s tím, co vidí na mapě). Let VFR je oproti IFR velmi omezen dohledností, jak už je zmiňováno letmo v úvodu. Provedení letu VFR je možné pouze za podmínek VMC (Visual meteorological conditions). Viz tab. 2. Podle [10].

Třída vzdušného prostoru	C,D,E	G
Letová dohlednost	8 km v a nad FL 100 5 km pod FL 100	5 km*
Vzdálenost od oblaků	1500 m horizontálně 300 m vertikálně	Vně oblaků za viditelnosti země

* a) lety při letové dohlednosti nižší než 5 km, ale ne nižší než 1500 m mohou být prováděny:

- 1) při rychlostech, které při převládající dohlednosti poskytnou přiměřenou možnost včas spatřit jiný provoz nebo překážky v čase, který dovolí vyhnout se srážce s tím, že podíl číselné hodnoty indikované vzdušné rychlosti (km/h) a letové dohlednosti (km) nesmí být větší než 100,
- 2) za okolností, při kterých pravděpodobnost setkání s jiným provozem by byla normálně malá, např. v prostorech s malou hustotou provozu nebo při leteckých pracích v nízkých hladinách.

b) lety vrtulníků při letové dohlednosti nižší než 1500 m, ale ne nižší než 800 m, mohou být prováděny, jestliže manévrují rychlostí, která poskytne přiměřenou možnost včas spatřit jiný provoz nebo překážky v čase, který dovolí vyhnout se srážce.

Tab. 2. Podle [10]

3.2 IFR

Instrument flight rules, pravidla pro let s použitím přístrojů. Pravidla pro let podle přístrojů popisuje předpis L – 2, Hlava 5 – Pravidla pro let podle přístrojů. Letadla musí být vybavena vhodnými přístroji a radionavigačním vybavením odpovídajícím trati, která se má letět. Při letu IFR za podmínek IMC (Instrument meteorological conditions – meteorologické podmínky pro let podle přístrojů) již tedy není třeba vizuálního kontaktu pilota s terénem, nejedná-li se o start a přistání.

4 Jevy zhoršující dohlednost

Dohlednost je závislá na kontaminaci atmosféry částicemi ve stavu pevném nebo kapalném a na množství vodní páry obsažené v atmosféře. Také husté dešťové, sněhové přeháňky a zvířený sníh mají velký podíl na snižování dohlednosti. Tyto jevy mohou velmi významným způsobem ovlivnit dohlednost a bezpečnost letu. Zvířený písek má negativní vliv na životnost motoru, pokud dojde k jeho nasátí. Dochází k nadměrnému opotřebování lopatek kompresoru a může dojít i k usazování roztavené horniny na jednotlivých lopatkách. Následkem nevyváženosti dochází k vibracím a změnám úhlu nabíhajícího proudu vzduchu na lopatky kompresoru.

4.1 Litometeory

Jsou tvořeny pevnými částicemi, které nejsou z vody. Za nejběžnější považujeme zákal, kouř, zvířený prach nebo písek, prachový nebo písečný vír, prachovou bouři. Z pilotního hlediska je velmi nebezpečná písečná stěna, na níž skokově dochází k radikálnímu snížení dohlednosti.

- Zákal – atmosférický aerosol, který vytvářejí tuhé částice s mikroskopickými rozměry, přičemž se vyskytují v takovém množství, že vyvolávají opalescenci a zmenšují viditelnost. Podle původu částic může být zákal prachový, písečný apod. Když zákalové částice fungují jako kondenzační nebo desublimační jádra, dochází k přechodu jevu do kouřma až mlhy [1].
- Prachová bouře – přenos jemnozrnného váteho písku, prašné hlíny, jílu nebo rašeliny silným větrem na velké vzdálenosti od ohniska větrné eroze [5].
- Sopečný popel – tvoří ho jemné, ale přitom tvrdé a velmi drsné částičky hornin a minerálů, které mohou vystoupat do výšek kolem 15 km. Pod mikroskopem je vidět, že mají velmi ostré hrany

Od roku 1982, kdy v červnu při výbuchu sopky Galunggung přišel boeing společnosti British Airways o všechny čtyři motory, se sleduje sopečná aktivita a pohyby oblaků popelu. Boeing se dostal do sopečného oblaku ve výšce kolem deseti kilometrů. Jeho motory začaly nasávat částičky horniny, které se ve spalovací komoře začaly tavit a následně nalepovat na stěny motoru v chladnější části, důsledkem čehož došlo k zastavení všech čtyř motorů a ztrátě tahu.

4.2 Hydrometeory

Jsou tvořeny vodními kapalnými nebo tuhými částicemi (déšť, sníh, kroupy, nízko zvířený sníh, vysoko zvířený sníh, mlha aj.). Srážky dělíme na:

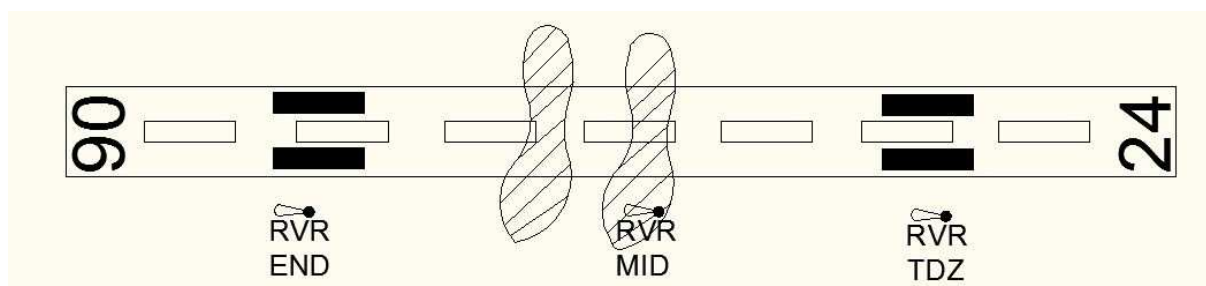
Padající – vertikální

Usazené – horizontální (rosa, jinovatka, námraza, ledovka, náledí)

- Kouřmo – atmosférický aerosol složený z mikroskopických vodních kapiček anebo z vlhkých hygrokopických částiček vznášejících se ve vzduchu především v přízemní vrstvě. Při kouřmu s dohledností menší než 5 km nebývá vzduch vodní parou nasycen [1].
- Mlha – atmosférický aerosol z velmi malých vodních kapiček, případně drobných ledových krystalků rozptýlených ve vzduchu a zmenšujících při zemi horizontální dohlednost pod 1 km. Podle podmínek vzniku se mlhy rozdělují především na radiační a advekční [1].

- Nízko zvržený sníh – vyskytuje se při sněhové pokrývce a silném turbulentním větru, přičemž jsou sněhové částice zdviženy jen do malé výšky a vátý při zemi, takže výrazně nesnižují vodorovnou dohlednost ve výšce očí pozorovatele (1,8 m) [5].
- Vysoko zvržený sníh – vyskytuje se při sněhové pokrývce a silném turbulentním větru, přičemž je množství sněhových částic zdviženo do značné výšky nad zemí a hnáno větrem, takže vodorovná dohlednost ve výšce očí pozorovatele je zpravidla velmi malá a může být snížena až do výšky 1 km nad zemí [5].

Mezi nebezpečné hydrometeory může také patřit mlha v pásech, kdy v bodě dotyku tzv. TDZ (Touchdown zone) může být naměřena dohlednost 10 km a ve středu dráhy jen několik metrů. Je to způsobeno tím, že pás mlhy přechází přes dráhu v místech, kde je umístěno čidlo.



Obr. 2. Ovlivnění RVR pásy mlhy

- Chuchvalce mlhy – označení pro mlhu, přízemní mlhu nebo zmrzlou mlhu, která se vyskytuje v nesouvislé vrstvě. Za větru se chuchvalce mlhy pohybují a mohou výrazně ovlivňovat horizontální viditelnost [5].
- Přeháňky mlhové – pracovní označení, které je někdy používáno pro chuchvalce či pásy mlhy, které jsou hnány větrem, takže na meteorologické stanici se střídá mlha s lepší viditelností. Přeháňky mlhové se nejčastěji vyskytují na horách při přechodu jednotlivých oblaků přes stanici [5].

5 Historie meteorologického zabezpečení letecké dopravy

Člověk odjakživa pohnul po pohybu v trojrozměrném prostoru. Už Leonardo da Vinci navrhoval návrhy létajících strojů. První snahy o realizaci se objevují v druhé polovině 18. století ve Francii za použití horkovzdušných balonů. Staví se první kluzáky, které v klouzavém letu plachtí i 100 m.

5.1 Historie firmy VÄISÄLÄ

Dovolují si zde uvést krátkou část týkající se historie této společnosti, která svými nemalými příspěvky na poli radiosondáže a měření meteorologických prvků posunula vývoj měřidel zase o kus dále.

Zakladatelem firmy, jak už název napovídá, je profesor Vilho Väisälä. Jako první ve Finsku vypustil radiosondážní balon 30. prosince 1930. Objevil skrytý potenciál, který se v radiosondáži skrýval. Počátky firmy tedy spadají do třicátých let dvacátého století. Roku 1936 byly první radiosondy připraveny k prodeji pod již dnes známou značkou. Profesor Väisälä po dlouhá léta stanul ve vedení firmy jako její generální ředitel.

V dnešní době firma zaměstnává okolo 1400 zaměstnanců, vyváží své výrobky do více než 140 zemí světa a export připadá na 98% výroby.

5.2 Historie v českých zemích

K prvnímu letu s jednoplošníkem o výkonu 70 koňských sil dochází roku 1911, kdy Jan Kašpar provede let Praha – Pardubice. Po první světové válce se letadlo stává civilním využitelným dopravním prostředkem. Do roku 1930 se díky letecké přepravě v civilním sektoru přepraví 270 milionů přepravních kilometrů. Na tu dobu to byl úctyhodný výsledek vzhledem k tomu, že letadla tehdejší doby dosahovala podstatně nižších rychlostí a počet osob na palubě také nebyl závratný, pohyboval se okolo deseti cestujících. Roku 1920 je uvedena do provozu Francouzsko - rumunskou vzduchoplavební společností linka Praha – Štrasburk. O rok později je linka prodloužena až do Varšavy. Československá letecká meteorologická služba při Státním ústavu meteorologickém vznikla v roce 1921. Roku 1923 vznikají Československé státní aerolinie ČSA. První let se vzhledem k nevhodným meteorologickým podmínkám na páté výročí vzniku ČSR neuskutečnil.

Od 20. let postupně přibývalo meteorologických stanic a služeben, které dodávaly letectvu meteorologické údaje. Vybavení stanic bylo v té době nevhodné nebo spíše nedokonalé. Přenos zpráv probíhal telefonicky, telegrafem a pomocí poštovních holubů. První spojení mezi pilotem a dispečerem na zemi bylo u nás uskutečněno roku 1928. Telegrafie a síť GONIO stanic umožnily urychlení dodávání povětrnostních informací. I když svět upadl ve třicátých letech do hospodářské krize, letecká doprava nadále vzrůstala. Roku 1940 již přepravních kilometrů bylo 2,7 miliard.

Během těchto let se vyvíjela i povětrnostní služba. Začíná se využívat na služebnách složitějších zařízení. Pro noční pozorování výšky základny nízkých oblaků se začínají používat klinometry. Díky dálkoplošným okruhům se dodávání meteorologických informací podstatně zlepšilo.

Druhá světová válka, která kladla velký důraz na vzdušné síly, přinesla velký pokrok jak v letectví samotném, tak i v meteorologii. Roku 1944 se zástupci 52 zemí sešli na Mezinárodní konferenci v Chicagu a ustanovili základy pro vznik organizace ICAO

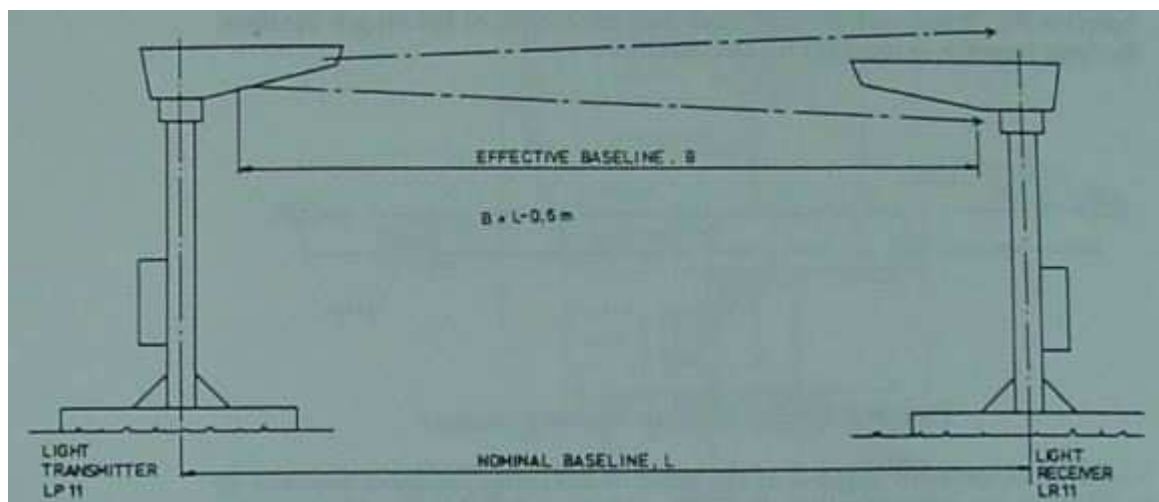
(International Civil Aviation Organization); úkolem organizace je starat se o rozvoj mezinárodního civilního letectva. Během druhé světové války se podstatně rozšířil počet meteorologických stanic. Začal se používat meteorologický radar, který dokázal detekovat oblasti s vodními kapkami. Stal se jedním z nejdůležitějších nástrojů pro leteckou meteorologii, protože umožňoval včasné hlášení nepříznivého počasí pro letecké operace. Pokrok v technologii podstatně zlepšil přesnost měření meteorologických veličin. Na letištích jsou instalovány ceilometry pro měření spodní základny oblačnosti a první měřiče dohlednosti, založené na propustnosti světla v ovzduší.

Koncem 2. světové války se objevují první proudová letadla, která dosahují rychlostí 1000 km/h a výšky až 12 km. V padesátých letech letecká meteorologie reaguje na požadavky doby a provádí radiosondážní měření do výšek nad 10 km. Motory strojů jsou závislé na hustotě a teplotě vzduchu [3].

6 Systémy pro měření dráhové dohlednosti na jednotlivých letištích

6.1 Základní princip transmisometru

Systém měření je založen na propustnosti světelného svazku atmosférou. V tomto případě se jedná o testovaný objem vzduchu, kterým prochází svazek světla vyslaný z vysílače do přijímače. Je známa energie na vysílači, a také energie přijatá na přijímači. Jejich rozdíl je následně přepočten na MOR, jak ukazuje obr. 3 a vzorec.



Obr. 3. Princip měření transmisometru. Podle [9]

$$MOR = B \cdot \frac{\ln C}{\ln T} = \frac{3 \cdot B}{\ln T} \text{ podle [9]},$$

kde MOR...je meteorologický optický rozsah,

B...efektivní vzdálenost základen, jedná se o přesnou vzdálenost optiky vysílače a přijímače [m]

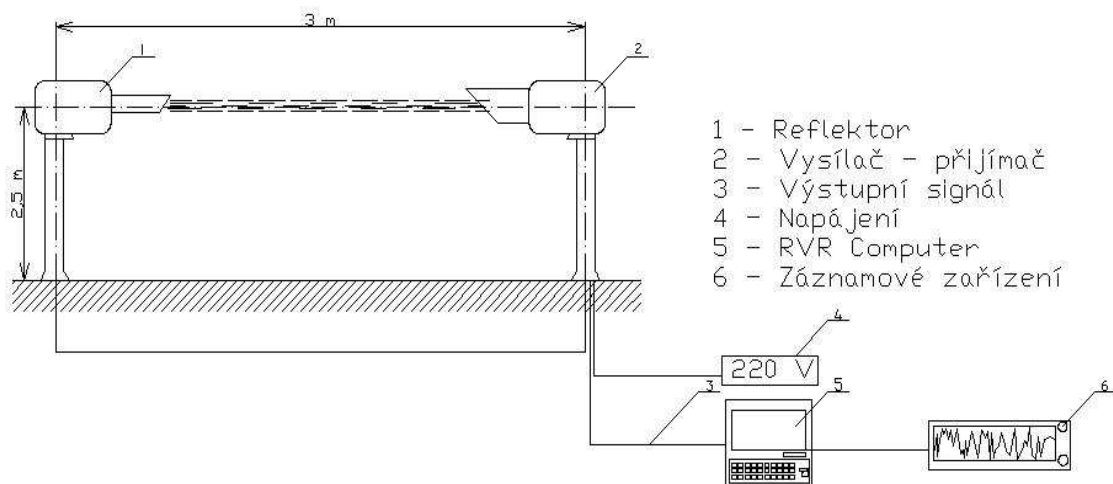
C...práh kontrastní citlivosti oka doporučena WMO a ICAO

T...přenosový faktor, část světelného toku, který zůstává v paprsku po průchodu optické dráhy dané délky (efektivní vzdáleností základen) v atmosféře [9].

6.2 Praha – Ruzyně LKPR

Na počátku osmdesátých let bylo rozhodnuto vybavit vzletovou a přistávací dráhu 06/24 na letišti Praha – Ruzyně automatizovaným meteorologickým systémem IVR MET anglické firmy Marconi. Před tímto systémem byl na letišti instalován skopograf. Jednalo se o zařízení na podobné bázi jako transmisometru, tedy princip světelného paprsku a primitivního druhu záznamového zařízení. K tomuto zařízení se mi nepodařilo získat více informací.

Záměrem bylo vybavit letiště pro provoz za podmínek II. kategorie. Dodávka systému se uskutečnila na podzim roku 1983. Instalace byla zahájena ještě téhož roku. Tento systém byl na jaře roku 1984 instalován i na dráhu 13/31. Zkušební provoz byl zahájen 1. září 1984. Na obr. 4 je jednoduše znázorněno schéma transmisometru použitého na dráze 06/24.



Obr. 4. Schématické znázornění transmisometru Marconi

Systém IVR MET měřil a zaznamenával přízemní vítr (směr, minimální rychlost, průměrnou a maximální rychlost, nárazy), dráhovou dohlednost, tlak vzduchu (QFE, QNH), teplotu vzduchu, teplotu rosného bodu a výšku spodní základny oblačnosti [4].

6.2.1 Snímače dráhové dohlednosti SM 5 SICK

V systému IVR MET bylo pro měření dráhové dohlednosti použito dvou typů transmisometrů. Na dráze 13/31 transmisometry typu SM 5 firmy SICK. Na dráze 07/25 to byly transmisometry MET 1 firmy Marconi. Byly voleny z důvodů budoucí desetileté perspektivy, jednoduché konstrukce a údržby. Nicméně časem se ukázalo, že právě tyto transmisometry jsou nejslabším článkem celého systému IVR MET. MET 1 se skládal ze dvou jednotek. Jednotky byly umístěny 3 m od sebe na jednom podstavci. Měření probíhalo ve výšce 2,5 m nad zemí, což plyne z ustanovení 4.3.1.1, Doplněk 3, předpisu L3 - Meteorologie, část zabývající se měřením RVR.

6.2.2 Provoz transmisometrů MET 1

Jak již bylo v předchozím odstavci řečeno, transmisometry MET 1 měly více nedostatků. V transmisometru docházelo ke kolísání napětí v závislosti na okolní teplotě. Při klesající teplotě klesalo i napětí. Snahou dodatečného vytápění bylo tuto závislost odstranit. Pokud výstupní napětí kleslo pod kritickou hodnotu 3,5 V, měření RVR se přerušilo. Kromě krátkodobých změn výstupního napětí, které dosahovalo až 400 mV, což představovalo téměř celý pracovní rozsah, byla zaznamenávána trvale sestupná tendence výstupního napětí na transmisometru. Předpokládalo se, že dochází k zanášení optiky, avšak její čištění nepřineslo žádný kladný výsledek.

Vzhledem k těmto problémům firma Marconi vyvíjela nový typ transmisometru MET 2. Zařízení bylo dodáno do Československa v polovině roku 1987.

V provozu je transmisometr citlivý na znečištění optiky. Tento jev už dokázaly systémy MET 2 v jistých tolerancích eliminovat. Pokud výstupní napětí dosáhlo hodnoty 3,6 V, systém začal indikovat znečištění optiky. Výsledkem bylo, že technik musel optiku vyčistit a napětí se vrátilo opět mezi tolerované meze. Optické zařízení na vysílači a přijímači (odrážeči) je utěsněno tak, aby bylo zabráněno jakémukoliv vniknutí nečistot. To mělo za následek, že systém byl provozuschopný do doby, než na něm vznikla závada [4].

6.2.3 Instalace transmisometrů MITRAS

Od roku 1995 byly na dráhu 06/24 instalovány transmisometry firmy VÄISÄLÄ s čidly MITRAS. Tento systém pracuje na uvedeném místě dosud. Další dva kusy byly umístěny do listopadu roku 2008 na dráze 13/31. Po konzultaci na letecké meteorologické stanici jsem došel k závěru, že transmisometry MITRAS jsou velmi spolehlivé a většinou prověřené měřicí zařízení.



Obr. 5. Vysílač transmisometru MITRAS se dvěma základnami a snímačem jasu pozadí

6.2.4 Popis transmisometrů MITRAS

Systém MITRAS je dvoubázový. Což znamená, že má dvě základny (přijímače – receiver). Na obr. 5 je kompletní soustava vysílače (nejblíže k nám) a dvou přijímačů (dále od nás - základen). Jedna je ve vzdálenosti 15 m a druhá 75 m od vysílače. Vysílací a přijímací hlavy jsou umístěny ve výšce 2 m. U vysílače i přijímačů jsou schůdky, aby měla obsluha lepší přístup k optice zařízení. Na vysílači je umístěn snímač jasu pozadí LM 11 (The background luminance meter), který zavádí do výpočtu dohlednosti jas pozadí. Je upevněn na horním krytu vysílače. Měří 7° kužel jdoucí do 46 mm objektivu. Přicházející světlo je zaměřeno na matné sklo umístěno před fotodiodou.

Ochranné sklo transmisometru před samotnou optikou je citlivé na znečištění. V zimním období, kdy je kontaminace dráhy častější, se na sklu usazují nečistoty, které pocházejí ze vzletové a přistávací dráhy vlivem maximálního vzletového výkonu motorů odlétávajících letadel. Kdy proud plynů za motory zvedne do ovzduší množství kapiček, které se při vhodném směru větru jako „oblak“ přemísťují a následně usazují na ochranném skle transmisometrů. Tento druh kontaminace může obsluze tvořit takové potíže, kdy při vyčištění poslední optiky v jednom směru dráhy, může prvotní zařízení opět hlásit, znečištění.

Drobné obtíže může také způsobovat hmyz a pavouci, kteří se usazují v tubusu vysílače nebo přijímače. Pokud dojde k vytvoření rosy na pavučině, může dojít ke značnému ovlivnění výsledků měření.

Ochranné sklo je odporově vytápěno. Vytápění je patrné na obr. 7 jako stříbrný proužek na ochranném skle v horní a spodní části. Při určitém svěžím větru a vypadávání tuhých srážek může dojít k nalepení vlhkého sněhu na ochranné sklo. Vzhledem k odporovému vyhřívání se tento sníh na optice neudrží déle než přibližně 2 minuty. Odporově vytápění ochranného skla považuji za velmi vhodné řešení aktivní ochrany před kontaminací.

Jako zdroj paprsku je zde použita xenonová záblesková žárovka. Její životnost je počítána přibližně na 55 000 hodin. Frekvence záblesků záleží na nastavení systému, v ekonomickém režimu frekvence záblesků klesá se zvyšující se dohledností tab. 3. V nastavení normal je frekvence záblesků 1 Hz.

Dohlednost	Zábleskový interval
pod 2000 m	1 s
přes 2000 m, pod 5000 m	2 s
přes 5000 m, pod 10 000 m	5 s
přes 10 000 m	10 s

Tab. 3. Zábleskové intervaly v ekonomickém režimu

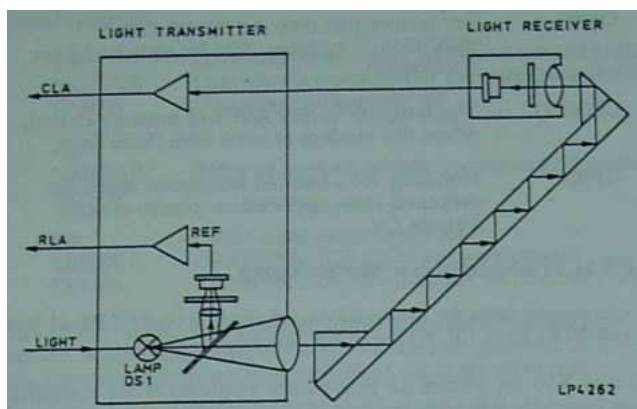
Délka trvání záblesku je velmi krátká a pohybuje se okolo 1,5 μ s. Intenzita záblesku je téměř lineárně závislá na uložené energii. Uložená energie je dána

$$E = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U_{HV}^2 \text{ podle [9],}$$

- kde C...je kapacita [F]
 U_{HV} ...je nabíjecí vysoké napětí [V]
 E...energie [J].

6.2.5 Kontrola kontaminace optiky

Čidla systému MITRAS provádějí kontrolu kontaminace optiky automaticky, případně může kontrolu provést obsluha vizuálně. Problematika kontroly ochranného skla je řešena dvěma světlo-polopropustnými hranoly. Jeden ve spodní části skla a druhý v části horní. Skrze hranoly je vyslán světelný svazek, který vzhledem k umístění hranolů se několikrát odráží od vnitřní a vnější strany ochranného skla, až dorazí přes druhý hranol do fotodiody, která měří přijaté světlo. Světlo na vstupu (referenční) i výstupu je převedeno na signál, který jde do procesoru transmisometru, a ten je následně vyhodnocuje. Signál CLA nese informace o světle přijatém a signál RLA o světlu vyslaném (obr. 6):



Obr. 6. Blokové schéma kontaminačního detektoru. Podle [9]

6.2.6 Kalibrace transmisometrů MITRAS

Kalibrace se provádí jednoduchým způsobem, na rozdíl od pozdějších a pokročilejších systémů je však třeba, aby stanoviště navštívil technik s příslušnou kvalifikací. Před vysílač umístí na ocelovou plotnu clonu, která je přišroubována z vnitřní strany na ochranný kryt přístroje. Jedná se o jakýsi druh filtru, který v tu chvíli sníží propustnost měřeným vzorkem atmosféry o danou hodnotu. Filtry jsou ve dvou verzích. Útlumy filtrů jsou 25% a 50%. Pokud například má filtr snížit dohlednost řekněme o 25%, porovná se tato hodnota s výstupní hodnotou. Pokud data nejsou v toleranci, je nutno přistoupit ke kalibraci zařízení. Ocelová plotna pro usazení filtru je dobře patrná na obr. 7.



Obr. 7. Ochranné sklo vysílače s odporový vytápěním a kryt s plotnou pro filtr

Technická podpora čidel MITRAS firmou VÄISÄLÄ bude trvat do roku 2014. To znamená, že v blízkém horizontu několika let bude nutná reinstalace těchto čidel. Jako náhrada připadají v úvahu čidla LT 31, nebo místo těchto čidel nahrazení senzory dopředného rozptylu – Forward scatter detector PWD (Present weather detektor).

6.2.7 Transmisometry LT 31

Tato čidla jsou součástí systému MIDAS IV, který je jedním z posledních z vývojové řady firmy VÄISÄLÄ. Jedná se o zařízení s jednou bází, tedy jeden přijímač a jeden vysílač vzdálené od sebe 30 m. Systém MIDAS IV je instalován na dráze 13/31. Instalace těchto čidel začala na konci roku 2008 na již zmiňované dráze, a to v místě touchdown zone 13. Na střední a dojezdové části tuto funkci zastávaly ještě nějakou dobu čidla MITRAS, která byla také později vyměněna za model LT 31.



Obr. 8. Vysílač LT 31 s PWD 22

6.2.8 Instalace transmisometrů LT 31 systému MIDAS IV

Čidla systému MIDAS IV na rozdíl od svého předchůdce jsou vybavena servomotory, které během prvotního spuštění vystaví vysílací a přijímací hlavy do polohy, v nichž má signál nejvyšší hodnotu. To samozřejmě nijak nesnižuje požadavky na přesnost umístění jednotlivých čidel a jejich usazení do betonového bloku. Součástí celku MIDAS IV je:

- transmisometr LT 31
- detektor současného stavu počasí PWD 22 (Present weather detector)
- senzor jasu pozadí LM 21 (Background luminance)
- ceilometr CL 31 (senzor výšky základny oblaků)

6.2.9 Popis transmisometrů LT 31

Na obr. 8 je vysílač LT 31. Optická část je opět umístěna ve výšce 2 m nad zemí. Zdrojem měřicího paprsku je bílá LED dioda vysoké svítivosti. Světelný zdroj je frekvenčně modulován přibližně 1 kHz, který je generován měřicím CPU. Vyzařovaná intenzita je měřena, a pomocí uzavřené smyčky v kombinaci s ovladačem LED je dosaženo konstantní intenzity.

Ochranné sklo vysílače i přijímače je na rozdíl od předchozího používaného typu ofukováno proudem vzduchu. Jako zdroj proudu vzduchu je použit výkonný ventilátor umístěný v zadní části tubusu. Vzduch proudí ze zadu mezi krytem a vlastním zařízením. Následně je usměrňován kusem plastu, který můžeme vidět na detailu obr. 9 s nápisem >ASA<. Rád bych uvedl jednu z výhod staršího typu, u něhož vyhřívání probíhalo odporově. Zde vzduch nevyhřívá ochranné sklo, ale je směřován před něj. To v některých případech může mít za následek, že při vhodném směru svěžího větru a vypadávání tuhých srážek přeháňkového typu může dojít k „zalepení“ optiky vlhkým sněhem. Proud vzduchu tedy chrání optiku před některými povětrnostními vlivy, avšak s touto situací si už neporadí, protože není ofukováno přímo ochranné sklo zařízení. Sníh tedy zůstane nalepený na optice, a je na obsluze, aby jej odstranila, popřípadě postavila čidlo dočasně mimo provoz, dokud nedojde k odstranění nečistoty, v tomto případě sněhové vrstvy.

Optika samotná je z mého pohledu zvláště koncipovaná. Poloha do V byla vývojáři a konstruktéry zvolena pro kontrolu kontaminace ochranných skel vysílače i přijímače. Vysílač vysílá světelný paprsek, který prochází přes ochranná okna tvarovaná do V. Použitím tohoto speciálního tvaru a využitím jako odrazné plochy je světelný paprsek směřován na optiku okna přijímače a elektroniky, která obsahuje desku s procesorem vyhodnocujícím kontaminaci. Měření je určeno pro zjištění reálné propustnosti ochranných skel (tedy kontaminace), ke krátkodobé kompenzaci kontaminace a detekce dalších možných problémů s optikou.



Obr. 9. Lom optiky a usměrňovač proudu vzduchu

6.2.10 Kalibrace transmisometrů LT 31

Záměrem výrobce je, aby se z obsluhy zařízení a pozorovatele stal pouze uživatel, který nemusí do systému vůbec zasahovat. Toto zařízení jako první provádí kalibraci plně samostatně bez vnějšího zásahu obsluhy. Ke kalibraci je využíváno systému PWD (Present weather detektor – detektor současného stavu počasí).

Kalibrace probíhá za předpokladu velké dohlednosti, kdy PWD určí dohlednost obvykle nad 10 km. Vzduch se jeví je homogenní, odchylka při určování dohlednosti je nižší než určitá prahová hodnota pro minulé období pozorování, nejsou zaznamenány srážky a hardwarové vybavení nedetekuje žádnou závadu na transmisometru a PWD.

Autokalibrace může být použita na několika transmisometrech zároveň, kdy jako referenční je vedeno měření z PWD. Jako jednou z nevýhod může být to, kdy atmosféra jeví značné množství nehomogenity a PWD není umístěn na jednotlivých transmisometrech. Pak vlivem této nehomogenity může vést autokalibrace na zbylých zařízeních k chybným výsledkům měření vzhledem k nevhodné kalibraci. Z tohoto důvodu je snahou umístit PWD na všechna čidla [13].

6.2.11 PWD 22 Detektor současného stavu počasí

Jedná se o senzor dopředného rozptylu, jak je už zmiňováno výše. Je to optický senzor měřící dohlednost, intenzitu a druh srážek.

Senzory jsou umístěny na jednom profilu natočeny vůči sobě. Ovšem na rozdíl od optiky transmisometru vysílače a přijímače nejsou v ose (obr. 10). Osy se kříží pod tupým úhlem. Součástí PWD 22 je teploměr a čidlo srážek. Světelný rozptyl částic odpovídá řádově vlnové délce světla. Velikost rozptylu je úměrná útlumu světelného paprsku. Větší částice se chovají jako odrážecí (zrcadlo) nebo refraktor (na hranicích prostředí dochází k lomu paprsku) a jejich vliv na MOR musí být řešen samostatně. Obvykle jsou tyto částičky srážkovými kapičkami. Uspořádání PWD 22 je takové, že jednotlivé kapičky mohou být detekovány z rychlé změny signálu. Software PWD 22 vypočítává intenzitu srážek analýzou změny amplitudy. Tento odhad intenzity je úměrný objemu srážek kapiček.

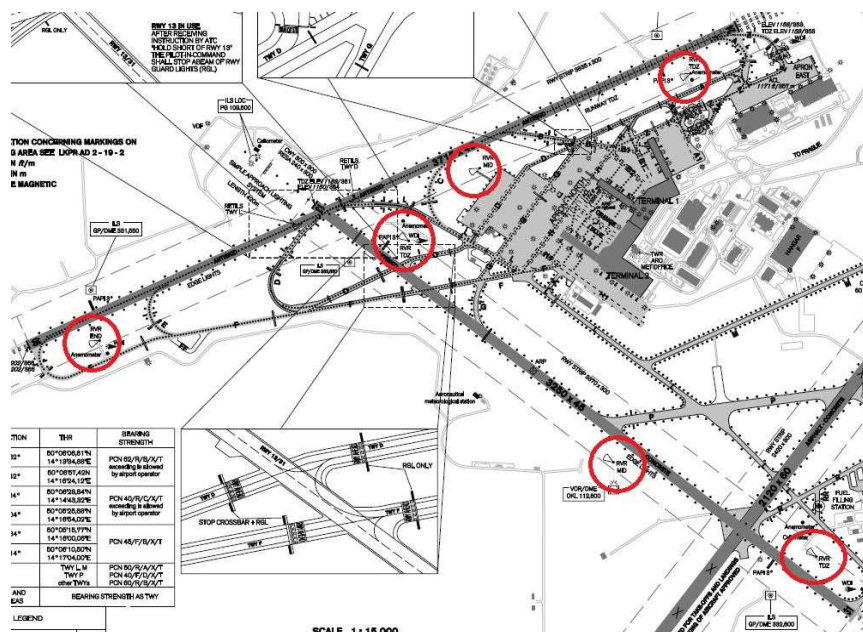
Optický signál také obsahuje některé informace o druhu srážek, avšak tyto informace nejsou dostatečně spolehlivé. Na výstupu nabídne systém pozorovateli možné druhy srážek, které vyhodnotí jako potenciální. Dodatečné informace jsou potřebné především při velmi slabých srážkách a větrném počasí. Dalším přídatným parametrem, který PWD 22 měří, je množství srážkové vody, které detekuje senzor RAINCAMP. V podstatě se jedná o malou plochu o přibližných rozměrech 2x3 cm, která je citlivá na dopad vodních kapek. V dešti, tedy při tekutých přeháňkách, je ekvivalent vody roven objemu, zatímco u sněhových vloček je optický objem desetkrát větší. Přeháňky jsou pak vyhodnoceny jako sněhové. Tento rozdíl přibližně o jeden řád umožňuje čidlu detekovat rozdíl mezi deštěm a sněžením [13].



Obr. 10. PWD 22 instalovaný na vysílači LT 31

6.2.12 Poloha čidel pro měření RVR

V současné době se dráhová dohlednost na ruzyňském letišti měří na dráze 06/24 ve třech místech. Dráha je vybavena přesným přístrojovým přibližovacím (přistávacím) systémem III. kategorie B ILS (Instrument landing system). Je to v zóně dotyku TDZ, ve středu dráhy a v dojezdové části. Na dráze 13/31 je tomu obdobně s tím rozdílem, že tato dráha je vybavena pouze přibližovacím systémem I. kategorie. Podle požadavků ICAO postačuje pro I. kategorii jen jeden měřič dráhové dohlednosti. Důvodem použití tří měřičů může být poloha ruzyňského letiště a časté vytváření mlh, např. mlhy v páscech, kdy dochází na krátkém úseku dráhy ke snížení dohlednosti. Dalším důvodem může být snaha měřit RVR pro přistání z opačného směru, tedy opět v místě TDZ 31. Polohu transmisometrů zobrazuje následující obrázek.



Obr. 11. Poloha měřičů RVR Praha – Ruzyně. Podle [14]

6.3 Brno – Tuřany LKTB

Letiřtě Brno – Tuřany vzniká začátkem padesátých let. Koncem padesátých let dochází k rozvoji letiřtě a modernizaci letecké techniky. Dochází k vybavení radionavigačními prostředky od směrového radiomajáku VOR (VHF omnidirectional range). Vzletová a přistávací dráha měla délku 2000 m, k jejímu prodloužení dořlo v roce 1978 na současných 2650 m. Ke konci šedesátých let je budován systém majáků pro přesné přístrojové přiblížení ILS. Začátkem 90. let je ukončen vojenský provoz a letiřtě je převedeno z ministerstva obrany pod Českou správu letiřtř. Od roku 2002 do současné doby provozuje tuřanské letiřtě společnost LETIŘTĚ BRNO a.s.

Na letiřti Brno – Tuřany byla instalována stejná zařízení jako na ruzyňském letiřti. Původní systém MITRAS byl nahrazen systémem MIDAS IV. Na rozdíl od Prahy – Ruzyně jsou zde instalována pouze dvě tato zařízení. Jedno u prahu dráhy 28 a druhý na středu. Popis jednotlivých zařízení je v kapitolách 6.2.4 a 6.2.8.

6.4 Ostrava – Mořnov LKMT

Počátky letiřtě Ostrava – Mořnov sahají do druhé světové války, kdy tehdejší pozemky využívala německá Luftwaffe. V roce 1939 vystavěla letiřtě, které mělo být využito k intervenci vůči Polsku. O několik let později využívá letiřtě československá divize. Následně dochází k útlumu provozu na letiřti.

K průlomu dochází roku 1956 zahájením prací na letiřti, které známe dnes. Letiřtě bylo budováno jako polovojenské. Roco 1959 je zde oficiálně zahájen civilní provoz. Leteckou dopravu zajiřřovaly především ČSA. Po pádu komunistického režimu je ukončen vojenský provoz a letiřtě stejně jako Tuřany přechází pod Českou správu letiřtř. Roku 2004 je letiřtě převedeno pod Moravskoslezský kraj a provozovatelem doposud je společnost Letiřtě Ostrava a.s.

Na letiřti Ostrava – Mořnov jsou od roku 1995 doposud nainstalovány transmisometry MITRAS. Jejich popis obsahuje kapitola 6.2.4. Transmisometry jsou umístěny na třech místech v TDZ 2x, MID (middle – střed). Od února roku 2009 se letiřtě Mořnov může pochlubit CAT II pro přesná přístrojová přiblížení. Mořnov má tendence se zařadit mezi letiřtě s vybavením CAT IIIb.

6.5 Karlovy Vary – LKKV

Letiřtě Karlovy Vary bylo do roku 1989 užíváno pouze jako vnitrostátní. V polovině 70. let se všechny měřené prvky na letiřti odečítají manuálně, na letiřti je instalován ceilometr. Pomocí světlometu se v noci měřila spodní základna oblačnosti. Všechny údaje se zapisovaly do deníku. Zprávy se na rozdíl od dneřní doby vytvářely manuálně a pomocí dřných štítků se odesílaly také do ČHMÚ v Praze – Komořanech. V 80. letech se objevuje systém OBSERVER, do kterého pozorovatel zadával naměřená data. Nevýhodou tohoto systému bylo, že nedokázal automaticky z přístrojů získávat měřené hodnoty, ale po zadání je již odesílal po telefonní lince. Zprávy se tři měsíce archivovaly, což platí do dneřní doby. Důvodem archivace je vyřetřování leteckých nehod.

V letech 1994-1995 probíhala instalace softwaru MONITWIN. Jednalo se software, který umožňoval přímé spojení mezi jednotlivými čidly a počítačem. Z názvu je znát, že počítač měl dvě hardwarová nezávislá jádra (PC). Mezi nimi se dalo přepínat. Jedno tedy vždy pracovalo v módu MASTER a druhé SLAVE. V případě výpadku jednoho z nich se dalo nadále pracovat s druhým. Záznamy z čidel měly mít grafický výstup. Předpokládá se,

že MONITWIN z 80% dokázal do přednastavených formulářů doplnit hodnoty. Pozorovatel určil druh srážek a dohlednost – snahou je oprostít pozorovatele od triviálních a opakujících se úkonů. Přenos stále probíhal přes telefonní linky. Spojení nebylo zcela dokonalé a bylo příčinou, proč také docházelo k výpadkům. K nevýhodám patřily občasné potíže mezi hlavním a vedlejším počítačem MASTER x SLAVE.

Mezi roky 2008 – 2009 proběhla instalace systému AviMET AWOS (Automated weather observing systém) a mezi pracovišti se uskutečňuje bezporuchový přenos dat po datové lince. Vývoj systému obstarala firma VÄISÄLÄ. Výhodou AviMETu je bezesporu zpracovávání informací z jednotlivých čidel a vysílání přes datovou linku bez zásahu obsluhy.

6.5.1 Transmisometry LT 31

Letiště Karlovy Vary používá měřiče dráhové dohlednosti firmy VÄISÄLÄ, které byly uvedeny do zkušebního provozu 15. 9. 2006. Do rutinního provozu byl uveden dne 15. 2. 2007.

Systém LT 31 je již popsán v předchozí kapitole 6.2.7 - poskytuje data o viditelnosti bez přerušení a s minimální údržbou. V Karlových Varech provádí údržbu optiky 1x týdně.

Rozsah měření je od 10 do 10 000 m, což plně pokrývá požadavky CATI až CATIIIb, jakož i rozsah požadovaný pro leteckou dohlednost (definovanou podle ICAO). Tento plný rozsah měření je dosažitelný s tzv. single baseline system neboli systémem s jednou základnou. Měření je v tomto ohledu jednodušší a více úsporné.

Bílé světlo je potřebné pro dosažení nejlepší přesnosti v propustnosti měření. Světová meteorologická organizace (WMO) doporučuje použití širokého spektra, v tomto případě bílého světla pro zdroje transmisometrů, protože světelné zdroje s úzkým spektrem, např. lasery nebo barevné LED diody, mohou způsobit chyby měření při některých meteorologických jevech.



Obr. 12. Vysílač s přijímačem transmisometru LT 31 v Karlových Varech

8 Předpokládaný vývoj měřicí techniky

Dá se předpokládat, že v následujících letech si firma VÄISÄLÄ udrží své prvenství na poli měřicí techniky v oblasti meteorologie. Transmisometry budou ještě nějakou dobu sloužit jako hlavní prostředek pro určování dráhové dohlednosti.

Na trhu se ovšem objevuje systém, kterému transmisometry nemohou konkurovat, a to kvůli ceně. Jsou to senzory dopředného rozptylu FSVS (Forward scatter visibility sensor), které pracují na principu podobném transmisometru, avšak jejich pořizovací cena je třetinová oproti transmisometrům. Tyto senzory se již dnes na našich letištích používají jako doplňkový systém, když jsou většinou umístěny u vysílače transmisometru a plní autokalibrační činnost. Ovšem v zahraničí jsou už letiště, kde FSVS plně převzaly úkol měřičů dráhové dohlednosti.

9 Dopady na omezení letového provozu

Tato kapitola, která doplňuje předchozí text, poukazuje na omezení letového provozu v důsledku snížené dohlednosti. Je sepsána podle EU-OPS, nařízení 859 [6] a přihlíží také ke kategorizaci letounů.

9.1 Minima pro vzlet

9.1.1 Minima pro vzlet obecně

Minima pro vzlet stanovená provozovatelem musí být vyjádřena limity dohlednosti nebo dráhové dohlednosti s přihlédnutím ke všem významným vlivům na každém letišti, jehož použití je plánováno, a k vlastnostem letounu. Na letištích, na nichž je přesně stanovena potřeba vidět a vyhnout se překážkám při vzletu nebo při vynuceném přistání, musí být stanoveny další podmínky (např. nejnižší základna oblačnosti).

Velitel letadla nesmí zahájit vzlet, pokud meteorologické podmínky na letišti odletu nejsou stejné nebo lepší než platná minima pro přistání na tomto letišti, není-li k dispozici vhodné náhradní letiště při vzletu.

Je-li hlášena meteorologická dohlednost nižší, než se požaduje pro vzlet, a dráhová dohlednost není hlášena, smí být vzlet zahájen pouze tehdy, může-li velitel letadla určit, že dráhová dohlednost/dohlednost ve směru vzletové dráhy je stejná nebo lepší než požadované minimum.

Není-li k dispozici hlášení meteorologické dohlednosti ani dráhová dohlednost, vzlet smí být zahájen pouze tehdy, může-li velitel letadla určit, že dráhová dohlednost/dohlednost ve směru vzletové dráhy je stejná nebo lepší než požadované minimum.

9.1.2 Vizuální reference

Minima pro vzlet musí být zvolena tak, aby zajišťovala orientaci postačující k řízení letounu jak v případě přerušeno vzletu za nepříznivých okolností, tak i v případě pokračování ve vzletu po poruše kritické pohonné jednotky.

9.1.3 Požadovaná dráhová dohlednost/dohlednost

Minima stanovená provozovatelem pro vzlet vícemotorových letounů s takovou výkonností, že v případě selhání kritické pohonné jednotky v libovolném bodu vzletu mohou buď zastavit, nebo pokračovat ve vzletu, dosáhnout výšky 1 500 ft nad letištem a přelétnout všechny překážky v požadované bezpečné výšce, musí být vyjádřena hodnotami dráhové dohlednosti/dohlednosti, které nesmí být nižší než hodnoty uvedené v tab. 4, s výjimkami uvedenými v bodu 9.1.4 níže.

Dráhová dohlednost / dohlednost pro vzlet	
Prostředky	Dráhová dohlednost / dohlednost (poznámka 3)
Žádné (pouze ve dne)	500 m
Dráhová postranní světla nebo osové značky	250/300 m (poznámky 1 a 2)
Dráhová postranní světla, osová dráhová řada	200/250 m (poznámka 1)
Dráhová postranní světla, osová dráhová řada a vícenásobné	150/200 m
informace o dráhové dohlednosti	(poznámky 1 a 4)

Poznámka 1: Vyšší hodnoty platí pro letouny kategorie D.

Poznámka 2: Pro noční lety se požadují alespoň dráhová postranní světla a koncová světla dráhy.

Poznámka 3: Hlášenou dráhovou dohlednost / dohlednost pro počáteční část rozjezdu může nahradit odhad pilota.

Poznámka 4: Požadované hodnoty dráhové dohlednosti musí být dosaženo na všech příslušných měřicích místech s výjimkou uvedenou v poznámce 3.

Tab. 4. Dráhová dohlednost / dohlednost pro vzlet

Pro vícemotorové letouny, jejichž výkonnost jim neumožňuje splnit podmínky výše uvedeného bodu a) 9.1.3, v případě poruchy kritické pohonné jednotky, může být nezbytné okamžitě znovu přistát, vidět překážky v prostoru vzletu a vyhnout se jim. Takové letouny smí být provozovány s použitím níže uvedených minim pro vzlet za předpokladu, že jsou schopny dodržet platné bezpečné výšky nad překážkami v případě selhání motoru ve stanovené výšce. Minima pro vzlet stanovená provozovatelem musí být založena na výšce, z níž lze konstruovat čistou dráhu vzletu s jednou nepracující pohonnou jednotkou. Použitá minima dráhové dohlednosti nesmí být nižší než libovolná ze dvou hodnot uvedených v tab. 4 nebo tab. 5.

Dráhová dohlednost / dohlednost pro vzlet - dráha letu	
Předpokládaná výška nad dráhou při poruše motoru	Dráhová dohlednost / dohlednost (poznámka 2)
< 50 ft	200 m
51 - 100 ft	300 m
101 - 150 ft	400 m
151 - 200 ft	500 m
201 - 300 ft	1000 m
> 300 ft	1500 m (poznámka 1)

Poznámka 1: 1500 m se rovněž použije, nelze-li zkonstruovat přesnou dráhu vzletu.

Poznámka 2: Hlášenou dráhovou dohlednost / dohlednost pro počáteční část rozjezdu může nahradit odhad pilota.

Tab. 5. Předpokládaná výška nad dráhou při poruše motoru v závislosti na dráhové dohlednosti / dohlednosti

Není-li k dispozici hlášení dráhové dohlednosti ani meteorologické dohlednosti, nesmí velitel letadla zahájit vzlet, pokud nemůže určit, zda aktuální podmínky splňují použitelná vzletová minima.

9.1.4 Výjimky z bodu 9.1.3

Provozovatel smí snížit minima pro vzlet na 125 m dráhové dohlednosti (letouny kategorie A, B a C) nebo na 150 m (letouny kategorie D), jsou-li splněny požadavky uvedené v bodech A) až E) a s výhradou schválení úřadu, jestliže:

- A) jsou v platnosti postupy provozu za podmínek nízké dohlednosti;
- B) jsou v činnosti dráhová osová světla velké svítivosti s roztečemi 15 m nebo menšími a dráhová postranní světla velké svítivosti s roztečemi 60 m nebo menšími;
- C) členové letových posádek úspěšně dokončili výcvik na letovém simulátoru;
- D) na začátku rozjezdu je z pilotního prostoru vidět úsek 90 m;
- E) požadované hodnoty dráhové dohlednosti bylo dosaženo na všech příslušných měřicích místech.

Provozovatel letounu vybaveného schváleným systémem bočního vedení při vzletu smí snížit minima dráhové dohlednosti pro vzlet pod 125 m (letouny kategorie A, B a C) nebo 150 m (letouny kategorie D), avšak nikoliv pod 75 m, pokud je k dispozici ochrana dráhy a prostředky jako pro přistání za provozních podmínek III. kategorie s podmínkou, že snížení minim schválí úřad [6].

9.2 Klasifikace letounů

Za účelem stanovení letištních provozních minim jsou letouny rozděleny do pěti kategorií. Kritériem je indikovaná rychlost nad prahem dráhy V_{AT} , která se rovná pádové rychlosti v_{so} v přistávací konfiguraci při maximální přistávací hmotnosti, násobené koeficientem 1,3 nebo indikované rychlosti počátku signalizace pádu v přistávací konfiguraci při maximální hmotnosti v_{SIG} násobené koeficientem 1,23. Jsou-li k dispozici obě hodnoty, použije se ta, která je vyšší. Přistávací konfigurace definuje provozovatel nebo výrobce letounu [7].

kategorie letounu	V_{AT}
A	menší než 91 kt
B	od 91 kt do 120 kt
C	od 121 kt do 140 kt
D	od 141 kt do 165 kt
E	od 166 kt do 210 kt

Tab. 6: Kategorizace letounů podle V_{AT}

10 Přesné přístrojové přiblížení – kategorie drah

10.1 Přesné přístrojové přiblížení za podmínek I. kategorie

Letiště jsou vybavena těmito možnými prostředky pro přesné přístrojové přiblížení :

- ILS
- MLS
- PAR

Výška rozhodnutí nesmí být v případě CAT I nižší než 200 ft a dráhová dohlednost RVR nesmí být menší než 550 m. Výška rozhodnutí může být navíc omezena bezpečnou výškou nad překážkami OCH (Obstacle clearance height) pro kategorii letounu, letovou příručkou letounu nebo výškou, do které lze navigační prostředek použít. Přesným přístrojovým přiblížením CAT I jsou vybaveny letiště Brno – Tuřany, Karlovy Vary a Praha – Ruzyně (dráha 13/31) za pomoci systému ILS.

10.2 Přesné přístrojové přiblížení za podmínek II. kategorie

Letiště jsou vybavena těmito možnými prostředky pro přesné přístrojové přiblížení:

- ILS
- MLS

Výška rozhodnutí může být nižší než 200 ft, ale ne nižší než 100 ft. Dráhová dohlednost RVR musí být nejméně 300 m. Zbylé faktory ovlivňující výšku rozhodnutí jsou shodné s faktory uvedenými v kapitole 10.1. CAT II splňují letiště Ostrava – Mošnov (dráha 22) a Praha – Ruzyně (dráha 24). Na všech uvedených letištích je použit systém ILS. Systém MLS se v ČR dosud nepoužívá.

10.3 Přesné přístrojové přiblížení za podmínek III. kategorie

III. kategorie se dále dělí na:

- CAT III A

Výška rozhodnutí nesmí být menší než 100 ft a dráhová dohlednost RVR 200m.

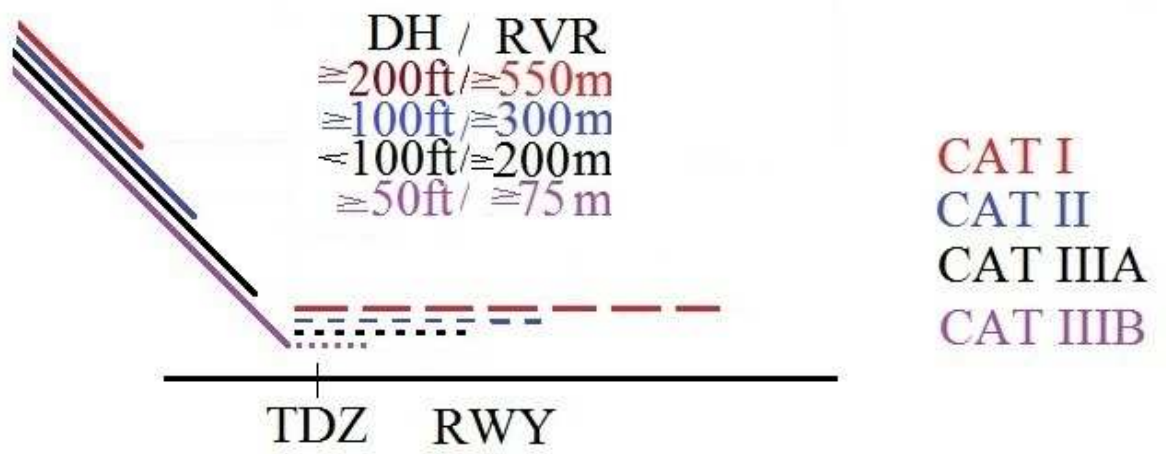
- CAT III B

Výška rozhodnutí nesmí být menší než 50 ft nebo bez výšky rozhodnutí a dráhová dohlednost RVR 75m. Kategorii III B splňuje letiště Praha – Ruzyně (dráha 24).

- CAT III C

III. kategorie není závislá na vizuálních podmínkách. V ČR není letiště, které by umožňovalo přistání za CAT III C.

Jednotlivé kategorie, jejich výšky rozhodnutí a požadavky na dráhovou dohlednost přibližně znázorňuje obr. 16. Zkratka DH znamená – Decision height – výška rozhodnutí, pod kterou pilot nesmí pokračovat v klesání, jestliže nevidí zřetelně některé z prvků vizuální orientace rozlišitelných pro zamýšlenou přistávací dráhu.



Obr. 16. Závislost DH/RVR na kategorii přiblížení

11 Závěr

Technika pro měření dráhové dohlednosti stejně jako letectví samotné prodělaly za 100 let vývoje neuvěřitelný pokrok. Díky těmto zařízením meteorologický pozorovatel a řízení letového provozu získali kontinuální informace o dohlednosti. Systémy pro určování RVR se stávají téměř zcela automatickými. Proces automatického určování dohlednosti i v současnosti zastřešuje člověk – kvalifikovaný pozorovatel, který má poslední a rozhodující slovo před odesláním nebo předáním finální zprávy uživateli.

Vzhledem k možnosti navštívit pracoviště osobně a konzultacím na pracovištích v Praze – Ruzyni a Karlových Varech jsem si mohl vytvořit vlastní názor na kvalitu měřicích systémů.

Měřicí technika finské firmy VÄISÄLÄ, kterou jsem měl možnost vidět na českých letištích patří mezi špičku ve svém oboru, a to se týká jak kvality tak spolehlivosti zařízení.

12 Použitá literatura

- [1] Nedelka, M. a kol., 1998. Slovenský letecký slovník terminologický a výkladový. Bratislava: Magnet – Press Slovakia. 494 s.
- [2] AIP, 2011. GEN. 3.5
- [3] Šamaj, F., 1977. História, súčasný stav a perspektívy meteorologického zabezpečenia letectva. In: Práce a štúdie 17., Súčasnú otázky československej leteckej meteorologie. Bratislava: SHMÚ, s. 7-17.
- [4] Šetka, O., 1989. Měření dráhové dohlednosti na letišti Praha – Ruzyně. In: Práce a štúdie 41. III. Konferencia, Meteorologické zabezpečovanie letectva. Súčasnú otázky československej meteorologie. Bratislava: SHMÚ, s. 84-89.
- [5] Sobíšek, B. a kol., 1993. Meteorologický slovník výkladový a terminologický. Praha: Academia + MŽP ČR, 594 s.
- [6] Úřední věstník Evropské unie, 2008. Nařízení komise (ES) č. 859/2008. s. 62-63.
- [7] Vinař, M., 2006. Provozní postupy. Brno: CERM, 173 s.
- [8] Ondráš, M. - Záhumenský, I., 1984. Vizuálne určovanie dohl'adnosti na meteorologických stanicich. In: Práce a štúdie 34. II. Konferencia, Meteorologické zabezpečovanie letectva. Bratislava: SHMÚ, s. 166 - 173.
- [9] VÄISÄLÄ, 1992. Operation and maintenance manual. Helsinky: VÄISÄLÄ, 203 s.
- [10] Předpis L2, 2009. Pravidla létání, Minima VMC dohlednosti a vzdálenosti od oblačnosti. Praha: MD ČR. 86 s.
- [11] VÄISÄLÄ, 1994. MITRAS RVR SYSTÉM RVRSYS - G13en - 1.1, 200 s.
- [12] England, J. – Ulbricht, H., 1990. Flugmeteorologie. Halle: Transpress, 399 s.
- [13] VÄISÄLÄ, 2007. MIDAS IV. Helsinky: VÄISÄLÄ, 605 s.
- [14] AIP, 2011. AD2 Letiště, Praha – Ruzyně, ADC. Praha: MD ČR, 2 s.