



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA DOPRAVNÍ

Pavla Tomášová

**ZAVEDENÍ POSTUPŮ ZA NÍZKÉ DOHLEDNOSTI NA
LETIŠTI KARLOVY VARY**

Bakalářská práce

2015



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

d ě k a n

Konviktská 20, 110 00 Praha 1

K621..... Ústav letecké dopravy

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Pavla Tomášová

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

B 3710 – LED – Letecká doprava

Název tématu (česky): **Zavedení postupů za nízké dohlednosti pro letiště
Karlovy Vary**

Název tématu (anglicky): Implementaton of Low Visibility Procedures at Karlovy
Vary Airport

Zásady pro vypracování

Při zpracování bakalářské práce se řiďte osnovou uvedenou v následujících bodech:

- Úvod
- Letiště Karlovy Vary
- Aktuální provozní vybavení letiště Karlovy Vary
- Technické požadavky pro provoz za nízké dohlednosti
- Návrh budoucích možných úprav letiště Karlovy Vary
- Zavedení postupů za nízké dohlednosti
- Závěr

- Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího bakalářské práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: Letecký předpis L14: Letiště, Praha: Ministerstvo dopravy ČR, 2009
Letecký předpis L6: Provoz letadel, Praha: Ministerstvo

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Anna Polánecká, Ph.D.**
Ing. Jakub Kraus

Datum zadání bakalářské práce: **18. října 2013**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce: **24. srpna 2015**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

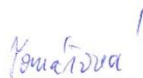


doc. Ing. Daniel Hanus, CSc.
vedoucí
Ústavu letecké dopravy



prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.



Pavla Tomášová
jméno a podpis studenta

V Praze dne 30. prosince 2014

Poděkování

Ráda bych poděkovala všem, kteří mi pomohli při tvorbě této bakalářské práce, zejména mojí vedoucí práce, Ing. Anně Polánecké za pomoc s výběrem tématu, konzultace a odborné vedení, dále panu Ing. Vladislavu Kubíkovi, panu Ing. Ivanu Klujovi a panu Ing. Vladimíru Boháčovi z ŘLP ČR a.s. za poskytnutí cenných informací a materiálů, bez kterých by tato práce nevznikla.

Mé poděkování patří také rodině a přátelům za jejich podporu.


Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na ČVUT v Praze Fakultě dopravní.

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracovala samostatně a že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č.121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 20.srpna 2015



.....
podpis

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA DOPRAVNÍ

Abstrakt

Tomášová Pavla: *Zavedení postupů za nízké dohlednosti na letišti Karlovy Vary*

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta dopravní, 20.8.2015,

klíčová slova: *postupy, nízká dohlednost, vybavení, letiště, ILS, instrument landing system*

Obsahem této bakalářské práce je shromáždění informací o letišti Karlovy Vary a jeho provozním vybavení, definování podmínek, postupů a potřebného vybavení pro provoz za nízké dohlednosti a jejich následná aplikace na letišti Karlovy Vary.

Abstract

Tomášová Pavla: *Implementation of low visibility procedures at Karlovy Vary airport*

Czech technical university in Prague, Faculty of Transportation Sciences, 20.8.2015,

keywords: *procedures, low visibility, equipment, airport, ILS, instrument landing system*

The subject of this bachelor thesis is collecting of informations about Karlovy Vary airport and its operational equipment, defining of conditions, procedures and required equipment for low visibility operations and its applications at Karlovy Vary airport.

Obsah

1	ÚVOD	9
2	LETIŠTĚ KARLOVY VARY	10
2.1	ZÁKLADNÍ INFORMACE	10
2.1.1	<i>Historie</i>	10
2.1.2	<i>Současný provoz</i>	13
2.1.3	<i>Výhledy do budoucna</i>	14
2.2	AKTUÁLNÍ PROVOZNÍ VYBAVENÍ LETIŠTĚ	15
2.2.1	<i>Pohybové plochy</i>	15
2.2.2	<i>Radionavigační zařízení [8]</i>	18
2.2.3	<i>Světelné vybavení</i>	25
2.2.4	<i>Meteo systém</i>	26
3	LVP	28
3.1	CO JE LVP	28
3.2	DOHLEDNOST	29
3.3	ZÁKLADNA OBLAČNOSTI	30
3.4	PŘIBLÍŽENÍ ICAO	30
3.5	PŘÍPRAVA LVP	31
3.6	PROVOZ LVP	31
3.7	DEGRADACE LVP	31
3.8	UKONČENÍ PROVOZU LVP	32
3.9	INFORMACE PŘEDÁVANÉ PILOTŮM	32
3.10	LOW VISIBILITY TAKE-OFF (LVTO)	34
3.11	VYBAVENÍ LETIŠTĚ PŘEDEPSANÉ PRO PROVOZ LVP [14]	34
3.11.1	<i>Světelné zabezpečovací zařízení CAT II/III</i>	34
3.11.2	<i>Zařízení ILS (MLS)</i>	37
3.11.3	<i>Meteo systém</i>	39
3.11.4	<i>Vybavení letiště pro Low visibility take-off a řízený vzlet</i>	40
4	ZAVEDENÍ LVP NA LETIŠTI KARLOVY VARY	41
4.1	PROVOZNÍ ÚPRAVY	41
4.1.1	<i>ILS</i>	41
4.1.2	<i>Meteo systém</i>	43
4.1.3	<i>Světelné zařízení</i>	43
4.1.4	<i>Přehledový radar</i>	44
4.2	PROVOZNÍ POSTUPY PŘI LVP	46

4.2.1	<i>Příprava</i>	46
4.2.2	<i>Zahájení</i>	46
4.2.3	<i>Degradace</i>	46
4.2.4	<i>Vzlety LVTO</i>	47
4.2.5	<i>Pojíždění</i>	47
4.2.6	<i>Rozstupy</i>	47
4.2.7	<i>Ukončení</i>	47
4.3	DOPORUČENÉ ÚPRAVY	48
4.3.1	<i>Rozšíření a prodloužení vzletové a přistávací dráhy</i>	48
4.3.2	<i>Rozšíření systému pojezdových drah</i>	48
4.3.3	<i>Zvýšení kategorie ILS RWY 29 na CAT III</i>	49
5	STATISTIKA O POČASÍ	50
5.1	SPLNĚNÍ PODMÍNKY LVP	51
5.2	ZOHLEDNĚNÍ DOBY PROVOZU LETIŠTĚ	52
6	ZÁVĚR	54

Seznam zkratek

ACN	Aircraft Classification Number	Klasifikační číslo letadla
APP	Approach	Přibližovací služba
ASDA	Accelerate Stop Distance Available	použitelná délka přerušného vzletu
ATIS	Automatic Terminal Information Service	Automatická informační služba v koncové řízené oblasti
CAT I		I. kategorie přiblížení
CAT II		II. kategorie přiblížení
CAT III		III. kategorie přiblížení
CLD base	Cloud Base	Základna oblačnosti
ČHMÚ		Český hydrometeorologický ústav
DH	Decision Height	Výška rozhodnutí
DME	Distance Measuring Equipment	Měřič vzdálenosti
EASA	European Aviation Safety Agency	Evropská agentura pro bezpečnost letectví
END	End Zone	Konec dráhy
FFM	Far Field Monitor	Monitor vzdáleného pole
GP	Glide Path	Sestupový radiomaják
ICAO	International Civil Aviation Organisation	Mezinárodní organizace pro civilní letectví
ILS	Instrument Landing System	
IM	Inner Marker	Vnitřní polohové návěstidlo
KLV		IATA kód letiště Karlovy Vary
LDA	Landing Distance Available	Použitelná délka přistání
LKKV		ICAO kód letiště Karlovy Vary
LLZ	Localiser	Kurzový radiomaják
LVP	Low Visibility Procedures	Postupy za nízké dohlednosti

LVTO	Low Visibility Takeoff	Vzlet za nízké dohlednosti
MID	Mid Zone	Střed dráhy
MLS	Microwave Landing System	
MM	Middle Marker	Střední polohové návěstidlo
NDB	Non Direction Beacon	Nesměrový radiomaják
OLM		Odbor letecké meteorologie
OM	Outer Marker	Vnější polohové návěstidlo
PCN	Pavement Classification Number	Klasifikační číslo vozovky
RVR	Runway Visual Range	Dráhová dohlednost
RWY	Runway	Dráha
ŘLP		Řízení letového provozu
TDZ	Touchdown Zone	Dotyková zóna
THR	Threshold	Práh dráhy
TODA	Takeoff Distance Available	Použitelná délka vzletu
TORA	Takeoff Run Available	Použitelná délka rozjezdu
TWR	Tower	Věž
TWY	Taxiway	Pojezdová dráha
UPS	Uninterruptible Power Supply	Zdroj nepřerušovaného napájení
VDF	VHF Direction Finder	Pozemní VKV zaměřovač
VFR	Visual Flight Rules	Pravidla pro let za viditelnosti
VIS	Visibility	Dohlednost

1 Úvod

Počasí se od nepaměti významným způsobem podílí na životě lidí obecně, neméně pak v dopravě. Letecká doprava patří mezi činnosti, které počasí značně ovlivňuje, především v otázce provozní bezpečnosti, ať už se jedná o poryvy větru, turbulence, bouře, námrazu, kroupy či nízkou viditelnost, hrající roli hlavně při přistáních. Výskyt nehod, z nichž značná část měla fatální následky pro lidské životy, vedl postupně k zvýšení bezpečnosti létání pomocí navržených pravidel, zavedených postupů či zdokonalením palubní přístrojové techniky a pozemních leteckých zařízení, určených především pro orientaci v prostoru, a rovněž příslušným výcvikem leteckého personálu.

Město Karlovy Vary leží na západě Čech pod Krušnými horami. Tato lokalita je známa svým špatným počasím, silnou oblačností a častým výskytem mlh, zvláště v podzimním a zimním období. Nedaleko města se nachází mezinárodní letiště, jedno z největších letišť v republice, které ovšem není pro provoz za takto zhoršených podmínek vybaveno. Proto je cílem této práce především přiblížit čtenáři aspekty letového provozu za zhoršených meteorologických podmínek a definované postupy a provozní vybavení letišť, všeobecně předepsané organizacemi, zabývajícími se v celosvětovém i národním měřítku provozem a bezpečností letecké dopravy, a pokusit se aplikovat tyto standardy právě na letiště v Karlových Varech.

V úvodní části práce čtenáře základně seznámí s letištěm Karlovy Vary, jeho vývojem od založení až po současný provoz a popíše provozní vybavení, především to týkající se problematiky daného tématu. Druhá část se bude věnovat meteorologickým vyhlášením provozu za nízké dohlednosti, shrnutím provozních omezení z ní vyplývajících a popisem přesných navigačních systémů a jiných zařízení a vybavení v ní využívaných. Třetí částí bude porovnání stávajícího letištního vybavení a provozních postupů s těmi pro provoz za zhoršených podmínek dohlednosti a z něj vyplývajících shrnutí a navržení případných technických úprav a nových postupů.

2 Letiště Karlovy Vary

Letiště Karlovy Vary je veřejné mezinárodní letiště pro civilní leteckou dopravu. Nachází se v západních Čechách v Karlovarském kraji, leží asi 4,5 km jihovýchodně od lázeňského města Karlovy Vary mezi obcemi Olšová Vrata a Kolová. Letiště vlastní Karlovarský kraj a provozuje ho rovněž krajem vlastněná společnost Letiště Karlovy Vary s.r.o. Jedná se o čtvrté největší mezinárodní letiště v České republice, které má v porovnání s Prahou, jež obsluhuje celou republiku, spíše regionální význam a také slouží jako aeroklubové letiště. Trvale zde sídlí dva letecké subjekty – Letecké akrobatické centrum, o.s. a Aeroklub Karlovy Vary, o.s. patřící pod Aeroklub ČR. Tyto subjekty létají především VFR lety. Letiště ale také pravidelně odbavuje dopravní letadla velkých leteckých společností a za posledních několik let zaznamenalo výrazný nárůst cestujících. [1]

2.1 Základní informace

Sídlo	K Letišti 132, 360 01 Karlovy Vary
ICAO kód	LKKV
IATA kód	KLV
Vztažný bod	50°12'11''N 12°54'54''E
Nadmořská výška	1989 ft (606 m)
Vztažná teplota	21,9°C (červen)
Provozní doba	Letní období (SELČ) : pondělí - neděle 06:00-17:00 UTC Zimní období (SEČ) : pondělí - pátek 07:00-15:00 UTC sobota, neděle 07:00-16:00 UTC
Kategorie letiště	3C (největší letadlo Airbus A321)

Tabulka 1 - Základní informace

2.1.1 Historie

2.1.1.1 Počátky letiště v meziválečném období

Počátkem 20. let 20. století se začala rozvíjet letecká doprava na českém území, což dalo impuls k založení letiště i u Karlových Varů jako lázeňského města. V roce 1925 navrhla městská rada ve spolupráci s městskou radou Mariánských Lázní letecké spojení mezi těmito dvěma městy a německými městy Chemnitz, Lipsko a Berlín. Již o rok později Mariánské Lázně uvedly do provozu své letiště s všemi obdivovanou budovou terminálu a také letecké spojení do Prahy, ovšem Karlovy Vary hledaly téměř dva roky vhodnou lokalitu,

nakonec byla vybrána v katastru obce Olšová Vrata. Roku 1929 byla oficiálně zahájena výstavba letiště s rozpočtem převyšujícím jeden milion korun (*pro představu: průměrná měsíční mzda pracujících obyvatel činila v tomto roce 764 Kč, při přepočtu na dnešní průměrnou mzdu 25 306 Kč by rozpočet letiště byl něco přes 33 milionů korun, což není zdaleka odpovídající částka, reálně by dnes především díky rozvinutému vybavení letišť a jiným technologiím vyšel rozpočet pro mezinárodní letiště do řádu stamiliónů, ne-li miliard*).

15. května 1931 byla na 40hektarové ploše oseté trávou provizorně uvedena do provozu první linka mezi Prahou, Karlovými Vary a Mariánskými Lázněmi. V říjnu tohoto roku vznikly návrhy hangáru a odbavovací budovy, byly realizovány a roku 1933 byly obě budovy uvedeny do provozu. Letiště následně úspěšně rozvíjelo linky, v roce 1936 bylo zařazeno do sítě evropských letišť s návazností na lety z Prahy do Amsterdamu, Berlína, Bělehradu, Budapešti, Vídně a dalších. V předválečných letech bylo navíc také linkově spojeno s 11 městy v naší zemi. Srovnáme-li s tehdejší dobou současný stav, je zřejmé, že v dobách prvotního rozvoje letiště zažívalo mnohem větší slávu než dnes, ovšem tomu se dělo u naprosté většiny českých letišť, především díky tomu, že postupem času pravidelné linky mezi českými městy vymizely. [2]

2.1.1.2 II. světová válka

Během války se letiště stalo základnou stíhací pilotní školy Luftwaffe a na konci války utrpělo značná poškození. Po jejím skončení bylo věnováno veškeré úsilí na jeho opětovné zprovoznění, což se podařilo po nejnútnejších úpravách hned roku 1946, kdy byla zavedena linka Praha – Karlovy Vary – Praha. [2] Je ironie, že karlovarské letiště se z válečných útrap vzpamatovalo poměrně záhy, na rozdíl od mariánskolázeňského letiště, které původně bylo dokončené rychleji a s větší slávou. To během války potkal stejný osud jako to karlovarské a na jejím konci bylo rozbombardováno. Po válce sice byly vyvíjeny aktivity, pokoušející se o jeho záchranu, ale letiště nemělo štěstí a i přes několik pokusů obnovit provoz nakonec definitivně ukončilo činnost. [3] Možná to přispělo k tomu, že se pozornost místních obyvatel a cestujících nakonec upnula na letiště v Karlových Varech, které se udrželo při životě do dnešních dnů.

2.1.1.3 Poválečná éra

V roce 1952 byla zahájena modernizace, výstavba nové dráhy s povrchem z cementobetonu dlouhé 2150 m a pojezdové dráhy. Následovaly úpravy odbavovacích ploch, stávajících objektů a komunikací a instalace nové zabezpečovací techniky. K obnovení provozu došlo v

roce 1960. Letiště postupně získalo spojení s Brnem, Ostravou, Košicemi, Berlínem a Vídní na letadlech Iljušin Il-14. Roku 1965 vybudovali vlastními silami pracovníci letiště radiomaják a byl zahájen celoroční provoz. V roce 1967 dosáhl počet cestujících hodnoty 47 tisíc. Rok 1978 byl nejúspěšnější, letiště zajišťovalo pravidelně šest spojů denně, z nichž čtyři spojovaly Karlovy Vary s Moravou a Slovenskem a v obou směrech odbavily 50 tisíc cestujících.

Následujícího roku stát v důsledku krize rozhodl o úsporných opatřeních na pohonné hmoty, což prudce zvýšilo cenu letenek a tím snížilo zájem o přepravu. Provoz na letišti prudce poklesl a nakonec musel být zastaven. Zvažovalo se, co dál, ve hře byla i varianta zrušení letiště. Přesto byla udržována alespoň sezónní linka do Prahy. Přes tuto neutěšenou situaci si řada lidí uvědomovala význam letiště v dané lokalitě a usilovali o obnovení provozu. Díky jejich úsilí mohla být v letech 1984-85 zrealizována kompletní oprava dráhy. [2]

2.1.1.4 Po revoluci

Roku 1989 letiště znovu získalo statut mezinárodního letiště a postupně byly realizovány rekonstrukce odbavovací budovy a pracoviště řízení letového provozu a doplňující úpravy jako vybudování světelného a radionavigačního systému pro zlepšení bezpečnosti provozu, objektů záchranné a požární služby, trafostanice s náhradním zdrojem energie apod. [3]

Koncem roku 2005 byla zahájena rozsáhlá modernizace rozdělená do tří etap.

I. etapa se týkala rekonstrukce povrchu stávající dráhy, zvýšení její únosnosti a zarovnání nivelety jejího východního konce zvýšením o cca 1,8m.

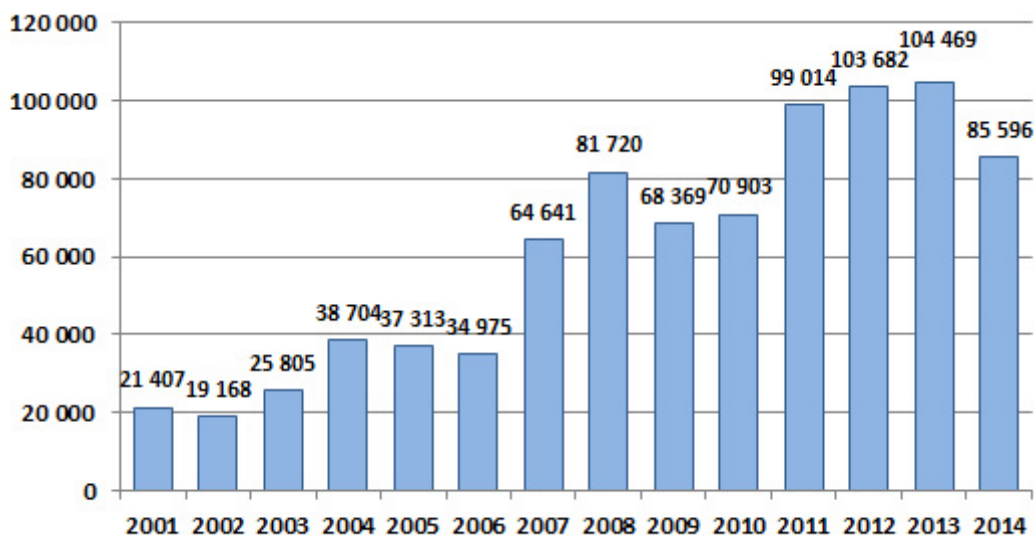
II. etapa na ni volně navázala s cílem vybudovat světelné zabezpečovací zařízení splňující podmínky I. kategorie ICAO (vysvětleno dále), umožňující přistávání letadel za zhoršených dohlednostních podmínek.

Ve III. etapě došlo k modernizaci terminálu, provedené ve dvou fázích - první fáze měla za úkol modernizovat stávající odbavovací budovu, ve druhé fázi byla na tuto budovu připojena nová hala, jejíž výstavba byla dokončena na jaře 2009. [4]

Stavba byla a stále je mnoha lidmi obdivována, nejen díky svému futuristickému vzhledu, kterým má připomínat proudový motor letadla, ale také díky nákladům na její výstavbu, které nepřesáhly 100 milionů korun a část z nich byla hrazena z dotací Evropské unie. Stala se také inspirací pro vedení pardubického letiště, které má již delší dobu v plánu vystavět nový terminál, ale zatím k tomu nedošlo.

2.1.2 Současný provoz

Letiště v posledních letech zažívalo zvýšení zájmu cestujících i leteckých společností a každoročně počet odbavených cestujících roste. V loňském roce (2014) ale došlo k poklesu. Následující obrázek znázorňuje počty odbavených cestujících za posledních 14 let.



Obrázek 1 - Vývoj počtu odbavených cestujících [5]

V letošním roce (2015) odbavuje letiště v Karlových Varech lety do čtyř destinací: [6]

- Pravidelné lety
 - Moskva (SVO) - úterý, čtvrtek, neděle
 - Petrohrad (LED) - čtvrtek
- Nepravidelné lety
 - Baku (GYD) - sobota
- Charterové lety
 - Antalya (AYT) - úterý, pátek

Lety do Moskvy a Petrohradu zajišťuje ruská letecká společnost Aeroflot s letadlem typu Airbus A319. Jsou naplánovány zatím pouze pro letní letový řád do 22.10.2015.

Charterové lety do Antalye provozuje česká nízkonákladová společnost Travel Service s typem Boeing 737-800. Tyto lety jsou pouze sezónní a budou ukončeny 29.9.2015.

Lety do Baku operovala mezi 18.7. a 22.8.2015 letecká společnost Azerbaijan Airlines s typem Airbus A319.

2.1.3 Výhledy do budoucna

Od roku 2008 existuje studie rozvoje letiště s výhledem do roku 2025 až 2050. Za hlavní cíl si klade zvýšení počtu odbavených cestujících související s odbavováním velkokapacitních letadel, kvůli kterému je v plánu rozšířit a prodloužit vzletovou a přistávací dráhu, rozšířit systém pojezdových drah a vyměnit radionavigační zařízení za přesnější tak, aby letiště mohlo zajišťovat provoz i za horších meteorologických podmínek. Se zvýšením počtu odbavených cestujících bude nutno řešit problém s dopravní obslužností. Studie zahrnuje rovněž problematiku využití okolí letiště k umístění subjektů prospěšných cestujícím z hlediska služeb a informací, jelikož provoz bude díky lázeňskému okolí orientován především na přepravu osob. Využití okolí letiště ke skladovým nebo výrobním činnostem se nepředpokládá. [7]

V rámci této studie byly s ohledem na nárůst počtu přepravených cestujících zpracovány prognózy budoucího počtu cestujících do roku 2025. Odhadem je, že roku 2025 by mělo být za daný rok celkem přepraveno 492 625 cestujících. [7] Pokud by měl být tento odhad alespoň trochu reálný, je zřejmé, že letiště bude muset do rozvoje vybavení, budov a zázemí investovat, což mu na druhou stranu přinese vyšší výdělky.

2.2 Aktuální provozní vybavení letiště

2.2.1 Pohybové plochy

2.2.1.1 Dráhový systém

Letiště disponuje hlavní asfaltobetonovou dráhou se zeměpisným směrem 113° respektive 293° s označením 11/29. RWY 11 má práh posunutý o 140 metrů. Je (dle předpisu L-14) bíle značena těmito prvky [8]:

- poznávací značení – číslo RWY 11 a 29 umístěné na prahu dráhy
- prahové značení – příčný pruh na konci dráhy 29 + osm podélných pruhů (počet 8 vztažený na 30 m širokou RWY) o délce 30 m, začínajících 6 m od konce dráhy
- osově značení – pruhy dlouhé 30 m s po sobě jdoucími 20 m mezerami. Šířka pruhů je 0,9 m
- prahové značení pro trvale posunutý práh dráhy 11 – příčný pruh ve vzdálenosti 140 m od konce dráhy 11 a na něj navazujících osm podélných pruhů + tři šipky před prahem
- značení zaměřovacího bodu a dotykové zóny – značení zaměřovacího bodu je jedna dvojice podélných pruhů po stranách dráhy, značící bod dotyku na každém konci dráhy. Pruhy jsou široké 6 m a dlouhé 45 m, začínají zhruba 300 m od konce dráhy. Značení bodů dotykové zóny je několik dvojic podélných pruhů, po sobě jdoucích po 150 m. Jejich počet je vztažený na použitelnou délku přistání. Zde konkrétně jde o čtyři dvojice v základním obrazci (ne s kódováním vzdálenosti, kdy jsou provedeny ve zdvojeném nebo ztrojeném páru). Pruhy jsou dlouhé 22,5 m a široké 3 m.
- postranní dráhové značení – tvořeno dvěma pruhy, umístěnými na okrajích RWY, jdoucími od prahu k prahu. Pruhy mají šířku 2 m.

Světelné značení této dráhy bude probráno v další části této kapitoly jako samostatný bod.

Vedle dráhy 11/29 se nachází ještě travnatá vedlejší dráha se stejným zeměpisným směrem, ovšem kvůli odlišení s označením 12/30. Maximální přípustná výška travnatého porostu na této dráze činí 35 cm. RWY je značena prahovými a postranními dráhovými značkami. [8]

Základní charakteristiky obou drah jsou uvedeny v následující tabulce:

Označení	Zeměpisný směr	Rozměry (m)	Povrch	Únosnost ¹
11	113°	2150x30	asfaltobeton	PCN 54/F/A/X/T
29	293°			
12	113°	1000x30	tráva	5 600 kg (0,70 MPa)
30	293°			

Tabulka 2 - Přehled vzletových a přistávacích drah [8]

Následující tabulka uvádí pro všechny dráhy hodnoty délek:

TORA – použitelná délka rozjezdu

TODA – použitelná délka vzletu

ASDA – použitelná délka přerušeno vzletu

LDA – použitelná délka přistání

Dráha	TORA	TODA	ASDA	LDA
11	2150 m	2350 m	2150 m	2010 m
29	2010 m	2150 m	2150 m	2150 m
12	1000 m	1030 m	1000 m	1000 m
30	1000 m	1030 m	1000 m	1000 m

Tabulka 3 - Přehled použitelných délek [8]

¹ Únosnost: PCN (pavement classification number) - číslo vyjadřující únosnost vozovky/ tuhost vozovky (R - tuhá vozovka, F - netuhá vozovka)/ únosnost podloží :A (vysoká únosnost), B(střední únosnost), C(nízká únosnost) nebo D(velmi nízká únosnost)/ kategorie huštění pneumatik (W - neomezené huštění pneumatik, X - huštění do 1,75MPa, Y - huštění do 1,25MPa, Z - huštění do 0,50MPa/ způsob hodnocení (T - technické hodnocení, U - hodnocení na základě zkušeností a poznatků)

Vozovku může užívat letadlo, které má své ACN (aircraft classification number) - klasifikační číslo letadla ve stejné nebo menší hodnotě, než je hodnota PCN [18]

2.2.1.2 Systém pojezdových drah

S RWY 11/29 souvisejí pojezdové dráhy s označením A, B, C, D a E s asfaltobetonovým a betonovým povrchem. [8]

TWY	Šířka	Únosnost
11 m mezi TWY B a D		
A	9,5 m mezi TWY B a THR 29	PCN 27/F/B/X/T
B	15 m	PCN 43/F/C/X/T
C	11 m	PCN 27/F/B/X/T
D	15 m	PCN 32/R/B/X/T
E	15 m	PCN 32/R/B/X/T

Tabulka 4 - TWY pro dráhu 11/29

Tyto pojezdové dráhy mají žluté osově značení a žluté příčné označení vyčkávacích míst na všech kříženích TWY/RWY. [8]

TWY B,D,E jsou navíc také značeny postranními světelnými návěstidly modré barvy. TWY D a E se vzhledem k nedostatečné únosnosti TWY A reálně používají většími letadly jen jako obratiště při přistání na RWY 29 a při vzletu z RWY 11.

Návěstidla modré barvy se nacházejí také na obratišti zřízeném u THR RWY 29, které je užíváno většími letadly, jež nemohou kvůli překročení únosnosti pojíždět po TWY A.

Obratiště poskytuje souvislé osově vedení (žlutě) a umožňuje letadlům provést obrat o 180°.

RWY 12/30 má pojezdové dráhy s označením F,V a W s travnatým povrchem

TWY	Šířka	Únosnost
F	12 m	5 600 kg
V	10,5 m	5 600 kg
W	10,5 m	5 600 kg

Tabulka 5 - TWY pro dráhu 12/30

Poznávacími znaky jsou pojezdové postranní značky – oranžovobílé kužely. [8]

2.2.2 Radionavigační zařízení [8]

2.2.2.1 L (NDB)

NDB (non-directional beacon) je nesměrový radiomaják používající všesměrovou anténu, vysílající v pásmu středních a dlouhých vln. Vyžaduje přijímač na palubě letadla, který indikuje směr k tomuto radiomajáku. V informacích o zařízení letišť se radiomaják NDB značí zkratkou L jako tzv. lokátor. Ten, který se nachází na LKKV, je označený jako L(VRATA) díky jeho poloze blízko obce Olšová Vrata. Pracuje na frekvenci 365 kHz s dosahem 25 NM. Fyzicky je umístěn 975 metrů od prahu dráhy 29 společně s MM ILS. [10]

2.2.2.2 VDF

VDF (VHF direction finder) – česky vysokofrekvenční nebo také VKV pozemní rádiový zaměřovač. Pomocí něj může být v případě potřeby zaměřen letoun vybavený VKV radiostanicí, kterou mají dnes již téměř všechny letouny. Jedná se již o zastaralý systém, který se dnes používá pouze jako záložní a velmi málo. [9] VDF systém v Karlových Varech pracuje s třídou zaměření D, tedy s přesností $\pm 10^\circ$ na frekvencích 121,225 MHz, 118,650 MHz, 119,950 MHz a 121,500 MHz, což jsou i komunikační frekvence radiostanic TWR a APP. [10]



Obrázek 2 - VDF (Vlastní foto)

2.2.2.3 DME

DME (distance measuring equipment) je systém sloužící k měření vzdálenosti mezi letadlem a majákem. Vzdálenost je vypočítána palubním zařízením po změření časového intervalu od vyslání dotazu, jeho následného zpracování pozemní stanicí a odeslání zpět přijímači na palubě letadla. [12]

DME s identifikační zkratkou KVVY pracuje na kanálu 52Y, je párovaný s komunikační frekvencí LLZ ILS 111,550 MHz. Dotazovací část pracuje na frekvenci 1076 MHz a odpovídací část na 1139 MHz.

Jedná se o zařízení francouzské společnosti Thales, konkrétně systém typu DME 415, což je typ zařízení s krátkým dosahem, využívaný k přiblížení ve spolupráci se systémem ILS. Zařízení má výkon 100 W a dosah 25 NM. Je umístěno společně s GP ILS na pravé straně dráhy 29, zhruba 115 m od její osy, vzdálené od jejího prahu necelých 300 m a navádí letadla do zaměřovacího bodu (bod dotyku).

Komponenty zařízení jsou anténa, transponder, monitorovací systém, napájecí zdroj stejnosměrného a střídavého proudu a příslušné hardwarové a softwarové rozhraní.

Zařízení je plně zdvojené – jak transponder, tak monitoring má hlavní a záložní soupravu. Záložním zdrojem je 48V baterie. [11]

Výrobce uvádí ve svém manuálu maximální hodnotu jeho přesnosti až $\pm 15\text{m}$, což je ještě o řád větší přesnost, než požadovaná přesnost $0,25\text{NM}(460\text{m}) + 1,25\%$ vzdálenosti od antény.

2.2.2.4 ILS

ILS (Instrument landing system) je navigační systém užívaný k přiblížení na přistání a k přistání. Skládá se z několika částí: [8]

- kurzový radiomaják (LLZ – "lokalizér")

Vysokofrekvenční (VHF) radiomaják pracující na frekvenci 108,00-111,975 MHz na 40 kanálech. Pro přiblížení poskytuje letadlu horizontální směrové vedení vyzařováním tzv. kurzové roviny. Jeho anténní systém, nacházející se na opačném konci dráhy, vyzařuje tzv. laloky, které tvoří dvě amplitudově modulované frekvence, 90 Hz (z pohledu letadla nalétávajícího na přiblížení nalevo) a 150 Hz (z pohledu letadla nalétávajícího na přiblížení napravo). Frekvence se z části překrývají, v ideálním směru, tedy ve směru osy dráhy, se

vyskytují obě stejně s rozdílem hloubky modulace 0, mimo osu vždy převažuje hloubka modulace jedné z těchto frekvencí, tím přijímač na palubě letadla zaznamená odchylku od správného kurzu.

Lokalizér může pracovat na jedné (1F) nebo na dvou frekvencích (2F). Jednofrekvenční lokalizéry jsou konstrukčně jednodušší, využívají se tam, kde je otevřený rovný terén. Dvoufrekvenční lokalizéry jsou sice složitější, ale poskytují přesnější vedení a menší rušení odrazy v členitém terénu a tam, kde je letiště zblízka obklopeno lesním porostem.

- sestupová rovina (GP – glide path nebo GS – glide slope)

Ultrakrátkovlnný (UHF) radiomaják pro vertikální vedení letadla, pracující na frekvenci 328,6-335,4 MHz, vyzařuje sestupovou rovinu. Pracuje na podobném principu jako lokalizér, vysílá amplitudově modulované frekvence, opět 90 a 150 Hz, ovšem v rovině potočené o 90 stupňů. Frekvence 150 Hz se nachází vespod, 90 Hz nahoře. V ideální sestupové rovině je opět rozdíl hloubky modulace 0, v případě, že se letadlo nachází pod nebo nad ideální sestupovou rovinou, převažuje jedna z příslušných frekvencí. Sestupová rovina je obvykle vyzařována pod úhlem 2°-4°, kdy provozně nejvýhodnější a vyžadovaná pro provoz LVP je hodnota 3°. GP může taktéž být jedno nebo dvoufrekvenční.

- polohová návěstidla

VKV polohová návěstidla, zvaná také markery, se nacházejí v ose dráhy v úseku pro konečné přiblížení. Pracují na frekvenci 75 MHz a vertikálně vyzařují kuželovitě (s horizontálním průřezem ve tvaru elipsy nebo osmičky) směrem vzhůru. Při přeletu poskytují letadlu informaci o vzdálenosti od prahu dráhy. Existují tři typy:

- Outer marker (OM) – umístěný ideálně ve vzdálenosti 7,2 km od prahu dráhy, pokud to z nějakého důvodu není možné, může být až v rozmezí mezi 6,5 a 11,1 km od prahu dráhy
- Middle marker (MM) – umístěný 1050 ±150 m od prahu dráhy
- Inner marker (IM) - umístěný mezi 70 a 450 m u prahu dráhy, téměř se nepoužívá, vyskytuje se velmi zřídka

Obecně tedy ILS poskytuje pilotovi přístrojové informace o poloze letadla na přiblížení v sestupové rovině a v rovině osy dráhy. Poskytuje mu je až do výšky rozhodnutí (DH - decision height), ve které už pilot pokračuje přímo na přistání, pokud má vizuální kontakt s dráhou, v opačném případě zahájí postup nezdařeného přiblížení (missed approach).

ILS se podle toho dělí do 3 kategorií podle přesnosti systému a tím poskytovaného vedení:

Kategorie ILS	Výška rozhodnutí
CAT I	60 m (200 ft)
CAT II	30 m (100 ft)
CAT IIIA	Méně než 30 m,
CAT IIIB	Méně než 15 m
CAT IIIC	0

Tabulka 6 - Kategorie ILS (ICAO) [17]

Na letišti Karlovy Vary je umístěno zařízení ILS CAT I pouze pro dráhu 29.

Anténa pro LLZ 29 je fyzicky umístěna před prahem dráhy 11. Na její pravé straně (z pohledu po směru dráhy 11) cca 60 m od osy dráhy se nachází objekt se zázemím. Kmitočet LLZ 29 je 111,550 MHz. [10]



Obrázek 3- Anténa LLZ



Obrázek 4 - anténa LLZ



Obrázek 5 - zázemí LLZ

Zařízení sestupové roviny GP 29 se nachází po pravé straně dráhy 29 asi 100 m od její osy, 285 m od prahu dráhy 29, a to jak anténní soustava, tak i objekt se zázemím. K zařízení GP je v místě přidružen i systém DME. [10]

Kmitočet GP je 332,750 MHz, což je párová frekvence pro frekvenci lokalizéru (frekvence se záměrně přidělují v předem určených párech). Úhel vyzařování sestupové roviny je 3°. [10]



Obrázek 6 - ILS GP



Obrázek 7- zázemí GP a DME

Zařízení dále obsahuje i návěstidlo polohy MM (middle marker), umístěné v ose dráhy 29, 975 metrů od ní společně s NDB majákem L(VRATA), s danou frekvencí 75 MHz. [10]

Soustava ILS RWY 29 na LKKV je, stejně jako systém DME, od francouzské společnosti Thales, typ ILS 420. Instalován byl jako náhrada staršího systému v květnu a červnu 2012

LLZ i GP jsou zde dvoufrekvenční. Obě zařízení mají zdvojené prvky, kdy při poruše jednoho dojde k automatickému přepnutí na záložní, hlídání takovéto situace obstarávají integrované monitory. Součástí vybavení jsou také Near Field monitory (NFM), monitorující hodnotu signálu LLZ a GP v blízkém poli (nachází se několik desítek metrů před anténami LLZ a GP).

Všechna zařízení mají bateriový záložní zdroj a navíc jsou napájena z bezvýpadkové sítě, která je zabezpečena zdrojem nepřerušovaného napájení (UPS). [11]

2.2.3 Světelné vybavení

2.2.3.1 Přibližovací světelná soustava RWY 29

Letiště Karlovy Vary v roce 2012 instalovalo díky vybavení RWY 29 systémem ILS CAT I odpovídající přibližovací světelnou soustavu.[7] Jedná se o soustavu osvětlení PALS (Precision Approach Lighting System) I. kategorie.

Soustava se skládá z těchto komponent [10]:

- hlavní osová návěstidla
Světelná návěstidla na prodloužené ose RWY, vedoucí do délky 900 m od prahu dráhy. První návěstidlo se nachází ve vzdálenosti 30 m od prahu dráhy a vzájemné rozestupy jednotlivých návěstidel jsou také 30 m. Tato návěstidla s vysokou svítivostí vydávají stálé světlo bílé proměnlivé barvy.
- příčka
Příčka široká 30 m, ležící 300 metrů od prahu dráhy je tvořena třemi návěstidly stejného typu jako hlavní osová návěstidla.
- záblesková soustava
Záblesková světelná řada o délce 600 m začínající u příčky, vydávající dvojitý záblesk každou sekundu. Záblesky se šíří v sekvencích za sebou od konce řady směrem k dráze.

2.2.3.2 Dráhová světelná soustava

Dráha 11 /29 je v současné době vybavena těmito světelnými prvky[10]:

- prahová návěstidla – umístěná na prahu dráhy 29 a na posunutém prahu dráhy 11 ve směru vně dráhy
- postranní dráhová návěstidla – umístěná po stranách dráhy 11/29, vydávající stálé bílé světlo, s výjimkou části dráhy 11 od jejího začátku po posunutý práh, kde vydávají stálé červené světlo
- koncová návěstidla – umístěná na prahu dráhy, směřující dovnitř dráhy, vydávající stálé červené světlo

Všechny tyto světelné prvky mají vysokou svítivost, která je regulovatelná dle potřeby.

V obou směrech je dráha rovněž vybavena sestupovými návěstidly PAPI (precision approach path indicator) – postranní příčkou se čtyřmi světelnými zdroji, nastavenými ve vertikálním úhlu 3° od vodorovné roviny, indikující pilotovi správnost sestupové roviny, ve které se letadlo nachází.

2.2.3.3 Zdroj energie a záložní zdroj

Všechny světelné soustavy jsou napojeny na přívod vysokého napětí z hlavní trafostanice s UPS. Jako záložní zdroj slouží diesellový agregát s napětím na přívodu 22kV. K přepínání mezi hlavním a záložním zdrojem dochází v případě výpadku hlavního zdroje automaticky, přepínací doba (doba od výpadku hlavního zdroje do úplného obnovení činnosti záložním zdrojem) je do 15 sekund.

Tento záložní zdroj je společný pro světelné zabezpečovací zařízení i pro stanoviště letových provozních služeb včetně meteo systému. [11]

2.2.4 Meteo systém

Letiště Karlovy Vary je vybaveno automatizovaným meteorologickým pozorovacím systémem AWOS AviMet od švédské společnosti VÄISÄLÄ. Tento systém využívá čidla fyzicky nainstalovaná na LKKV: [13]

- ceilometr – měřič množství a výšky základny oblačnosti
2x, instalován 1 km před THR RWY 29 v ose RWY a v meteorologickém měrném pozemku před hangárem aeroklubu (východně od terminálu). Ceilometry typu CT25K mají měřicí rozsah 0-25 000 ft
- transmisometr – měřič RVR a dohlednosti VIS
2x, instalován vlevo od osy RWY 29 v TDZ a vlevo od osy RWY 29 v MID. Jedná se o typ LT31 s rozsahem měření od 10 do 10 000m
- tlakoměr
2x, instalován v meteorologickém měrném pozemku před hangárem aeroklubu a ve stanovišti meteorologické služebny

- anemometr – měřič rychlosti a směru přízemního větru
2x, instalován vlevo od osy RWY 29 v TDZ a vlevo od osy RWY 29 v END (vpravo od osy RWY 11 v TDZ). Tento typ (WAA151) je schopen rozlišit rychlost větru až do 75m/s.
- teploměr a vlhkoměr
instalován v meteorologickém měrném pozemku před hangárem aeroklubu
- záložní teploměr a vlhkoměr
instalován v meteorologickém měrném pozemku před hangárem aeroklubu
- forwardscatterometr - měřič současného počasí a dohlednosti
instalován v meteorologickém měrném pozemku před hangárem aeroklubu společně s teploměrem a vlhkoměrem (ne záložním)

AWOS AviMet je dále tvořen sestavou vlastních PC se záznamem a archivováním v historii a zdvojenými servery pro zpracování a přenos získaných dat, která jsou následně on-line distribuována do dalších meteorologických systémů službám OLM a ČHMÚ a do systémů ŘLP ČR s.p. a jsou z nich tvořeny zprávy METAR a SPECI. Směr a rychlost přízemního větru jsou zobrazovány na místních stanovištích ŘLP TWR a APP.

3 LVP

3.1 Co je LVP

LVP (Low Visibility Procedures) je soubor meteorologických podmínek, majících za následek zhoršený stupeň dohlednosti, a soubor opatření - provozních postupů, které se užívají při uskutečnění těchto podmínek a zajišťují tak bezpečnost pro letecký provoz operující v dané oblasti na přiblíženích na přistání, na přistání i na vzletu, kterých se ztížené meteorologické podmínky bezprostředně týkají. Dané postupy a podmínky zahrnují [14]:

- *Provozní postupy*

Provozní postupy zahrnují jak standardní postupy LVP shodné pro všechna letiště, tak i postupy definované pro konkrétní letiště na základě jeho fyzických vlastností

- *Vybavení letišť*

Jediná certifikovaná přiblížovací zařízení, která lze při LVP použít, jsou v současné době systém ILS, případně MLS². Zařízení DME není bezpodmínečně nutné, ale může nahradit OM nebo MM ILS. Je podmínkou, pokud OM nebo MM chybí nebo je mimo provoz.

Dále jsou nutná dráhová a přiblížovací světelná zabezpečovací zařízení včetně svých náhradních zdrojů energie.

Posledním vybavením je meteo-systém měřící dráhovou dohlednost a přístroj na měření směru a rychlosti větru.

- *Vybavení letadel*

Provoz LVP využívá přiblížení CAT II nebo CAT III, a tak je vyžadováno, aby konkrétní letadlo bylo certifikováno a vybaveno pro tato přiblížení. Mezi potřebné vybavení patří například autopilot, flight director nebo pro CAT III autoland.

- *Způsobilost posádky*

Pilot musí být pro přiblížení CAT II/III způsobilý po ukončení výcvikového programu provozovatele. Obecně by měl mít znalosti dle požadavků předpisů a také dostatek zkušeností

² MLS (Microwave Landing System) - systém vyzařující mikrovlnné záření, podobný svojí architekturou systému ILS, ovšem s větší přesností především v členitém terénu, neboť narušitel od ILS, využívajícího pouze jednu sestupovou rovinu, může využít k horizontálnímu vedení letadla celou svou vyzařovací plochu a vytvořit tak sestupových rovin více. Přesto je využíván velmi zřídka, především kvůli značným pořizovacím nákladům

3.2 Dohlednost

Před tím, než si budeme definovat vyhlášení a postupy při LVP, je nutno nejdříve vysvětlit pojem dohlednost a rozdělit její typy.

Dohlednost je jedním z nejdůležitějších meteorologických prvků, na kterém závisí možnost vzletů nebo přistání, zraková orientace při letech VFR, při letech v bezprostředním okolí letiště apod. Určuje se číselnými hodnotami v jednotkách délkové míry jako vzdálenost, v níž je kontrast daného objektu a jeho pozadí roven prahu kontrastové citlivosti oka pozorovatele. Můžeme ji rozdělit dle potřeby, způsobu a místa využití následovně:[24]

- meteorologická
- dráhová (RVR)
- letová (visibility)

V letectví se primárně využívají dva pojmy:

- *dohlednost* (visibility) - je definována jako schopnost rozeznávat ve dne významné neosvětlené předměty a v noci významné osvětlené předměty (světla). Často je tento pojem zaměňován s pojmem viditelnost, zřejmě právě kvůli anglickému slovu visibility, které má oba významy. Viditelnost ovšem značí rozdíl od rozeznání na pozadí možnost daný předmět vidět nebo nevidět, nezávisle na dohlednosti. Typickým příkladem k pochopení rozdílu je noc - v noci může být výborná dohlednost, ale přirozeně je ve tmě špatná viditelnost.
- *dráhová dohlednost* (RVR- runway visual range) se v letecké meteorologii označuje jako vzdálenost, na kterou pilot letadla nacházejícího se na ose dráhy rozpozná značky nebo světelná návěstidla vyznačující dráhu či její osu. Kromě hodnot RVR v metrech se lze ve světě setkat s hodnotami ve stopách (například v USA). RVR je důležitá hodnota pro určování minim pro rozdělení přístrojových přiblížení do kategorií, o čemž bude zmíněno dále.

Jevy zhoršující dohlednost jsou: [15]

- mlha – vzniká, když se nahromaděné kapky, ledová jádra nebo jejich směs nahromadí tolik, že dohlednost klesá pod 1000 m. Mlhy mohou být dle způsobu vzniku radiační, advekční nebo frontální
- kouřmo – dochází při něm opět k nahromadění kapek nebo ledových jader, ale dohlednost neklesá pod 1000 m. Kouřmo může být též průmyslové, vzniklé z produktů hoření
- zákal – vzniká nahromaděním pevných částic např. prachu, lidským okem neviditelných
- srážky – intenzivní srážky jsou také významným jevem zhoršujícím dohlednost, zejména sněžení či sněhové přeháňky

3.3 Základna oblačnosti

Kromě dráhové dohlednosti je základna oblačnosti dalším z pojmů týkajících se provozu LVP. Podle definice ČHMÚ je to nejnižší část oblaku, ve které se výrazně odlišuje horizontální viditelnost od podmínek ve volné atmosféře. V letectví je základna oblačnosti výškou nejnižší vrstvy významné oblačnosti. Uvádí se obvykle ve stopách (ft). [15]

3.4 Přiblížení ICAO

ICAO přiblížení je provozní postup s přesně popsány podmínkami požadovanými pro vykonání přiblížení. Dělí se na tři kategorie: [14]

- CAT I - přiblížení, které není součástí LVP. Meteorologické podmínky pro jeho provádění jsou: výška rozhodnutí (DH) alespoň 200 ft (60 m) RVR alespoň 550 m nebo a všeobecná dohlednost alespoň 800 m
- CAT II - přiblížení, kde DH je alespoň 100 ft (30) metrů a RVR alespoň 300 m
- CAT III - meteorologické hodnoty tohoto přiblížení jsou minimální, je tedy nutno mít nejlepší vybavení. Toto přiblížení je plně automatizované a dělí se na tři podkategorie:
 - A - DH 100 ft (30 m) nebo méně, RVR alespoň 175 m.
(podle EASA RVR ne méně než 200 m) [16]
 - B - DH 50ft (15 m) nebo méně, RVR 50-175 m.
(podle EASA RVR 75-200 m) [16]

- C - DH ani RVR nejsou limitovány, mohou dosáhnout nulové hodnoty

3.5 Příprava LVP

Příprava pro provoz LVP nastává, pokud dráhová dohlednost na dotykové zóně dráhy a/nebo ve středu dráhy a/nebo na konci dráhy dosáhne hodnoty 1500m a méně s následnou klesající tendencí a/nebo výška základny oblačnosti dosáhne 300 stop (90 m) s následnou klesající tendencí. Přípravu provádí pozorující operátor Letecké meteorologické stanice po vyhodnocení aktuální meteorologické situace za výše uvedených podmínek. Příprava LVP je také indikována na pracovištích ŘLP, pracovištích provozovatele letiště a Letecké meteorologické stanici ČHMÚ. Poté pracovníci letiště provedou kontrolu letištního vybavení, buď automatizovaně, nebo manuálně. Pokud je v pořádku, příprava LVP je schválena a jsou o ní informována všechna vozidla na letištní ploše. [14]

3.6 Provoz LVP

Provoz LVP nastává, když dráhová dohlednost klesne na 600 m a méně a/nebo výška spodní základny oblačnosti klesne pod 200 stop (60 m). Provoz LVP vyhláší řídicí pracovník TWR a pracoviště APP vysláním informace o provozu LVP ve zprávě ATIS. [14]

3.7 Degradace LVP

Pokud některé ze zařízení nezbytných pro provoz LVP bude mít závadu, sníží se kvalita přesného přiblížení. O degradaci informuje piloty prostřednictvím Letecké informační služby zpráva ATIS. [14]

Přesné přiblížení kategorie III je sníženo na kategorii II v těchto případech: [14]

- výpadek jedné soupravy LLZ ILS
- výpadek jedné soupravy GP ILS
- výpadek jedné soupravy ILS

Přesné přiblížení kategorie II/III je sníženo na kategorii I v těchto případech: [14]

- výpadek měření směru a rychlosti přízemního větru na TDZ RWY

- výpadek měření RVR na TDZ RWY (u letadel po přeletu OM je pilot pouze informován)
- současný úplný výpadek postranních a osových návěstidel RWY
- narušení ochranné zóny ILS
- výpadek náhradního zásobování elektrické energie SZZ
- výpadek Far Field monitoru ILS
- výpadek monitorovacího systému

Přesné přiblížení je sníženo na jiný druh přiblížení v těchto případech: [14]

- celkový výpadek LLZ ILS
(přechod na nepřesné přístrojové přiblížení)
- celkový výpadek GP ILS
(přechod na nepřesné přístrojové přiblížení LLZ ONLY)
- výpadek obou souprav OM
(přechod na přístrojové přiblížení (Pouze v případě DME mimo provoz. Letadlům po přeletu OM nebo v odpovídající poloze se druh přiblížení již nesnižuje))

3.8 Ukončení provozu LVP

Provoz LVP je ukončen při zlepšení meteorologických podmínek, kdy dráhová dohlednost stoupne na minimálně 600 m s vzestupnou tendencí a/nebo výška spodní základny oblačnosti stoupne nad 200 stop s vzestupnou tendencí. Pracoviště TWR vyhlásí opět stav Příprava LVP a je proveden test zařízení. Pokud stoupne dráhová dohlednost nad 1500 m a/nebo výška spodní základny oblačnosti nad 300 stop, dochází k ukončení stavu Příprava LVP, který ukončuje opět pracoviště TWR. [14]

3.9 Informace předávané pilotům

Během jednotlivých fází přiblížení jsou, kromě informací ATIS, předávány pilotům ještě následující informace: [14]

- Před zahájením konečného přiblížení:
 - směr a rychlost přízemního větru z TDZ RWY
 - aktuální hodnoty RVR z bodů TDZ, MID a END.

- Okamžitě bez ohledu na fázi letu:
 - degradace přesného přiblížení a její důvod
 - výpadek DME v poloze GP RWY
 - výpadek OM ILS
 - výpadek části světelného zabezpečovacího zařízení (světelné soustavy pro přesné přiblížení II/III CAT, prahových návěstidel, návěstidel dotykové zóny RWY, osových návěstidel RWY, postranních dráhových návěstidel, koncových návěstidel RWY, osových návěstidel pojezdové dráhy a stop-příček TWY, pokud se to týká trasy pojíždění)

- Během konečného přiblížení
 - *Do přeletu OM nebo polohy jemu odpovídající:*
 - informace o poruše přibližovacích, prahových, dotykových, osových nebo postranních návěstidel RWY
 - změny kategorie přiblížení (CAT I,II).

 - *Po minutí OM nebo odpovídající polohy do vzdálenosti 1 NM od THR:*
 - změny kategorie přiblížení
 - neprovoznost náhradního zdroje energie světelného zabezpečovacího zařízení

 - *Po minutí 1 NM od THR:*
 - úplná porucha ILS
 - úplný výpadek osových i postranních návěstidel RWY

- prostřednictvím zařízení ATIS:
 - výpadek OM ILS
 - výpadek MM ILS
 - výpadek DME
 - výpadek části světelného zabezpečovacího zařízení
 - světelné soustavy pro přesné přiblížení II/III CAT
 - prahových návěstidel
 - návěstidel dotykové zóny RWY
 - osových návěstidel RWY
 - postranních dráhových návěstidel

- koncových návěstidel RWY
- osových návěstidel pojezdové dráhy
- stop-příček na vyčkávacích místech RWY
- informace o výpadku jednotlivých systémů pro přiblížení za nízké dohlednosti s platností do 60 minut

3.10 Low visibility take-off (LVTO)

Low visibility take-off je podmnožina provozu LVP. Jedná se o vzlety za podmínek nízké dohlednosti, kdy RVR je nižší než 400 m a ne menší než 75 m. [17]

Se vzlety za nízké dohlednosti souvisí tzv. Guided takeoff - řízený vzlet. Při něm rozjezd letadla není řízen jen vizuálně, ale také horizontálním vedením letadla lokalizérem ILS v kurzu dráhy. Provádí se většinou při RVR menší než 150 m.

3.11 Vybavení letiště předepsané pro provoz LVP [14]

3.11.1 Světelné zabezpečovací zařízení CAT II/III

Světelné zabezpečovací zařízení pro přiblížení II. a III. kategorie se skládá z těchto komponent :

3.11.1.1 Přibližovací světelná soustava

- hlavní řada osových návěstidel

Tato návěstidla leží na prodloužené ose dráhy, pro kategorii II a III by měla sahát do délky 900 m před práh dráhy. Začínají 30 metrů od prahu a rozestup mezi jednotlivými světly je 30 m. Vydávají stálé proměnlivé bílé světlo. [18]

- řady postranních osových návěstidel

Dvě řady návěstidel, vydávající červené světlo, nacházející se každá po stranách hlavní řady. Délka postranních řad by měla být 270 metrů od prahu dráhy, rozestup mezi světly stejně jako u hlavní řady 30 m. [18]

- příčky

Dvě příčky vzdálené od sebe 150 m. První příčka ve vzdálenosti 150 m od prahu dráhy, široká tak, aby vyplnila mezery mezi osovými a postranními návěstidly. Druhá

příčka ležící 300 m od prahu dráhy, široká 30 m (sahající 15 m na každou stranu od osy). Vydávají stálé bílé světlo stejně jako hlavní řada osových návěstidel. [18]

3.11.1.2 Dráhová světelná soustava

- prahová světelná příčka a prahové vnější světelné polopříčky

Prahová světelná příčka je u přístrojových RWY II. a III. kategorie složena ze zelených světel vyzařujících jedním směrem s maximální vzdáleností 3 metry. Vnější prahové polopříčky jsou umístěny u prahu dráhy souměrně s osou RWY [18]

- koncová světelná příčka

Jednosměrová koncová návěstidla vydávající stálé červené světlo musí být umístěna maximálně 3 m za prahem dráhy souměrně k ose dráhy ve dvou skupinách, jejich vzájemná vzdálenost nesmí být větší, než polovina vzdálenosti mezi postranními dráhovými návěstidly. [18]

- osová světelná dráhová řada

Návěstidla vzdálená od sebe 15 m, umístěna ideálně v ose dráhy od prahu do konce dráhy, pokud není možné umístění v ose, mohou být posunuty na jednu stranu do 60 cm od osy dráhy. Vydávají stálé bílé světlo, od 900 m před koncem dráhy se musí střídat návěstidlo bílé barvy s návěstidlem vydávajícím stálou červenou barvu a od 300 m do konce dráhy musí být osová návěstidla pouze červené barvy. [18]

- postranní světelné dráhové řady

Postranní dráhová návěstidla jsou umístěna ve dvou řadách souměrných podle osy dráhy na jejích okrajích v celé její délce, mohou být umístěna nejvýše tři metry od okrajů. Jejich vzájemná vzdálenost nesmí být vyšší než 60 metrů. Návěstidla vydávají bílé stálé světlo.

V případě, že má dráha posunutý práh, musí postranní návěstidla od konce dráhy po posunutý práh vydávat červenou barvu. Před odlehlým koncem dráhy mohou ve vzdálenosti posledních 600 metrů nebo poslední třetiny dráhy, podle toho, která hodnota je kratší, vydávat postranní návěstidla také žlutou barvu. [18]

- dotykové postranní řady

Návěstidla dotykové zóny jsou dvojice krátkých příček, umístěné uvnitř dráhy symetricky podle její osy. Sahají do vzdálenosti 900 m od prahu a jejich příčná

vzdálenost je stejná jako vzdálenost vodorovného značení dotykové zóny. Podélný rozestup je 30 nebo 60 metrů, předpis L-14 doporučuje pro dráhy určené pro provoz za nízkých dohledností využít rozestup 30 m. [18]

- stop-příčka

Stop příčka bývá umístěna na vyčkávacím místě pro vstup na RWY pro přesná přiblížení a rozsvěcí se automaticky při poklesu RVR v TDZ nebo v MID pod 1500 m. Rozsvícená zabraňuje vstupu letadla na dráhu, po jejím zhasnutí letadlo může na dráhu vstoupit, má na to 1 minutu, než se stop příčka znovu rozsvítí. Vyzařuje stálé červené světlo. [18]

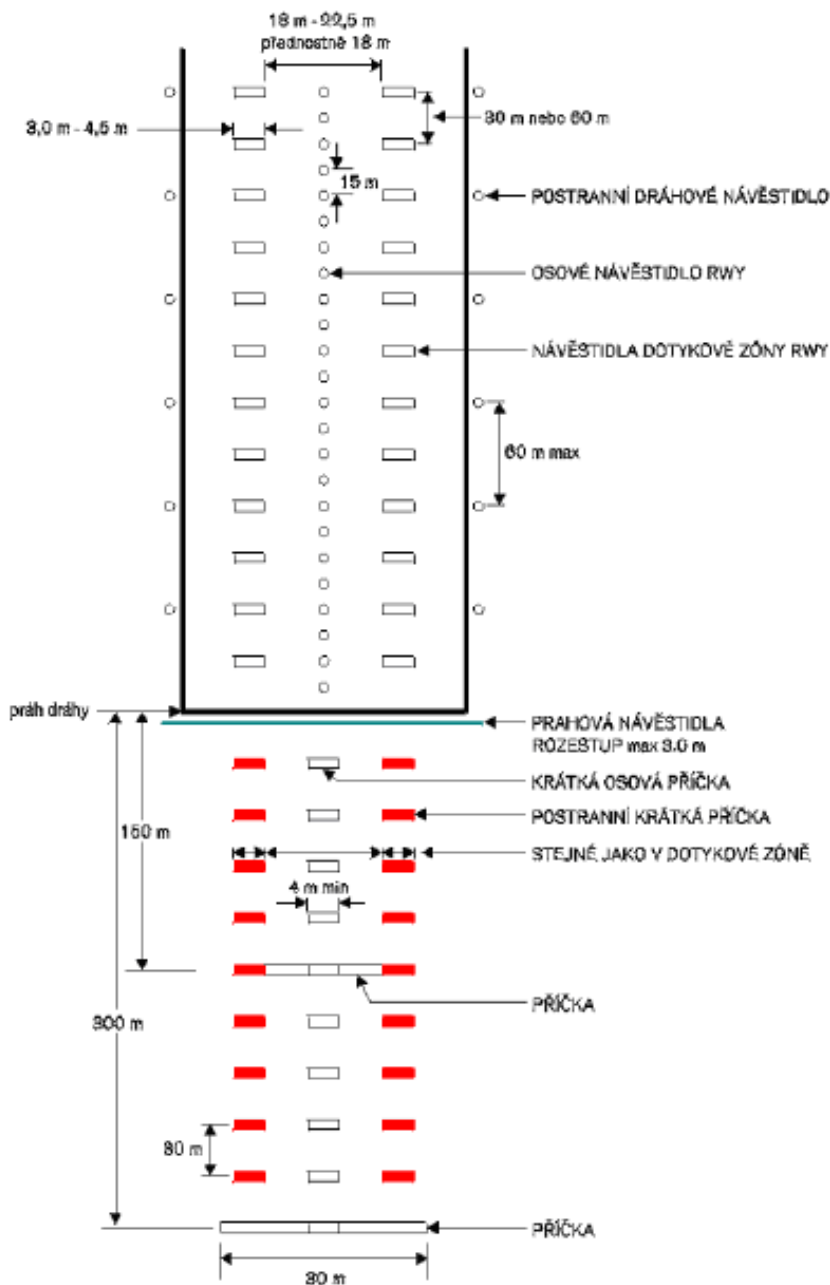
- pojezdové postranní řady

Návěstidla vydávající stálé modré světlo od sebe nesmí být vzdálena více než 60 metrů v přímém úseku, v oblouku musejí být rozstupy menší, aby byla zachována linie oblouku. [18]

- osové světelné řady pojezdových drah

Světelné řady umístěné na osách pojezdových drah, vydávající stálé zelené světlo, umístěné od sebe v rozestupech maximálně 30 m v přímém úseku a v obloucích méně, aby byla zachována linie oblouku.

V ochranných zónách ILS jsou osová návěstidla vyzařující střídavě žlutou a zelenou barvu. [18]



Obrázek 8 - Přibližovací a dráhová světelná soustava [18]

3.11.2 Zařízení ILS (MLS)

Předepsané zařízení pro přiblížení II. a III. kategorie pro provoz LVP je ILS (případně MLS) II. nebo III. kategorie. [14]

Samozřejmostí je lokalizér (LLZ) a glide path (GP), dále musí být přítomna polohová návěstida outer marker (OM) a middle marker (MM), ovšem pouze v případě, že součástí sestavy není systém DME. Pokud je přítomen, může alespoň jeden marker nahradit.

Všechna uvedená zařízení musejí mít hlavní i záložní soupravu, kdy v případě výpadku jedné soupravy systém okamžitě přejde na provoz druhé. Kromě hlavního napájení ze sítě musí systémy být vybaveny náhradním zdrojem energie, což většinou bývá bateriový zdroj.

Poslední podmínkou, vztahující se k zařízením systému ILS, je přítomnost Far Field Monitoru (FFM) pro lokalizér. Far Field Monitor měří hloubku a poměr modulačních frekvencí lokalizéru a v případě zjištění odchylky vysílací soupravu automaticky odstaví

Jednotlivé kategorie ILS se od sebe liší v mnoha parametrech.

Parametry určující funkce systému jsou:

- *integrita systému* – vyjadřuje správnost informací poskytovaných přijímačům. Pro ILS II. a III. kategorie nesmí být během přiblížení pravděpodobnost vyslání chybného signálu větší než $0,5 * 10^9$ [19]
- *polohová citlivost* – je vyjádřena hodnotou DDM (difference in depth of modulation) neboli rozdílem hloubek modulací. [20]

Tato hodnota, vyjádřena v procentech, je na šikmé kurzové čáře LLZ i GP 0%. V místě referenční výšky ILS musí být stranová polohová citlivost (pro LLZ) rovna 0,145% DDM/m s tolerancí:

- u ILS I. a II. kategorie: $\pm 17\%$ jmenovité hodnoty
- u ILS III. kategorie: $\pm 10\%$ jmenovité hodnoty

Úhlová polohová citlivost (GP) musí být 8,75% DDM uvnitř sestupového sektoru daného v rozmezí $0,12^\circ (\pm 0,02^\circ)$ s následujícími tolerancemi: [20]

- kategorie: $\pm 25\%$ jmenovité hodnoty
- II. kategorie: $\pm 20\%$ jmenovité hodnoty
- III. kategorie: $\pm 15\%$ jmenovité hodnoty

- *pokrytí* – vždy musí být zajištěn dostatečný výkon signálu pro vedení letadla vybaveného standardní instalací ILS.

Sektor pokrytí kurzového majáku se rozšiřuje od středu anténního systému kurzového majáku do vzdálenosti :

- 25 NM v rozmezí $\pm 10^\circ$ od kurzové čáry
- 17 NM mezi 10° a 35° od kurzové čáry
- 10 NM ve všech ostatních směrech

Krytí sestupového paprsku musí být 10 NM ve vodorovné rovině v sektorech 8° po obou stranách sestupové čáry ILS do výšky:

- 30 m nad horizontální rovinu proloženou prahem RWY - ILS I. kategorie
 - 15 m nad horizontální rovinu proloženou prahem RWY- ILS II. a III. kategorie
- *intenzita vyzařovaného pole* – obecně nesmí intenzita pole klesnout pod $40\mu\text{V}/\text{m}$. Tato minimální intenzita je požadována pro možnost uspokojivého použití kurzových zařízení systému ILS.

Pro zařízení I. kategorie nesmí intenzita klesnout pod $90\mu\text{V}/\text{m}$ ve vzdálenosti 10NM od prahu dráhy do výšky 60 m.

Pro zařízení II. kategorie nesmí být tato hodnota nižší než $100\mu\text{V}/\text{m}$ ve vzdálenosti 10NM, zvětšující se nejméně na $200\mu\text{V}/\text{m}$ ve výšce 15 m nad vodorovnou rovinou proloženou prahem dráhy.

III. kategorie má ve vzdálenosti 10NM stejnou hodnotu intenzity signálu jako II. kategorie, ovšem zvětšující se na $200\mu\text{V}/\text{m}$ nad vodorovnou rovinou proloženou prahem dráhy ve výšce 6 m. Od tohoto bodu do následujícího bodu 4 m nad osou RWY a 300 m směrem od prahu ke kurzovému vysílači a současně po celé délce dráhy nesmí být intenzita pole menší než $100\mu\text{V}/\text{m}$. [19]

Nastavení kurzové čáry v bodě referenční výšky musí mít následující přesnost: [20]

- LLZ I. kategorie: $\pm 10,5\text{m}$
- LLZ II. kategorie: $\pm 7,5\text{m}$
- LLZ III. kategorie: $\pm 3,5\text{m}$

Nastavení sestupové čáry musí mít přesnost:

- GP I. a II. kategorie: $\pm 0,075^\circ$
- GP III. kategorie: $\pm 0,040^\circ$

3.11.3 Meteo systém

Letiště určené pro provoz LVP musí být vybaveno automatizovaným meteorologickým systémem AWOS, který umožňuje měření dráhové dohlednosti (RVR) ve třech místech dráhy - na začátku dráhy v místě TDZ, ve středu dráhy v místě MID a na konci dráhy v místě END. Systém musí obsahovat záložní zdroj nebo být napojen na bezvýpadkový zdroj energie. Dalším potřebným meteorologickým vybavením je anemometr, který měří v místě prahu dráhy směr a rychlost větru. [14]

3.11.4 Vybavení letiště pro Low visibility take-off a řízený vzlet

Pro LVTO musí být k dispozici a provozuschopná osová světelná řada dráhy a postranní dráhové světelné řady včetně záložního zdroje elektrické energie, dále transmisometry v TDZ, MID a END dráhy a měřiče směru a rychlosti větru u prahu dráhy.

Pro provádění řízeného vzletu musí být k dispozici kromě výše uvedených zařízení pro LVTO také hlavní a záložní souprava lokalizéru, jeho hlavní zdroj napájení a náhradní zdroj. [16]

4 Zavedení LVP na letišti Karlovy Vary

4.1 Provozní úpravy

Po shrnutí aktuálního provozního vybavení na LKKV v první kapitole a vybavení požadovaného pro provoz LVP je zřejmé, že v případě zavedení provozu LVP bude potřeba některé stávající komponenty upravit nebo nahradit, jiné chybějící doplnit.

4.1.1 ILS

4.1.1.1 Zvýšení kategorie

U zařízení ILS bude pro provoz LVP potřeba zvýšit kategorii alespoň na CAT II. Rozhodli jsme se zvýšit kategorii konkrétně právě na CAT II, vzhledem k jednoduchosti řešení, kdy ILS CAT I má s ILS CAT II některé hodnoty stále společné.

Vzhledem k stávajícímu vybavení zařízením ILS 420 od společnosti Thales nemusí jít o příliš složitý proces, jelikož dle provozního manuálu od výrobce zařízení je schopno provozu kategorie I, II i III a je na tento provoz certifikováno. Záleží pouze na dodaném volitelném vybavení, kterým se dá dodatečně vybavit.

Jak je uvedeno v první kapitole, stávající systém I. kategorie je již instalován duální, oba komponenty, jak lokalizér, tak sestupový radiomaják, mají hlavní i záložní soupravu.

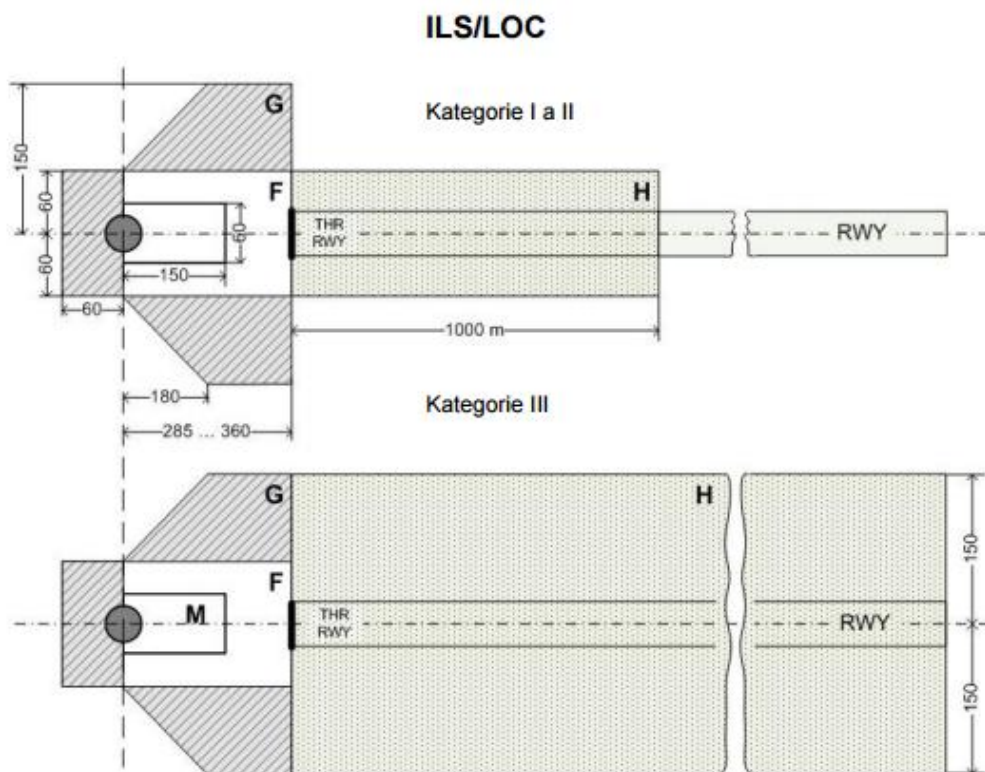
Jediná předepsaná komponenta, která ve stávající konfiguraci chybí, je Far Field Monitor pro lokalizér.

Samotný proces zvýšení kategorie se bude skládat ze softwarových konfigurací stávajícího systému tak, aby bylo dosaženo hodnot přesnosti, požadovaných pro II. kategorii předpisem L-10/I, uvedených v předchozí kapitole. Může také dojít k výměně anténní sestavy za víceprvkovou, pokud to zajistí vyšší požadovanou přesnost systému a pokud nemůže být požadované přesnosti dosaženo se stávající anténou. [11]

4.1.1.2 Ochranné zóny a vyčkávací místa RWY

Ochranné zóny

Jak je vidět z následujícího obrázku, ochranné zóny ILS II. kategorie pro zařízení LLZ dle předpisu L-14 odpovídají ochranným zónám LLZ ILS CAT I. V případě zavedení ILS kategorie III by se ochranné zóny musely odpovídajícím způsobem rozšířit.



Obrázek 9 - Ochranné zóny ILS [18]

Vyčkávací místa

Současná vyčkávací místa jsou umístěna ve vzdálenosti 75 metrů od osy dráhy, což dle tabulky předpisu L-14 odpovídá minimální vzdálenosti pro RWY kategorie 3 nebo 4 pro přístrojové přiblížení. [18]

Vyčkávací místa pro RWY určenou pro přesné přiblížení II. nebo III. kategorie mají podle této tabulky předepsanou minimální vzdálenost od osy dráhy 90 metrů. Tato vzdálenost může být ještě zvýšena z důvodu zabránění rušení signálu LLZ. Nelze ji však zde takto jednoznačně určit. Rušení signálu závisí jednak na konkrétním typu použité antény a jejím uspořádání, a jednak na typech letadel pohybujících se okolo vymezeného citlivého prostoru, díky interferencím odrazů signálu od jejich povrchu, které se zvětšují s velikostí letadla. K těmto určení se využívají počítačové programy pro matematické simulace. [19]

Vzhledem k stávající situaci umístění vzletové a přistávací dráhy a pojezdových drah, kdy osová vzdálenost TWY A, rovnoběžné s osou RWY, od této osy činí 100 metrů, může být využito této vzdálenosti jako maximální vzdálenosti vyčkávacího místa od osy RWY. Vyčkávací místo pak bude umístěno v závislosti na aktuálním stavu pojezdových drah.

4.1.2 Meteo systém

Požadavkem pro provoz LVP, kladeným na vybavení Meteo, je přítomnost systému AWOS s možností měření dráhové dohlednosti v bodech dráhy TDZ, MID a END s bezvýpadkovým zdrojem energie. Stávající systém zahrnuje transmisometry - přístroje pro měření dráhové dohlednosti pouze v bodech TDZ a MID. Bylo by proto nutné umístit jeden transmisometr do bodu END, což by bylo možné v místě vnějšího okraje u prahu dráhy 11. Bezvýpadkový zdroj energie již zařízení obsahuje.

Dalším požadavkem je přítomnost anemometru pro měření rychlosti a směru přízemního větru v místě prahu dráhy. Dráha 11/29 je anemometrem v místě TDZ již vybavena, a to z obou stran.

Vyjma transmisometru - měřiče RVR tedy stávající systém AWOS pro požadavky provozu LVP plně dostačuje a nemusí být mimo instalaci transmisometru již dále doplňován.

4.1.3 Světelné zařízení

Přibližovací, ani dráhová světelná soustava svými stávajícími prvky plně nevyhovuje pro provoz II. a III. kategorie. Bude potřeba ji doplnit o značnou část komponent.

4.1.3.1 Přibližovací světelná soustava

Aktuální konfigurace přibližovací světelné soustavy je navržena pouze pro přiblížení I. kategorie. V porovnání s kategorií II chybí a bude třeba doplnit:

- postranní řady červených návěstidel sahající do 270 m od prahu dráhy
- světelná příčka bílé barvy umístěná 150 m od prahu dráhy

4.1.3.2 Dráhová světelná soustava

U dráhové světelné soustavy chybí tyto prvky:

- prahové vnější světelné polopříčky
- osová světelná dráhová řada
- dotykové postranní řady
- stop-příčka
- pojezdové postranní řady
- osově světelné řady pojezdových drah

V předpisu L-14 je dále uvedeno, že na obratišti, které je určeno pro provoz při RVR menší než 300 m, musejí být zřízena osová návěstidla obratiště. To se ale netýká tohoto případu - obecně proto, že při užívání RWY 29 letadla opouštějí dráhu přes TWY D a E a následně se vracejí backtrackem (tj. zpět po dráze v opačném směru) k TWY B a vzlety z RWY 29 tudíž nemohou být při LVP provozu povoleny (vysvětleno níže). Dále kvůli tomu, že jsme vzali v potaz rozšíření systému ILS pouze na kategorii II., při které je provoz LVP pouze do RVR 300 m.

4.1.3.3 Náhradní zdroj napájení

Letecký předpis L-14 definuje požadavky na náhradní zdroj energie pro přesné přiblížení kategorie II a III tak, že určuje maximální doby přepnutí pro jednotlivá světelná zařízení následujícími hodnotami: [18]

- Vnitřních 300 m přibližovací světelné soustavy (světla osová řady a postranních řad a dvě světelné příčky) : 1 sekunda
- Ostatní části přibližovací světelné soustavy: 15 sekund
- Prahová a koncová světelná příčka : 1 sekunda
- Osová řada dráhy: 1 sekunda
- Postranní dráhové řady: 1 sekunda
- Dotykové postranní řady: 1 sekunda
- Stop - příčka: 1 sekunda
- Pojezdová osová a postranní návěstidla: 15 sekund

Stávající zdroj energie poskytuje přepnutí všem světelným zařízením s přepínacím časem 15 s. Bude proto třeba zajistit takový zdroj a příslušné zapojení, aby bylo docíleno přepínacích časů uvedených výše.

4.1.4 Přehledový radar

Dle předpisu L-14 na letišti s provozem v RVR menší než 550 m musí být nainstalován pojezdový radar pro sledování pohybů na letištní ploše. [18]

V současné době nemá letiště Karlovy Vary žádný přehledový radar sledující pohyby na provozních plochách letiště. Všechna letadla a stroje sleduje řídicí vizuálně z věže, a proto musejí být všechny pohybující se prostředky vybaveny radiomajákem a mají

povinnost informovat o své poloze. V případě zavedení provozu LVP by se teoreticky dal přehledový radar nahradit asistencí Follow Me vozidla, což bylo využíváno na letišti Ostrava - Mošnov v době, kdy provoz LVP byl již operován II. kategorií a přehledový radar nebyl k dispozici (rok 2011). [22]

4.2 Provozní postupy při LVP

V této části budou uvedeny a více popsány provozní postupy pro provoz LVP, které by pravděpodobně letiště Karlovy Vary mělo po zavedení uvedeny ve své letištní příručce AIP. Inspirují se reálnými postupy na jiných letištích s provozem LVP a berou ohled na specifika letiště Karlovy Vary.

4.2.1 Příprava

Příprava provozu LVP bude zahájena, pokud RVR klesne na 1500 m a méně s předpokladem klesající tendence a/nebo pokud CLD base klesne na 300 ft nebo méně s předpokladem klesající tendence. Příprava LVP bude ukončena, pokud RVR i CLD base stoupnou nad určené hodnoty s předpokladem stoupající tendence. [23]

4.2.2 Zahájení

Postupy LVP budou zahájeny, jestliže RVR bude 600 m nebo nižší a/nebo základna oblačnosti 200 ft nebo níže. [23]

4.2.3 Degradace

Přesné přiblížení II. kategorie bude sníženo: [24]

- přechod na přiblížení CAT I v případě výpadku:
 - měření směru a rychlosti větru v TDZ RWY 29
 - měření RVR v TDZ RWY 29
 - úplný výpadek postranních a osových návěstidel RWY 29
 - narušení ochranné zóny
 - výpadek náhradního zdroje energie SZZ
 - výpadek FFM ILS

- přechod na nepřesné přístrojové přiblížení v případě výpadku:
 - výpadek monitorovacího systému
 - celkový výpadek GP ILS
 - výpadek DME

Okamžité informace o degradaci budou předávány posádkám na přiblížení pomocí provozního kmitočtu - frekvence TWR.

Po přeletu 1NM vzdálenosti od prahu budou uváděny pouze informace o úplném výpadku ILS nebo o výpadku osových a postranních dráhových návěstidel.

4.2.4 Vzlety LVTO

Vzlety z dráhy 29 za LVTO podmínek nemohou být povoleny vzhledem k překážce Vítkův vrch. [7] Jako alternativa se nabízí možnost operovat vzlety z RWY 11, je ale nutno brát v potaz případné konflikty letadel na odletu a na příletu.

Provoz LVTO z RWY 11 bude možný v případě, kdy budou v provozu osová a postranní světelná řada dráhy, a to při RVR 600 m a menší. [24]

4.2.5 Pojíždění

Pojíždění na jedné TWY nebude povoleno více letounům současně. Každý letoun bude povinen hlásit svoji polohu před místy křižovatek.

4.2.6 Rozstupy

V případě provozu LVP II. kategorie bude minimální rozstup letadel ve fázi konečného přiblížení 6 NM. [23]

4.2.7 Ukončení

Provoz LVP bude ukončen, pokud RVR v zónách TDZ, MID a END stoupne nad 600 m s vzestupnou tendencí a současně pokud CLD base dosáhne výšky 250 ft s vzestupnou tendencí. [23]

4.3 Doporučené úpravy

V předchozích částech této kapitoly byly uvedeny úpravy provozního vybavení, které jsou pro účely zavedení provozu LVP nezbytné. Následující odstavec zmiňuje další možné úpravy letiště, které nejsou nezbytně nutné, ovšem jejich provedení se dále více či méně výrazně projeví na kvalitě poskytování služeb leteckým subjektům i na kvalitě letištního provozu, a to nejen při podmínkách LVP, ale provozu jako celku. Tyto úpravy samozřejmě mohou být realizovány samostatně a nezávisle na myšlence zavedení provozu LVP. V této práci jsou ale shrnuty pouze jako možná doporučení. S některými zde uvedenými možnostmi kalkuluje již navržená koncepce plánovaného rozvoje, zveřejněná na webových stránkách letiště.

4.3.1 Rozšíření a prodloužení vzletové a přistávací dráhy

Za zamýšlení určitě stojí prodloužení a rozšíření vzletové a přistávací dráhy. Tím bude možné zvýšení kategorie letiště na kategorii 4C popřípadě 4D a zajištěna tak možnost provozu i pro větší letadla než je Airbus A321. U této úpravy se ale kvůli kategorizaci musí brát v potaz i současná únosnost dráhy, kdy bude potřeba úprava povrchu a zvýšení únosnosti.

Vzhledem k terénní překážce Vítkův vrch, ležící za koncem dráhy 11, bude muset být dráha prodloužena pouze ve směru RWY 29. Její rozšíření bude kvůli stávajícímu umístění pojezdových ploch a letištních budov muset být celkově realizováno na severovýchod směrem od terminálu.

S prodloužením a rozšířením dráhy se posune i její osa, tím bude potřeba přemístit radionavigační zařízení, konkrétně především LLZ a GP ILS 29 s DME. [7]

4.3.2 Rozšíření systému pojezdových drah

Ať už s ohledem na případné prodloužení vzletové a přistávací dráhy, či ponechání dráhy ve stávajícím stavu, bude vhodné uvažovat o úpravě stávajícího stavu pojezdových drah. Současná situace umožňuje využívat kompletní pojezdový systém pouze letadlům do maximální hmotnosti 5700 kg, což jsou malé letouny pro sportovní a soukromé účely nebo drobnou obchodní přepravu. Pro užívání většími stroji civilní letecké přepravy je vhodná pouze TWY B, D a E, z čehož D a E je určena pouze jako obratiště pro letadla přistávající na

RWY 29, která se přes ni následně po obratu musejí vracet backtrackem (pojízdním v opačném směru zpět po dráze) až k TWY B, respektive pro letadla vzletající z RWY 11, která musejí na vzlet pojíždět po ploše RWY.

V případě, že se zvýší únosnost a šířka části TWY A mezi TWY B a E, bude ji možno těmito letadly po přistání na RWY 29 nebo pro vzlet z RWY 11 využít v celé délce a TWY D a E budou sloužit již pouze jako vjezdové a výjezdové.

4.3.3 Zvýšení kategorie ILS RWY 29 na CAT III

Tato práce přiblížila problematiku a zvýšení kategorie přibližovacího systému ILS a světelného zabezpečovacího zařízení ze stávající kategorie I na kategorii II, minimální potřebnou kategorií pro zavedení postupů LVP. Dalo by se to brát jako jakýsi pomyslný mezikrok k dalšímu zvýšení kategorie přistávacího systému ILS na CAT III, která poskytne ještě větší přesnost a přinese další možnosti provozování letiště i v horších meteorologických podmínkách. Světelná soustava od zavedení kategorie II pak bude v takovém případě postačovat, neboť obě kategorie ji mají pro provoz LVP shodnou.

5 Statistika o počasí

Na závěr této práce je třeba zhodnotit, zda zavedení provozu LVP má na karlovarském letišti vůbec smysl. Jako poslední část této práce budou tedy uvedeny výsledky statistiky, jak často na letišti v Karlových Varech počasí dosahuje hodnot pro případný provoz za LVP podmínek.

K této statistice byla panem Ing. Ivanem Klujem a Ing. Vladislavem Kubíkem z ŘLP ČR s.p., pracoviště Karlovy Vary poskytnuta archivovaná data meteorologických zpráv METAR za dva roky, konkrétně od 22.11.2011 do 22.11.2013. Surová data byla výstupem z archivu programu AviMet, z původní podoby byla převedena do textového dokumentu MS Word. Následně byla exportována do programu MS Excel, kde bylo nutné je protřídit a vyrovnat do příslušných sloupců typu jednotlivých sdělení zpráv (hodnoty VIS, RVR apod.)

K vytvoření statistiky byly potřebné pouze informace RVR (dráhová dohlednost) a CLD base (základna oblačnosti).

Vzhledem k tomu, že jednou z podmínek pro LVP provoz je RVR 600 m a méně, bylo potřeba vybrat takové záznamy, které tuto podmínku splňovaly. Informace o RVR v METAR zprávě má tvar například: *R29/0100*

kde *R29* značí číslo dráhy a číslo za lomítkem značí hodnotu RVR, zde konkrétně RVR 100m. Další znaky, které se v záznamu mohou objevit, jsou písmena D, U, N, V a P. Písmeno D = downward tendency (sestupná tendence), U = upward tendency (vzestupná tendence), N = no distinct tendency (neočekává se změna), V = variable (kolísající mezi) a P = preceding higher (větší než).

Například záznam "*R29/0550V2000P*" znamená, že RVR nám kolísá mezi 550 a více než 2000 metry. Takovouto zprávu je možno do našich statistik zahrnout, jelikož alespoň na části RWY je hodnota RVR nižší než 600 metrů a tím splňuje podmínku.

Jednoduchý záznam *R29/0600*, případně *0600N*, znamená RVR na ustálené hodnotě 600 metrů, která podmínku LVP stále ještě splňuje.

Dále můžeme mít například záznam *R29/0600V2000P*. Zde kolísá RVR mezi 600 a více než 2000 metry. Taková zpráva ovšem do statistiky nebyla zahrnuta, neboť 600 je hraniční hodnota a v tomto případě RVR kolísá mezi ní a vyšší hodnotou. V reálném provozu není v těchto případech zavedení LVP praktické.

Hraniční zprávy, které ještě bylo možno pro statistiku použít, byly zprávy *R29/0550VP2000*, *R29/0600* a *R29/0600N*.

Druhou z podmínek LVP je základna oblačnosti ve výšce 200 ft a méně.

Základnou oblačnosti se rozumí výška nejnižší vrstvy významné oblačnosti. Významná oblačnost v METAR zprávě je záznam BKN (*broken*, 5-7 osmin) - oblačno, OVC (*overcast*, 8 osmin) - zataženo, případně pokud nelze rozeznat oblohu (např. při výskytu mlhy), uvádí se záznam VV (*vertical visibility*) s příslušným číslem. VV001 tedy znamená "*Svislá dohlednost je minimálně 100 ft.*"

BKN001 značí oblačno ve 100ft apod.

Pro statistiku byly tedy důležité zprávy s hraniční hodnotou 200 ft, což byla všechna hlášení obsahující BKN001, BKN002, OVC001, OVC002 nebo hlášení VV vyskytující se jako VV001-VV005.

5.1 Splnění podmínky LVP

Za 731 dní od 22.11.2011 do 22.1.2013 bylo vydáno celkem 29 187 METAR zpráv.

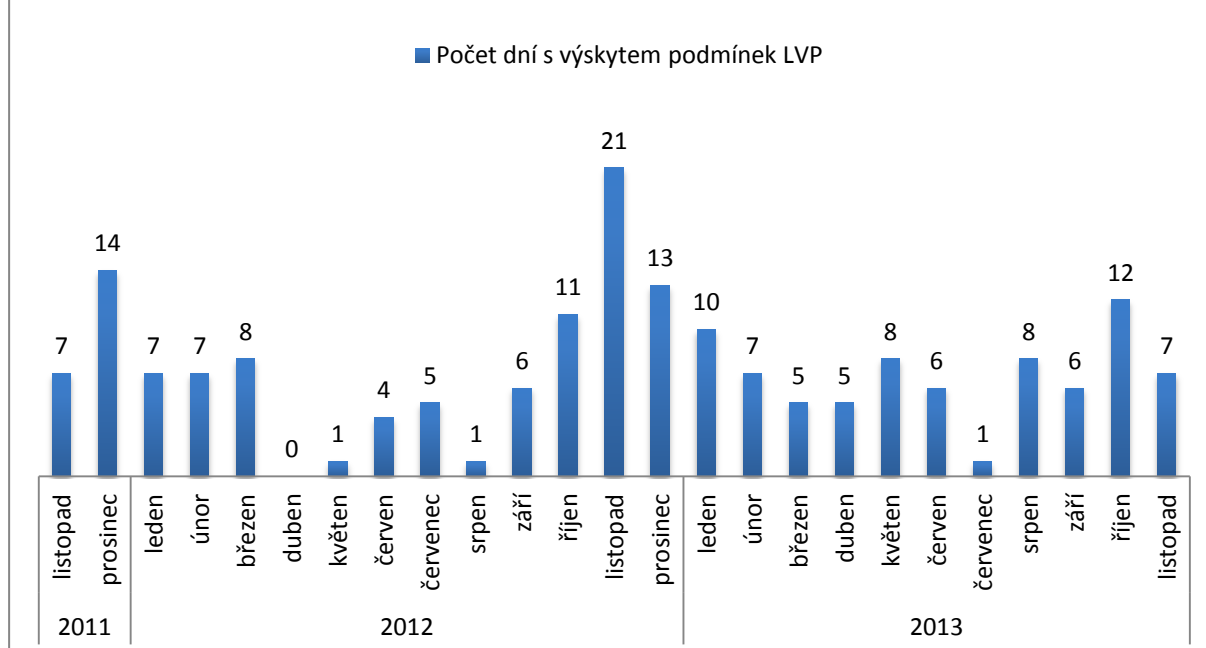
Po odfiltrování těch, které nesplňovaly podmínku RVR (ať už i s podmínkou CLD base nebo bez ní), zbylo 451 zpráv.

Po odfiltrování těch, které nesplňovaly podmínku CLD base (nezávisle na RVR), zbylo 1255 zpráv. Celkový počet zpráv splňující alespoň podmínku RVR, alespoň podmínku CLD base nebo obě podmínky byl 1352 záznamů.

Z celkového počtu 29 187 se jedná o 4,63%, což se zdá jako malé, téměř zanedbatelné množství. Rozdělení na jednotlivé dny podle data výskytu ovšem ukázalo, že celkový počet dní, kdy se alespoň v jednom hlášení meteorologické podmínky zhoršily natolik, že by musel být vyhlášen provoz LVP, byl za celé měřené období **180**, což je z měřených 731 dní **24,62%**. Za rok 2012 bylo takových dní 84, což je téměř čtvrtina roku.

Z následujícího grafu vidíme, že takovéto dny se vyskytovaly téměř každý měsíc, je zřejmé, že jejich největší výskyt byl v podzimních a zimních měsících. V listopadu 2012 to bylo celkem 21 dní, což je bezmála celý měsíc. Z celých 24 měsíců se pouze v jednom z nich (duben 2012) nevyskytl ani jeden takový den. Květen a srpen 2012 a květen 2013 měly shodně po jednom takovém dni.

Přehled výskytů podmínek pro LVP za období 24 měsíců



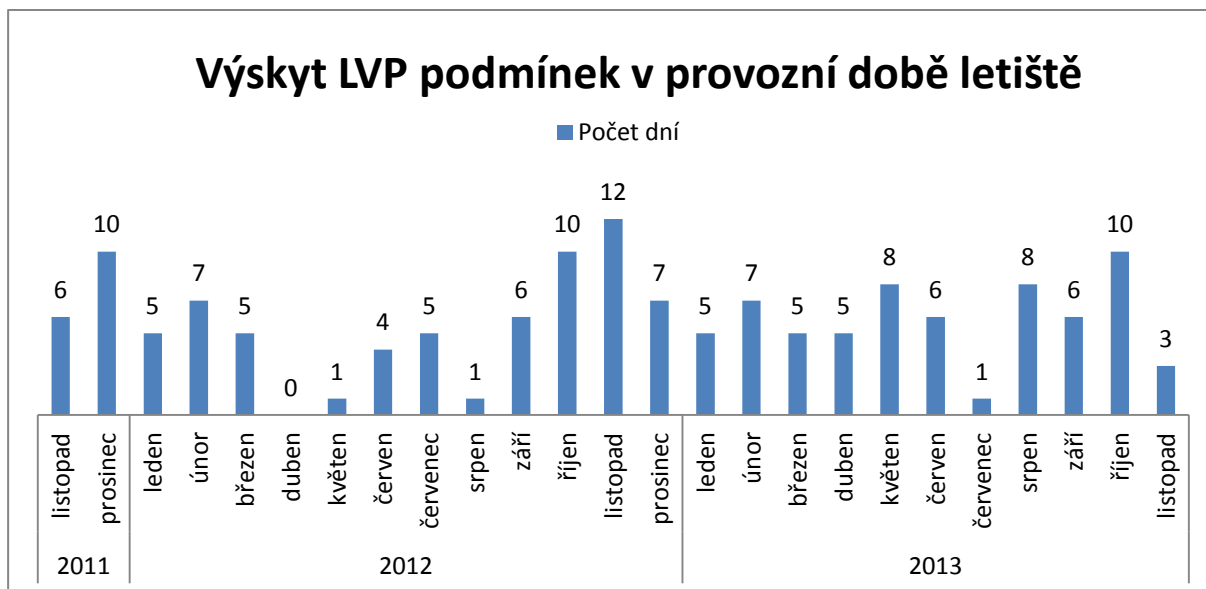
5.2 Zohlednění doby provozu letiště

Statistika zahrnovala podíl zpráv obsahujících podmínky LVP v celém období každý den po 24 hodin. Dalo by se domnívat, že tyto podmínky se v dané lokalitě mohou vyskytovat pouze v brzkých ranních, pozdně večerních nebo nočních hodinách a vzhledem k provozní době letiště mezi 7. a 15. hodinou UTC v zimním období (SEČ) a mezi 6. a 17. hodinou UTC v letním období (SELČ) je není nutno brát v potaz. To mne vedlo k ověření, zda se opravdu dané zprávy vyskytovaly pouze v časech, kdy letiště není v provozu. Postupovala jsem dále dalšími filtry těchto dat splňujících již podmínky LVP obecně, a to omezením doby vydání METAR zprávy. Filtrem jsem si oddělila nejprve zprávy všechna zimní období (SELČ začíná poslední neděli v březnu a končí poslední neděli v říjnu, bylo proto nutno v kalendáři dohledat, které daty to byly v roce 2012 a 2013) a poté použít filtrování na časy vydání zpráv mezi 7. a 15. hodinou. Výsledné zprávy jsem si zkopírovala bokem a stejný postup jsem udělala i s letními, které byly omezeny mezi 6. a 17. hodinou. Výsledek byl opět poměrně překvapivý.

Po odfiltrování hodin, ve kterých není letiště v provozu, zůstalo 491 zpráv za zimní období a 417 zpráv za letní období. Následným sloučením těchto záznamů a pomocí kontingenční tabulky jsem zjistila daty jednotlivých dní a jejich počet.

Podmínky pro provoz LVP během provozních časů letiště se vyskytly za dané dva roky ve 143 dnech, což je 19,56 procent.

Následující graf opět ukazuje, jaká byla četnost tohoto výskytu v jednotlivých měsících a opět je jasně patrné, že nejhorší situace byla v podzimních měsících.



Těmito statistikami se poměrně jednoduchým způsobem podařilo ukázat, že uvažování o zavedení provozu LVP na letišti v Karlových Varech není až tak zcestná myšlenka, a že by mělo opodstatnění.

6 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo aplikovat postupy pro provoz za nízkých dohledností na letišti Karlovy Vary a také dokázat, že tato myšlenka má své opodstatnění.

V první části práce byly popsány informace o letišti Karlovy Vary, historie, aktuální stav a provoz a také bylo shrnuto provozní vybavení týkající se této tematiky.

Druhá část se věnovala provozu za nízké dohlednosti, jeho definicím, příčinám a shrnutí tohoto provozu od vyhlášení po ukončení. Také bylo vyjmenováno a charakterizováno pro něj předepsané provozní vybavení.

Ve třetí části byly tyto standardy aplikovány přímo na letišti Karlovy Vary. Došlo k porovnání stávajícího letištního vybavení s požadovaným a shrnutí toho, které komponenty by bylo v případě zavedení LVP provozu potřeba doplnit či nahradit. Dále byly uvedeny potenciálně vhodné provozní postupy.

Poslední část se věnovala statistice o meteorologických podmínkách, vytvořené z poskytnutých zpráv METAR v rozmezí dvou let. Statistika potvrdila potřebnost zavedení provozu LVP. To platí zvláště v případě, kdy se má letišti dále rozvíjet a snažit se v poskytování služeb udržet krok s jinými mezinárodními letišti, na kterých je toto vybavení a soubor postupů při nízké dohlednosti již standardem. Tento krok zvolilo již v roce 2009 například letišti Ostrava - Mošnov, které je rovněž vybaveno pro přiblížení II. kategorie a umožňuje provoz při LVP podmínkách. Stejně je vybaveno i letišti Frédérica Chopina ve Varšavě.

V této práci bylo doporučeno zavést provoz LVP pomocí zavedení systému ILS II. Kategorie, případně zvýšení na III. kategorii. Vzhledem k tomu, že systém ILS je v provozu již od 60. let, mohlo by se zdát, že zavedení LVP postupů prostřednictvím něho je již zastaralý způsob. Pravdou ovšem je, že stále neexistuje odpovídající náhrada. Systém MLS se obecně neuchytil, má značné nevýhody v pořizovací ceně a složitosti instalace. Další uvažovanou možností je využití přiblížení pomocí GNSS systému. Tato možnost je ale zatím stále poměrně nová a obecně není dostatek zkušeností s jeho využíváním pro přiblížení. Další jeho nevýhodou je vysoká cena a také absence odpovídajícího vybavení většiny letadel. Systém ILS si proto díky letitým zkušenostem s jeho užíváním a relativně snadné dostupnosti zatím stále drží prvenství v oblíbenosti. V loňském roce se k němu znovu uchýlilo například letišti v Sydney, které pro svou dráhu 34L/16R zajistilo právě zvýšení kategorie z CAT I na CAT II. Stejná úprava proběhla v předchozích letech například i na letišti Jomo Kenyatta v Nairobi.

Zavedení provozu LVP na letišti Karlovy Vary by oproti současnému stavu umožnilo mnohem větší rozsah, ve kterém by letiště mohlo přijímat a odbavovat letadla. Zamyslíme-li se nad jeho aktuální provozní dobou a přihlídneme-li k výsledku zmíněné statistiky, je jasné, že obzvláště v podzimních a zimních měsících je velmi malá možnost letiště využívat. To může samozřejmě odradit zájem případných zákazníků o využívání tohoto letiště. Vzhledem k poklesu a stagnaci počtu odbavených cestujících za poslední roky je zřejmé, že by letišti prospělo oživení, které by mu mohlo přinést nové zákazníky z řad leteckých společností a s nimi zvýšení počtu odbavených cestujících. Přesto ale zavedení provozu LVP není zdaleka jedinou možností, jak provoz na letišti oživit, jedná se zde i o problematiku v širším kontextu, zájem o letiště ovlivňuje také atraktivita lokality, například možnosti nabízené lázeňským městem.

Nabízí se také otázka, zda by si letiště vůbec mohlo takovýto rozvoj dovolit, a zda by se to ekonomicky vyplatilo. Letiště financuje Karlovarský kraj, který již několikrát uvolnil značné množství prostředků pro jeho potřeby a který také stojí za studií rozvoje zveřejněnou na webových stránkách letiště. Posouzení, zda by zavedení provozu LVP bylo výhodné z ekonomického hlediska, je ovšem samostatná a rozsáhlá problematika, zahrnující velké množství aspektů a na kterou není v této práci prostor. Bylo by ale teoreticky možno zpracovat ji jako samostatné téma jiné práce.

Seznam obrázků:

Obrázek 1 - Vývoj počtu odbavených cestujících [5].....	13
Obrázek 2 - VDF (Vlastní foto)	18
Obrázek 3- Anténa LLZ	21
Obrázek 5 - zázemí LLZ.....	22
Obrázek 4 - anténa LLZ.....	22
Obrázek 6 - ILS GP	23
Obrázek 7- zázemí GP a DME	24
Obrázek 8 - Přibližovací a dráhová světelná soustava [18].....	37
Obrázek 9 - Ochranné zóny ILS [18]	42

Seznam tabulek:

Tabulka 1 - Základní informace	10
Tabulka 2 - Přehled vzletových a přistávacích drah [8].....	16
Tabulka 3 - Přehled použitelných délek [8]	16
Tabulka 4 - TWY pro dráhu 11/29	17
Tabulka 5 - TWY pro dráhu 12/30	17
Tabulka 7 - Kategorie ILS (ICAO) [17]	21

Zdroje:

- [1] Letiště Karlovy Vary [online]. 2015 [cit. 2015-08-20]. Dostupné z: <http://www.airport-k-vary.cz/>
- [2] Letiště Karlovy Vary :: Historie letiště [online]. [Http:// www.airport-k-vary.cz/cs/historie-letiste/](http://www.airport-k-vary.cz/cs/historie-letiste/). 2011 [cit. 2015-08-20]. Dostupné z: <http://www.airport-k-vary.cz/cs/historie-letiste/>
- [3] Letiště Karlovy Vary :: Modernizace- plánované etapy [online]. [Http://www.airport-k-vary.cz/cs/modernizace-planovane-etapy/](http://www.airport-k-vary.cz/cs/modernizace-planovane-etapy/) 2011 [cit. 2015-08-20]. Dostupné z: <http://www.airport-k-vary.cz/cs/modernizace-planovane-etapy/>
- [4] <http://www.marianskelazne.cz/doprava-a-mapy/doprava/letiste-sklare> *Mariánské Lázně*[online]. [cit. 2015-08-24]. <http://www.marianskelazne.cz/doprava-a-mapy/doprava/letiste-sklare>
- [5] Letiště Karlovy Vary :: Statistika výkonů [online]. [Http://www.airport-k-vary.cz/cs/statistika-vykonu/](http://www.airport-k-vary.cz/cs/statistika-vykonu/). 2015 [cit. 2015-08-20]. Dostupné z: <http://www.airport-k-vary.cz/cs/statistika-vykonu/>
- [6] Letiště Karlovy Vary :: Letový řád [online]. [Http://www.airport-k-vary.cz/cs/statistika-letovy-rad /](http://www.airport-k-vary.cz/cs/statistika-letovy-rad/). 2015 [cit. 2015-08-20]. Dostupné z: [http://www.airport-k-vary.cz/cs/letovy-rad /](http://www.airport-k-vary.cz/cs/letovy-rad/)
- [7] Letiště Karlovy Vary :: Studie rozvoje [online]. [Http://www.airport-k-vary.cz/cs/studie-rozvoje/](http://www.airport-k-vary.cz/cs/studie-rozvoje/). 2011 [cit. 2015-08-20]. Dostupné z: [http://www.airport-k-vary.cz/cs/studie-rozvoje /](http://www.airport-k-vary.cz/cs/studie-rozvoje/)
- [8] Letiště Karlovy Vary :: Pohybové plochy [online]. [Http://www.airport-k-vary.cz/cs/pohybove-plochy/](http://www.airport-k-vary.cz/cs/pohybove-plochy/). 2012 [cit. 2015-08-20]. Dostupné z: <http://www.airport-k-vary.cz/cs/pohybove-plochy/>
- [9] KORBEL, Martin. *Vliv tvaru Země a atmosféry na činnost leteckých navigačních zařízení*. Brno, 2010. Dostupné také z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=29311. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, fakulta strojního inženýrství.
- [10] *Letecká informační příručka AIP* [online]. [cit. 2015-08-20]. Dostupné z: http://lis.rlp.cz/ais_data/www_main_control/frm_cz_aip.htm
- [11] Informace poskytl Ing. Vladislav Kubík, zaměstnanec ŘLP ČR, a.s. Karlovy Vary 27.11.2013.
- [12] VOLNER, Rudolf. *Flight planning management*. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství ERM, 2007, 630 s., [15] s. barev. obr. příl. ISBN 978-80-7204-496-2.
- [13] *Avimet* [online]. [cit. 2015-08-24]. Dostupné z: <http://www.avimet.cz/fil/1321880942.pdf>
- [14] SOLDÁN, Vladimír. *Letové postupy a provoz letadel*. 1. vyd. Jeneč: Letecká informační služba Řízení letového provozu České republiky, 2007, 214 s. ISBN 978-80-239-8595-5
- [15] *Český hydrometeorologický ústav* [online]. [cit. 2015-08-24]. Dostupné z: http://www.chmi.cz/portal/dt?portal_lang=en
- [16] *EASA AMC and GM to Part-SPA* [online]. [cit. 2015-08-24]. Dostupné z: <http://easa.europa.eu/system/files/dfu/Annex%20to%20ED%20Decision%202012-019-R.pdf>
- [17] *EUR Doc 13: European guidance materials on all weather operations at aerodromes*. 2012. Dostupné také z: <http://www.icao.int/EURNAT/EUR%20and%20NAT%20Documents/EUR%20Documents/013%20->

%20EUR%20Guidance%20Material%20on%20AWO%20at%20Aerodromes/EUR%20Doc%20013%20Guid%20Mat%20on%20AWO%20Edition%204.pdf

[18] *Letecký předpis L-14 Letiště*. 2015. Dostupné také z:
http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-14/data/print/L-14_cely.pdf

[19] *Letecký předpis L-10/I O civilní letecké telekomunikační službě: Svazek I - Radionavigační prostředky*. 2015. Dostupné také z:
http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-10/L-10i/data/print/L-10-i_cely.pdf

[20] OROS, Štefan. *Návrh způsobu řízení přiblížení na RWY 10 letiště Brno-Tuřany*. Brno, 2009. Dostupné také z:
https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=16391. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, fakulta strojního inženýrství

[21] SMETKA, Adam. *Určování dohlednosti na letištích v České Republice*. Brno, 2011. Bakalářská práce. Vysoké učení technické Brno.

[22] *AIP ČR AD-2-LKMT-11* [online]. 2014 [cit. 2015-08-24]. Dostupné z:
http://lis.rlp.cz/ais_data/aip/data/valid/a2-mt-txt2.pdf

[23] ŘÍZENÍ LETOVÉHO PROVOZU ČESKÉ REPUBLIKY. *Postupy za nízké dohlednosti na LKPR: Směrnice číslo: 01/05/DPRO/002*. 2010.

[24] [online]. [cit. 2015-08-24]. Dostupné z: www.balon.cz/download/meteo/LM-08.ppt