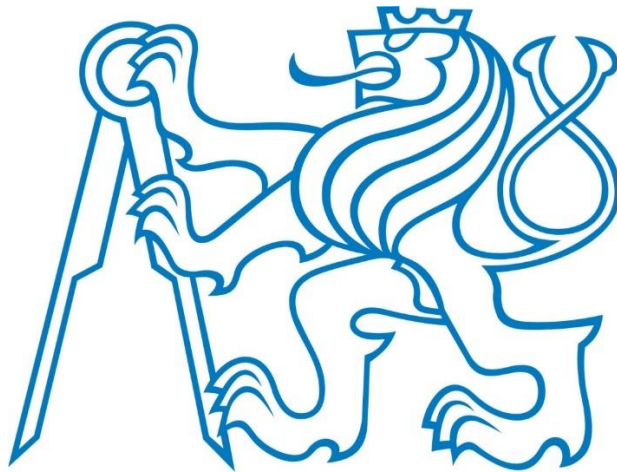


**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

**FAKULTA DOPRAVNÍ**



Diplomová práce

**Návrh nočních hlukových opatření pro LKPR**

Bc. Karolína Kuželová

2022

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

děkan

Konviktská 20, 110 00 Praha 1



**K621.....Ústav letecké dopravy**

## **ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

**Bc. Karolína Kuželová**

Studijní program (obor/specializace) studenta:

**navazující magisterský – PL – Provoz a řízení letecké dopravy**

Název tématu (česky): **Návrh nočních hlukových opatření pro LKPR**

Název tématu (anglicky): Night Noise Abatement Measures Proposal for LKPR

### **Zásady pro vypracování**

Při zpracování diplomové práce se řiďte následujícími pokyny:

- Cílem práce je navrhnout opatření proti hluku v nočních hodinách na Letišti Václava Havla v Praze dle evropských vzorů.
- Problematika nočních hlukových opatření.
- Analýza přístupů významných evropských letišť k nočním opatřením.
- Zhodnocení evropských přístupů ve vztahu ke kapacitě letiště, dopravní obslužnosti, blízkosti zástavby a počtu dotčených obyvatel.
- Návrh nočních hlukových opatření vhodných pro LKPR.
- Zhodnocení přínosu navrhovaných opatření.



- Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího diplomové práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: European Environment Agency - Noise, Data and Maps  
EU Directive 2002/49/EC - Environmental Noise Directive  
Program snižování hluku (akční plán) letiště Praha/Ruzyně

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Petr Líkař**

Datum zadání diplomové práce: **16. července 2021**  
(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 diplomové práce: **30. listopadu 2022**  
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. Jakub Kraus, Ph.D.  
vedoucí Ústavu letecké dopravy



prof. Ing. Ondřej Příbyl, Ph.D.  
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.

Bc. Karolína Kuželová  
jméno a podpis studenta

V Praze dne..... 17. května 2022

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala Ing. Petru Líkařovi za odborné vedení, připomínky a vstřícnost při vedení diplomové práce. Dále chci také poděkovat především svojí mamce za její neochvějnou podporu, rady a trpělivost při psaní diplomové práce i za celou dobu studia. V neposlední řadě také děkuji svému manželovi, otci a bratrovi za jejich trpělivost a rady při psaní diplomové práce.

## **Prohlášení**

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 užívání 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 30. listopadu 2022

---

Karolína Kuželová

# ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

## Fakulta dopravní

Diplomová práce

### **Návrh nočních hlukových opatření pro LKPR**

Bc. Karolína Kuželová

Listopad 2022

#### **Abstrakt**

Cílem této práce je navrhnout opatření proti hluku v nočních hodinách na Letišti Václava Havla v Praze dle evropských vzorů. Dále je cílem práce popsat problematiku nočních hlukových opatření, prozkoumat evropské přístupy k nočním hlukovým opatřením, včetně příslušné legislativy. První část práce popisuje současnou legislativu České republiky a Evropské unie a ICAO. Jsou zde uvedeny nejdůležitější nařízení, zákony, směrnice a Annex ICAO o hluku, způsobu jeho měření, určení nejvyšší přípustné hranice hluku a ochranně zdraví před tímto hlukem. Dále v této části jsou popsány hlukové ukazatele a postupy pro snížení hluku jako jsou například sloty, různé procedury pro vzlety a přistání a poplatková politika. Druhá část práce se věnuje přístupům vybraných evropských letišť k nočním opatřením. Noční opatření jsou popsána detailně u některých letišť a ostatní letiště jsou sumarizována v tabulkách. Další kapitola se zaměřuje na hodnocení přístupů vybraných evropských letišť ve vztahu ke kapacitě letiště, dopravní obslužnosti, blízkosti zástavby a počtu dotčených obyvatel. Je zde řečeno, jak spolu mohou určité noční omezení a například blízkost zástavby souviset. V kapitole pět jsou navržena hluková opatření pro LKPR, která vychází z předešlých kapitol a analýz. Všechna nastíněná hluková opatření jsou navržena tak, aby spolu souvisela a nevylučovala se navzájem. Poslední kapitola se zabývá zhodnocením přínosu navrhovaných hlukových opatření. Práce může sloužit jako pomoc při změně a zlepšení nočních hlukových opatření pro LKPR.

#### **Klíčová slova**

hluk, noc, hlukové opatření, slot, letiště, reverz, letadla, hluková poplatková politika, ochranné hlukové pásmo, blízkost zástavby, počet obyvatel, legislativa

# CZECH TECHNICAL UNIVERSITY IN PRAGUE

## Faculty of Transportation Sciences

Master's thesis

### **Night noise abatement measures proposal for LKPR**

Bc. Karolína Kuželová

November 2022

#### **Abstract**

The aim of this thesis is to propose night noise abatement measures for Václav Havel Airport Prague according to European models. Furthermore, the goal of this thesis is to describe the issue of night noise abatement measures, to examine European approaches to night noise abatement measures, including the relevant legislation. The first part of the thesis describes the current legislation of the Czech Republic, the European Union and ICAO. This thesis contains the most important regulations, laws, directives, the ICAO Annex on noise, the method of noise measurement, determination of the maximum permissible noise limit, and protection of health from this type of noise. Further in this section, noise indicators, noise reduction procedures such as slots, various take-off and landing procedures, fee policies are described. The second part of the thesis is devoted to exploring different approaches of selected European airports take towards night noise abatement measures. Night noise abatement measures are described in detail at some airports and other airports are simply summarized in tables. The next chapter focuses on the evaluation of the approaches that are taken towards night noise abatement measures by the chosen European airports in relation to airport capacity, transport services, the proximity to development and the number of affected residents. The chapter above identifies many aspects, one of which is points out how certain night restrictions and the proximity to development can relate to each other. In chapter five, alternative noise abatement measures are proposed for LKPR based on the previous chapters and analyses. All noise abatement measures outlined are designed to be interrelated and not mutually exclusive. The last chapter deals with the evaluation of the benefit of the proposed noise abatement measures. The thesis can serve as an aid in changing and improving night noise abatement measures for LKPR.

## **Key Words**

Noise, night, noise abatement measures, slot, airport, reverse, planes, noise fee policy, noise protection zone, proximity to development, population, legislation

## Obsah

Seznam obrázků .....	9
Seznam tabulek .....	9
Seznam grafů.....	10
Seznam použitých zkratk.....	11
1 Úvod.....	14
2 Noční hluková opatření .....	15
2.1 Legislativa.....	15
2.1.1 Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. ....	15
2.1.2 Zákon 258/2000 Sb. ....	16
2.1.3 Nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 598/2014 .....	17
2.1.4 Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/49/ES.....	18
2.1.5 ICAO Doc 9829 .....	18
2.1.6 Annex 16 – Svazek I .....	19
2.2 Hlukové ukazatele.....	20
2.3 Sloty .....	20
2.4 Postupy pro snížení hluku při odletu.....	22
2.4.1 NADP 1 .....	22
2.4.2 NADP 2.....	23
2.5 Postup přiblížení ustáleným klesáním – Continuous descent approach .....	24
2.6 Obraceč tahu, motorové zkoušky a pomocné energetické jednotky .....	25
2.7 Poplatková politika – hlukové poplatky.....	25
3 Přístupy významných Evropských letišť k nočním opatřením.....	26
3.1 Hluková poplatková politika .....	27
3.1.1 LKPR.....	27
3.1.2 EDDF .....	28
3.1.3 EFHK .....	30
3.1.4 LEBL.....	30
3.1.5 Analýza hlukových poplatků letišť .....	31



3.2	Ochranné hlukové pásmo a monitorování leteckého hluku .....	32
3.2.1	LKPR.....	33
3.2.2	EDDF .....	35
3.2.3	EFHK .....	36
3.2.4	LEBL.....	38
3.2.5	Analýza ochranného hlukového pásma a monitorování leteckého hluku u letišť .....	39
3.3	Protihluková provozní opatření/omezení .....	40
3.3.1	LKPR.....	40
3.3.2	EDDF .....	41
3.3.3	EFHK .....	46
3.3.4	LEBL.....	47
3.3.5	Analýza protihlukových provozních opatření/omezení letišť .....	49
3.4	Sloty .....	52
3.4.1	LKPR.....	52
3.4.2	EDDF .....	53
3.4.3	EFHK .....	54
3.4.4	LEBL.....	54
3.4.5	Analýza přístupu letišť ke slotům .....	55
4	Zhodnocení evropských přístupů .....	56
4.1	Kapacity letišť .....	56
4.2	Dopravní obslužnost.....	57
4.3	Blízkost zástavby.....	58
4.4	Počet dotčených obyvatel.....	62
5	Návrh nočních hlukových opatření vhodných pro LKPR .....	65
5.1	Hlukové poplatky .....	65
5.2	Změna povolených hlukových kategorií .....	66
5.3	Omezení používání APU.....	66
5.4	Ustálené klesání při sestupu .....	67
5.5	Konfigurace minimálního hluku a odporu .....	67

5.6	Zvýšení úhlu sestupu pro přibližovací proceduru v noci.....	68
5.7	Zvýšení rychlosti sestupu při konečném přiblížení.....	69
5.8	Změny při odletu.....	69
5.9	Další možnosti.....	70
6	Zhodnocení přínosu navrhovaných opatření.....	71
6.1	SWOT analýza navrhovaných opatření/omezení.....	74
6.1.1	Obecná opatření.....	74
6.1.2	Opatření za letu.....	77
6.2	Diskuse výsledků SWOT analýzy.....	83
7	Závěr.....	84
	Použité zdroje.....	86

## Seznam obrázků

Obrázek 1: NADP 1 [12].....	22
Obrázek 2: NADP 2 [12].....	23
Obrázek 3: Srovnání postupu přiblížení ustáleným klesáním s klasickým "schodovitým" postupem přiblížení [13].....	24
Obrázek 4: Ochranné hlukové pásmo LKPR [20].....	33
Obrázek 5: Rozmístění stacionárních měřících stanic [33].....	34
Obrázek 6: EDDF ochranná hluková pásma s měřícími stanicemi [23] .....	36
Obrázek 7: $L_{den}$ 55 dB hlukový prostor (zasažené pásmo) a prognóza pro územní plánování [34].....	37
Obrázek 8: EFHK monitorovací stanice [35].....	38
Obrázek 9: LEBL monitorovací stanice [36] .....	39
Obrázek 10: Směry letu při hlukových pauzách 05:00-06:00 LT [17] .....	43
Obrázek 11: Směry letu při hlukových pauzách 22:00-23:00 LT [17] .....	43
Obrázek 12: EFHK označení blízké zástavby u letiště [63].....	59
Obrázek 13: LEBL označení blízké zástavby u letiště [63] .....	60
Obrázek 14: LFPG označení blízké zástavby u letiště [63] .....	60
Obrázek 15: EYVI označení blízké zástavby u letiště [63].....	61
Obrázek 16: LHBP označení zástavby u letiště [63].....	61
Obrázek 17: LBSF označení zástavby u letiště [63] .....	62

## Seznam tabulek

Tabulka 1: LKPR noční hlukové poplatky [21, 22] .....	28
Tabulka 2: EDDF noční hlukové poplatky [24].....	29
Tabulka 3: Jednotková cena za pohyb [25].....	30
Tabulka 4: Přistávací a letištní poplatky LEBL [19].....	31
Tabulka 5: Příplatky dle hlučnosti letadla [19] .....	31
Tabulka 6: Hluková poplatková politika letišť [19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32] .....	32
Tabulka 7: Ochranné hlukové pásmo a monitorování leteckého hluku letišť [19, 20, 23, 28, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42].....	39
Tabulka 8: Protihluková provozní opatření/omezení letišť při odletu [17, 18, 19, 23, 28, 30, 32, 38, 41, 43, 44] .....	49
Tabulka 9: Protihluková provozní opatření/omezení při přiletu [17, 18, 19, 23, 28, 30, 32, 38, 41, 43, 44] .....	50

Tabulka 10: Protihluková provozní opatření/omezení na ploše [17, 18, 19, 23, 28, 30, 32, 38, 41, 43, 44]	51
Tabulka 11: Protihluková provozní opatření/omezení pro motorové zkoušky [17, 18, 19, 23, 28, 30, 32, 38, 41, 43, 44]	51
Tabulka 12: Protihluková provozní opatření/omezení pro lety [17, 18, 19, 23, 28, 30, 32, 38, 41, 43, 44]	51
Tabulka 13: Protihluková provozní opatření/omezení pro výcvik [17, 18, 19, 23, 28, 30, 32, 38, 41, 43, 44]	52
Tabulka 14: Letové pohyby za 60 minut pro období 25. 10. 2020 - 27. 03. 2021[47]	54
Tabulka 15: Vybrané parametry pro sloty letišť [17, 46, 47, 49, 50, 51]	55
Tabulka 16: Doprávní obslužnost letišť v noci [53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62]	57
Tabulka 17: Vzdálenost letišť od měst [9, 17, 18, 19, 28, 30, 32, 38, 41, 44]	58
Tabulka 18: Počet dotčených obyvatel hladinou hluku 50 dB a více v noci [64, 65, 66]	63
Tabulka 19: LKPR noční hlukové poplatky – návrh [21, 22]	65
Tabulka 20: Rozdělení letadel do hlukových kategorií na LKPR [22, 71]	72
Tabulka 21: Rozdíly výšky letadel nad Horoměřicemi při změně sestupového úhlu	72
Tabulka 22: Rozdíly hladiny intenzity hluku [71]	73
Tabulka 23: SWOT analýza – Hlukové poplatky	75
Tabulka 24: SWOT analýza – Změna povolených hlukových kategorií	76
Tabulka 25: SWOT analýza – Omezení používání APU	77
Tabulka 26: Zhodnocení SWOT analýzy skupiny 1	77
Tabulka 27: SWOT analýza – Ustálené klesání při sestupu	78
Tabulka 28: SWOT analýza – Konfigurace minimálního hluku a odporu	79
Tabulka 29: SWOT analýza – Zvýšení úhlu sestupu pro přiblížovací proceduru	80
Tabulka 30: SWOT analýza – Zvýšení rychlosti sestupu při konečném přiblížení	81
Tabulka 31: SWOT analýza – Změny při odletu	82
Tabulka 32: Zhodnocení SWOT analýzy skupiny 2	82

## Seznam grafů

Graf 1: Měsíční ekvivalentní hladiny akustického tlaku LAeq, za noční dobu v červenci [20]	35
--	----

## Seznam použitých zkratek

2D	Two-dimensional	Dvoudimenzionální
3D	Three-dimensional	Trojdimenzionální
AECFA	The Asociación Española para la Coordinación y Facilitación de Franjas horarias	Španělská asociace pro koordinaci a usnadnění časových úseků
AFTN	Aeronautical Fixed Telecommunication Network	Letecká pevná telekomunikační síť
AGL	Above ground level	Nad úrovní země
AIP	Aeronautical Information Publication	Letecká informační příručka
AMSL	Above mean sea level	Výška nad střední hladinou moře
AP		Akční plány
APU	Auxiliary power unit	Pomocná energetická jednotka
ATC	Air Traffic Control	Řízení letového provozu
CCO	Continuous Climb Operations	Let ustáleným stoupáním
Cd	Unit prices	Jednotková cena
CDA	Continuous descent approach	Postup přiblížení ustáleným klesáním
COVID-19	Coronavirus disease 2019	Koronavirové onemocnění 2019
dB	Decibel	Decibel
DME	Distance measuring equipment	Měřič vzdálenosti
E	East	Východ
EASA	European Aviation Safety Agency	Evropská agentura pro bezpečnost v letectví
EDDF	Frankfurt Main International	Mezinárodní letiště Frankfurt nad Mohanem
EFHK	Helsinki-Vantaa Airport	Mezinárodní letiště Helsinky-Vantaa
EMU		Meteorologické stanice
ENE	East-north-east	Východoseverovýchod
EPNdB	Effective perceived noise in decibels	Efektivní vnímaný hluk v decibelech
ESE	East-south-east	Východojihovýchod
EU	European Union	Evropská unie
EYVI	Vilnius International Airport	Mezinárodní letiště Vilnius
FAF	Final approach fix	Fix konečného přiblížení
FAP	Final approach point	Bod konečného přiblížení
FAR	Federal Aviation Regulation	Federální letecké předpisy

FT	Feet	Stopa
GCR	General aviation clearance request	Žádost o povolení pro všeobecné letectví
GP	Glide path	Sestupový maják ILS, sestupová rovina
GPU	Ground power unit	Pozemní energetická jednotka
H24	Continuous day and night service	Nepřetržitá denní a noční služba
IAF	Initial approach fix	Fix počátečního přiblížení
IATA	International Air Transport Association	Mezinárodní sdružení leteckých dopravců
ICAO	International Civil Aviation Organization	Mezinárodní organizace pro civilní letectví
ID	Identifier	Identifikátor
IFR	Instrument flight rules	Pravidla pro let podle přístrojů
ILS	Instrument landing system	Systém pro přesné přiblížení a přistání
KT	Knots	Uzel
L		Hladina intenzity hluku
$L_{Aeq,T}$	Equivalent Continuous Sound Level	Ekvivalentní hladina akustického tlaku
LBSF	Sofia International Airport	Mezinárodní letiště Sofie
$L_d$	Average of certified take-off noise levels measured at lateral and flyover noise measurement points	Průměr certifikovaných hladin hluku při vzletu naměřených v bodech měření bočního a přeletového hluku
$L_d$		Hlukový ukazatel pro den
$L_{day}$	Day noise indicator	Hlukový ukazatel pro den
$L_{den}$	Day-evening-night noise indicator	Hlukový ukazatel pro den-večer-noc
$L_{dvn}$		Hlukový ukazatel pro den-večer-noc
LEBL	Josep Tarradellas Barcelona–El Prat Airport	Letiště Barcelona-El Prat
$L_{evening}$	Evening noise indicator	Hlukový ukazatel pro večer
LFPG	Paris Charles de Gaulle Airport	Letiště Charlese de Gaulla
LGAV	Athens International Eleftherios Venizelos Airport	Mezinárodní letiště Eleftheria Venizela Atény
LHBP	Budapest Ferenc Liszt International Airport	Mezinárodní letiště Ference Liszta Budapešť
LKPR	Václav Havel Airport Prague	Letiště Václava Havla Praha
$L_n$		Hlukový ukazatel pro noc
$L_{night}$	Night noise indicator	Hlukový ukazatel pro noc
LT	Local time	Lokální čas
$L_v$		Hlukový ukazatel pro večer

LZIB	M. R. Štefánik Airport	Mezinárodní letiště M. R. Štefánika Bratislava
MSL	Mean sea level	Střední hladina moře
MTOW	Maximum takeoff weight	Maximální vzletová hmotnost
N	North	Sever
N1	Rotational speed of the low pressure stage of turbo fan engine in percentage	Rychlost otáčení nízkotlakého stupně dvouproudového motoru v procentech
NADP	Noise Abatement Departure Procedures	Postupy pro snížení hluku při odletu
NE	North-east	Severovýchodní
NM	Nautical miles	Námořní míle
PAPI	Precision approach path indicator	Světelná sestupová soustava pro vizuální přiblížení
RNAV	Area navigation	Prostorová navigace
RNP	Required navigation performance	Požadovaná navigační výkonnost
RWY	Runway	Dráha
S	South	Jih
Sb.		Sbírka zákonů
SCR	Slot clearance request	Žádost o povolení slotu
SE	South-east	Jihovýchod
SHM		Strategické hlukové mapy
SID	Standard instrument departure	Standardní přístrojový odlet
SITA	Société Internationale de Télécommunications Aeronautiques	Organizace pro telekomunikační služby v letectví
SSIM	Standard Schedules Information Manual	Standardní rozvrhová informační příručka
STAR	Standard instrument arrival	Standardní přístrojový přilet
SW	South-west	Jihozápad
SWOT	Strength/Weaknesses/Opportunities/Threats	Silné stránky/Slabé stránky/Příležitosti/Hrozby
Td	Noise threshold at take-off equaling 82 EPNdB	Práh hluku při vzletu rovný 82 EPNdB
ToD	Top of Descent	Vrchol sestupu
TOBT	Target Off Block Time	Cílový čas ukončení pozemního odbavení letadla
V <sub>2</sub>	Takeoff Safety Speed	Bezpečnostní rychlost vzletu
VFR	Visual flight rules	Pravidla pro let za viditelnosti
W	West	Západ

# 1 Úvod

Zvuky jsou přirozenou a důležitou součástí prostředí člověka. Zvuky příliš časté, příliš silné nebo vyskytující se v nevhodnou dobu a situaci označujeme jako hluk [1]. Hluk můžeme definovat jako zvuk, který má obtěžující nebo rušivý charakter (vyvolává nepříjemný nebo rušivý vjem), nebo který má škodlivé účinky. Zvuk a hluk se od sebe odlišují jen podle účinků na člověka. Hluk/zvuk jsou vyjádřeny pomocí decibelů.

Problematika hluku v oblasti letecké dopravy, zejména v nočních hodinách, je stále aktuální téma na většině letišť po celém světě. Hlavně v oblastech s velkými ekonomikami a s hustou zástavbou, kde žije velké množství lidí, je problematika hluku velmi diskutována. A to ze zjevných důvodů. Skoro žádný člověk není ochoten být v noci neustále rušen leteckými motory nebo i jinými zvuky, které vyplývají z letecké dopravy a provozu letišť. V dnešní době se letecká technika, zvláště letecké motory, neustále zdokonalují, a to i z hlediska snižování hlučnosti. Přesto je potřeba nastavovat a zdokonalovat opatření a pravidla proti hluku na letištích.

Tato opatření a pravidla by měla být řešena i s ohledem na jejich ekonomikou stránku a legislativu v oblasti hluku v jednotlivých zemích. Pro správné určení hlukových opatření je potřeba brát ohled i na samotná letiště (blízkost zástavby, množství pohybů, směry RWY a jejich množství atd.), pro které se tato opatření navrhuje. Přístupy letišť k opatřením jsou různá, i když jsou si hodně podobná.

V této diplomové práci budou nejdříve vyhledány informace o legislativě evropské i české, která se hlukem zabývá. V další části se pak bude věnovat problematice hlukových opatření na různých evropských letištích, jejich výčtem a porovnáním.

V praktické části diplomové práce budou získané informace z předešlých kapitol uplatněny při tvorbě návrhů a opatření, jak by se dala hluková opatření na LKPR změnit a zlepšit. Nedílnou součástí bude i zhodnocení navrhovaných změn pomocí SWOT analýzy.

Cílem této práce je navrhnout opatření proti hluku v nočních hodinách na Letišti Václava Havla v Praze dle evropských vzorů.



## 2 Noční hluková opatření

Na začátek je potřeba si ujasnit pojem noční doba. V České republice se rozumí noční dobou čas mezi 22:00 a 06:00 LT (lokální čas). V kapitole níže se je popsána legislativa k hlukovým opatřením, hlukové ukazatele, postupy pro snížení hluku při odletu, sloty, postup přiblížení ustáleným klesáním, obraceč tahu, motorové zkoušky a pomocné energetické jednotky.

### 2.1 Legislativa

Hygienické limity jsou stanoveny pro všechny známé a objektivně stanovitelné faktory, které mohou mít negativní vliv na zdraví člověka. Hygienické limity pro hluk a vibrace jsou v České republice stanoveny v Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., (Sbírka zákonů) O ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací ve znění pozdějších předpisů. [2] Zde je uvedeno, že národní hlukový limit pro noc je 50 dB (decibel).

Dále se hlukové opatření musí řídit zákonem 258/2000 Sb., Zákon o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů. A také samozřejmě zákonem 49/1997 Sb., Zákon o civilním letectví.

V rámci Evropské unie je z pohledu hluku v platnosti Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 598/2014 ze dne 16. dubna 2014 o pravidlech a postupech pro zavedení provozních omezení ke snížení hluku na letištích Unie v rámci vyváženého přístupu, kterým se ruší směrnice 2002/30/ES. Dále je v platnosti z pohledu hluku také Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/49/ES o hodnocení a řízení hluku ve venkovním prostředí.

Letiště se také řídí ICAO (Mezinárodní organizace pro civilní letectví) Doc 9829, Guidance on the Balanced Approach to Aircraft Noise Management.

Dále v rámci AIP (Letecká informační příručka) jsou informace o slotech. V České republice požadované pouze na letišti LKPR.

Hlukem se zabývá také vyhláška 315/2018 Sb. Vyhláška o strategickém hlukovém mapování. Upravuje mezní hodnoty hlukových ukazatelů, jejich výpočet pro hluk vytvářený silniční, železniční a leteckou dopravou a další. Tato vyhláška dále zahrnuje základní požadavky na obsah strategických hlukových map a akčních plánů atd. Nahrazuje vyhlášku 523/2006 Sb. implementací novely Přílohy číslo 2, Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/49/ES – zavádí společnou jednotnou metodiku výpočtu hluku Cnossos\_EU.

#### 2.1.1 Nařízení vlády č. 272/2011 Sb.

Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. O ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací respektuje § 108 odst. 3 zákona č. 258/2000 Sb. (O ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících

zákonů). Nařízení zpracovává příslušné předpisy Evropské unie a upravuje hygienické limity hluku a vibrací v různých prostředích venku i uvnitř. Také upravuje způsob měření a hodnocení hluku a vibrací pro denní a noční dobu.

V nařízení je popsán pojem charakteristický letový den. V části první, v § 2, písmeno m je popsán následovně: „Charakteristickým letovým dnem průměrné provozní podmínky na letišti odvozené pro posouzení dlouhodobé expozice hluku, které se určí jako průměrný 24hodinový počet vzletů a přistání letadel na daném letišti, vypočtený z celkového počtu vzletů a přistání všech letadel na daném letišti od 1. května do 31. října kalendářního roku; přitom se oddělí počet pohybů pro dobu denní a dobu noční [3]“

V části třetí s názvem Hluk v chráněných vnitřních prostorech staveb, v chráněných venkovních prostorech staveb a chráněném venkovním prostoru je dáno v § 11 (Hygienické limity hluku v chráněných vnitřních prostorech staveb), odstavec 1: „Pro hluk z dopravy na pozemních komunikacích a dráhách a pro hluk z leteckého provozu se ekvivalentní hladina akustického tlaku  $A_{L_{Aeq,T}}$  stanoví pro celou denní ( $L_{Aeq,16h}$ ) a celou noční dobu ( $L_{Aeq,8h}$ ). V případě hluku z leteckého provozu se hygienický limit v chráněných vnitřních prostorech staveb vztahuje na charakteristický letový den. [3] “. Také v části třetí, v § 12 (Hygienické limity hluku v chráněných venkovních prostorech staveb a v chráněném venkovním prostoru) odstavec 1 je řečeno „Pro hluk z dopravy na pozemních komunikacích a dráhách a pro hluk z leteckého provozu se ekvivalentní hladina akustického tlaku  $A_{L_{Aeq,T}}$  stanoví pro celou denní ( $L_{Aeq,16h}$ ) a celou noční dobu ( $L_{Aeq,8h}$ ). [3] “. A v odstavci 8, § 12: „Hygienický limit ekvivalentní hladiny akustického tlaku  $A$  z leteckého provozu se vztahuje na charakteristický letový den a stanoví se pro celou denní dobu ekvivalentní hladinou akustického tlaku  $A_{L_{Aeq,16h}}$  se rovná 60 dB a pro celou noční dobu ekvivalentní hladinou akustického tlaku  $A_{L_{Aeq,8h}}$  se rovná 50 dB. [3] “.

### **2.1.2 Zákon 258/2000 Sb.**

Zákon O ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, zpracovává příslušné předpisy Evropské unie a upravuje v návaznosti na přímo použitelné předpisy Evropské unie.

- 1) Práva a povinnosti fyzických a právnických osob v oblasti ochrany a podpory veřejného zdraví,
- 2) soustavu orgánů ochrany veřejného zdraví, jejich působnost a pravomoc,
- 3) úkoly dalších orgánů veřejné správy v oblastech ochrany a podpory veřejného zdraví a hodnocení a snižování hluku z hlediska dlouhodobého průměrného hlukového zatížení životního prostředí. [4]

Provozovatelé letišť podle Hlavy 2 (Péče o životní a pracovní podmínky), dílu 6 (Ochrana před hlukem, vibracemi a neionizujícím zářením – Hluk a vibrace), § 30, odstavce 1 jsou povinni technickými, organizačními a dalšími opatřeními zajistit, aby hluk nepřekračoval hygienické limity upravené

prováděcím právním předpisem pro chráněný venkovní prostor, chráněné vnitřní prostory staveb a chráněné venkovní prostory staveb. [4]

Podle § 31, odstavce 3 je provozovatel letiště povinen navrhnout vydání opatření obecné povahy podle správního řádu ke zřízení ochranného hlukového pásma. Toto opatření je provozovatel letiště povinen zavést při překročení hygienických limitů hluku z leteckého provozu, když zajišťuje ročně více než 50 tisíc vzletů nebo přistání. Opatření vydává Úřad pro civilní letectví v dohodě s Krajskou hygienickou stanicí. [4]

Provozovatel letiště je povinen podle § 31, odstavec 4 u bytových domů, rodinných domů, staveb pro předškolní a školní výchovu a vzdělávání, staveb pro zdravotní a sociální účely a funkčně obdobných staveb umístěných v ochranném hlukovém pásmu na základě odborného posudku vypracovaného na svůj náklad postupně provést nebo zajistit provedení protihlukových opatření v takovém rozsahu, aby byly alespoň uvnitř staveb hygienické limity hluku dodrženy. [4]

Ministerstvo dopravy podle § 81, Hlava 5 (Státní správa v ochraně a podpoře veřejného zdraví), odstavec 1 předává pro účely pořízení strategických hlukových map Ministerstvu zdravotnictví údaje o dopravě, taktéž tedy i o hlavních letištích, tzn. která mají 50 tisíc vzletů a přistání za rok, s výjimkou vzletů a přistání lehkých letadel pro cvičné účely, včetně letišť ležících na území aglomerací. V § 31, odstavci 2 a 3 má Ministerstvo dopravy podle strategických hlukových map vypracovaných Ministerstvem zdravotnictví pořídit vždy nejdéle do 2 let ode dne předání strategických map akční plány mimo jiné i pro hlavní letiště. Tyto akční plány jsou předkládány Ministerstvu zdravotnictví zvláště pro všechny druhy dopravy. [4]

V § 81c se vymezují povinnosti Krajských úřadů v oblasti hlukových opatření.

Díl 2 (Přestupky), § 92g (Přestupky na úseku ochrany před hlukem, vibracemi a neionizujícím zářením), odstavec 3 říká, že se provozovatel letiště (které zajišťuje ročně více než 50 000 vzletů nebo přistání) dopustí přestupku tím, že v rozporu s § 31, odstavec 3 nenavrhne zřízení ochranného hlukového pásma nebo na základě odborného posudku neplní povinnost podle § 31, odstavec 4. Podle odstavce 8, § 31 lze uložit pokutu do 3 000 000 Kč. [4]

### **2.1.3 Nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 598/2014**

Nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 598/2014 O pravidlech a postupech pro zavedení provozních omezení ke snížení hluku na letištích Unie v rámci vyváženého přístupu, kterým se zrušuje směrnice 2002/30/ES, stanoví postup pro případy, kde byl zjištěn problém s hlukem. Ten se použije pro konzistentní zavádění provozních omezení ke snížení hluku, zohledňujících situaci na jednotlivých letištích, s cílem pomoci zlepšit hlukovou situaci a snížit počet osob významně zasažených případnými škodlivými účinky hluku z letadel, a to v souladu s vyváženým přístupem. [5]

Toto nařízení se vztahuje na letadla využívaná pro civilní letectví. Nevztahuje se na letadla využívaná pro vojenské, celní, policejní či podobné operace. [5]

#### **2.1.4 Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/49/ES**

Podle článku 1 Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/49/ES O hodnocení a řízení hluku ve venkovním prostředí je cílem na základě stanovených priorit definovat společný přístup k vyvarování se prevenci nebo omezení škodlivých či obtěžujících účinků hluku ve venkovním prostředí. [6]

Tato směrnice definuje pojmy a specifikuje jejich použití jako například: hlavní letiště, hlukové indikátory, hluk ve venkovním prostředí, obtěžování hlukem, strategická hluková mapa, mezní hodnota, akční plány atd. Hlavní letiště jsou letiště, která musí podle této směrnice zpracovávat strategické hlukové mapy. Hlavním letištěm se rozumí civilní letiště určené členským státem, které má více než 50 000 vzletů nebo přistání za rok, s výjimkou pouze cvičných účelů, pro které se používají lehká letadla [6].

#### **2.1.5 ICAO Doc 9829**

ICAO se snaží limitovat nebo zmenšovat množství lidí, kteří jsou zasaženi hlukem z letadel. Je to jeden z jejich priorit a klíčových cílů v rámci životního prostředí. ICAO politika, co se týče hluku, je: „Balanced Approach to Aircraft Noise Management“, což v překladu znamená „Vyvážený přístup k řízení hluku letadel“. Tento vyvážený přístup byl přijat ICAO Shromážděním na jejich 33. zasedání v roce 2001 a znovu potvrzen na všech dalších zasedáních. Podrobný návod pro aplikaci Vyváženého přístupu je k dispozici v dokumentu „ICAO Doc 9829 Guidance on the Balance Approach to Aircraft Noise Management“.

Vyvážený přístup spočívá v identifikaci problému hluku na konkrétním letišti a analýze různých opatření, která jsou k dispozici pro snížení hluku, prostřednictvím průzkumu různých opatření, která lze rozdělit do čtyř hlavních prvků [7]:

- 1) Omezení hluku u zdroje [7].
- 2) Územní plánování a řízení [7].
- 3) Protihluková provozní opatření [7].
- 4) Provozní omezení [7].

Cílem je řešení problémů s hlukem na jednotlivých letištích a identifikovat opatření související s hlukem, která dosáhnou maximálního přínosu pro životní prostředí co nejchopárněji pomocí objektivních a měřitelných kritérií. [7]

## 2.1.6 Annex 16 – Svazek I

Annex 16 – Svazek I, nebo jak je také znám v České republice Předpis L16 – Svazek I – Hluk letadel, v sobě obsahuje ověřování hlukové způsobilosti letadel (měření jejich hluku, maximální hladiny hluku atd.), měření hluku pro účely monitorování, hodnocení hluku na letištích, vyvážený přístup k regulaci hluku.

Část I Annex 16 Svazek 1 obsahuje definice. Část II (Aircraft Noise Certification) Annex 16 Svazek 1 obsahuje normy, doporučené postupy a pokyny platné pro klasifikaci letadel. Jednotlivé kapitoly/hlavy (Chapter) vymezují platnosti podle data podání žádosti o osvědčení, podle typu letadla a váhy letadla. Část III (Noise Measurement for monitoring purposes) popisuje doporučení, která byla vyvinuta, aby asistovala státům s měřením hluku pro monitorovací důvody. [8] Následující rozlišení je pro Část II.

Hlava 2 – Podzvuková proudová letadla – pro žádosti o typové osvědčení podané do 6/10/1997 [8]

Hlava 3

- 1) Podzvuková proudová letadla – pro žádosti o typové osvědčení podané po 06/10/1997 včetně a před 1/01/2006 [8].
- 2) Letadla s vrtulovým pohonem – více než 5 700 kg, pro žádosti o typové osvědčení podané po 01/01/1985 včetně a před 17/11/1988 [8].
- 3) Letadla s vrtulovým pohonem – více než 8 618 kg, pro žádosti o typové osvědčení podané po 17/11/1988 včetně a před 01/01/2006 [8].

Hlava 4

- 1) Podzvuková proudová letadla – pro žádosti o typové osvědčení podané po 01/01/2006 [8].
- 2) Letadla s vrtulovým pohonem – více než 8 618 kg, pro žádosti o typové osvědčení podané po 01/01/2006 [8].

Každá hlava má další oddíly:

- 1) Použitelnost – vymezuje pro jaká letadla je daný oddíl platný.
- 2) Měřítka pro vyhodnocení hluku – musí být efektivní vnímaná hladina hluku v EPNdB (efektivní vnímaný hluk v decibelech).
- 3) Body měření hluku – přesně vymezuje body – boční, vzletový a přiblížovací, kde se má hluk měřit.
- 4) Maximální hladina hluku – v této kapitole se určují hladiny hluku v jednotlivých bodech měření podle váhy letadla a počtu motorů.
- 5) Výjimky – určují se podmínky, za jakých je hladina hluku ještě přípustná, je-li překročený limit z bodu 4.
- 6) Testovací postupy – určuje podmínky pro testování motorů v jednotlivých fázích letu.

## 2.2 Hlukové ukazatele

V rámci Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/49/ES jsou stanoveny ukazatele pro hluk. Tyto ukazatele jsou určeny pro vyjádření expozice hluku na člověka v číslech. Používají se také v řadě studií, které určují vztah mezi hlukem a obtěžováním, hodnotí zdravotní rizika a nepříznivé účinky na zdraví člověka. Hluk se stanoví pomocí ekvivalentní hladiny akustického tlaku  $A_{L_{Aeq,T}}$ . Hlavními ukazateli jsou  $L_{dvn}$ ,  $L_d$ ,  $L_v$ ,  $L_n$ . Tyto zkratky jsou vysvětleny výše v seznamu použitých zkratek. [6]

Hlukový ukazatel  $L_{dvn}$  je ukazatel pro den-večer-noc tedy je to ukazatel pro celkové obtěžování hlukem. Je stanoven v decibelech (dB). Anglicky se tento ukazatel označuje  $L_{den}$  tedy day-evening-night.

$$L_{dvn} = 101g \frac{1}{24} \left( 12 * 10^{\frac{L_d}{10}} + 4 * 10^{\frac{L_v+5}{10}} + 8 * 10^{\frac{L_n+10}{10}} \right) \quad (1)$$

V rovnici (1) je ukázán vzorec pro hlukový ukazatel  $L_{dvn}$  ( $L_{den}$ ) [6]. Hlukový ukazatel pro den je  $L_d$ . Tento ukazatel je určen pro obtěžování hlukem během dne. Anglicky se tento ukazatel označuje  $L_{day}$ .

$L_v$  je hlukový ukazatel určený pro večer. V angličtině se tento ukazatel označuje  $L_{evening}$  a určuje obtěžování hlukem během večera.

A v neposlední řadě je zde také hlukový ukazatel pro noc, což je  $L_n$ . Anglicky nazývaný  $L_{night}$ . Tento ukazatel je pro rušení spánku.

## 2.3 Sloty

Letištní slot je oprávnění uskutečnit let na koordinovaném letišti v určitém datu a v určitém čase přiděleném koordinátorem letiště. Letištní sloty jsou blokové časy, nikoli časy přistání nebo vzletu. [9]

Letištní sloty určují způsob, jak snížit hlukové zatížení pro letiště a jeho okolí a usměrnit přílety a odlety letadel na předem určené časy. Je to i způsob, jak pomáhat celkové kapacitě letiště. Letištní sloty jsou také používány v noci především pro to, aby přílety a odlety usměrňovaly na určité hodiny, a tím zamezily nadměrnému hluku z příletů/odletů.

Způsoby využití slotů v noci jsou například:

- 1) Pro určité druhy letadel se vůbec noční sloty nevydávají.
- 2) Omezení celkového počtu nočních slotů pro všechny přílety a odlety.
- 3) Zamezení vydávání slotů v určitý časový úsek v noci, například od půlnoci do čtyř do rána.
- 4) Před nebo po celkovém zamezení (dle bodu 3) omezit množství vydávaných slotů v průběhu noční doby, to znamená například od 22:00 - 00:00 LT a 04:00 - 06:00 LT vydávat jen určité množství slotů.

Sloty pro pravidelnou leteckou dopravu mohou být akceptovány již historicky. Tj., když konkrétní letecké společnosti dostávaly pro stejnou pravidelnou linku sloty v minulosti, dostanou tytéž sloty i nyní, i za předpokladu, že tyto sloty jsou v rámci nočního klidu.

Při nouzových situacích či z provozních bezpečnostních důvodů (nouzového přistání, letů spojených se záchranou lidského života, pátracích a záchranných letů) mohou být zákazy přistání ignorovány, to znamená i sloty a noční sloty porušeny.

Za normálních okolností by měl být slot vyžádán před uskutečněním letu a také potvrzen letištěm. Tato žádost se podává písemně prostřednictvím formátovaných zpráv SCR (žádost o povolení slotu) a GCR (žádost o povolení pro všeobecné letectví). Přičemž zpráva GCR se použije jen tehdy, nelze-li použít zprávu SCR. Toto platí na Letišti Václava Havla v Praze. Pravidla pro sestavení zpráv jsou dána v SSIM IATA manuál (Standard Schedules Information Manual – Standardní rozvrhová informační příručka). [9] IATA je zkratka pro Mezinárodní sdružení leteckých dopravců.

Každé letiště si určí formát letištních slotů, které jsou využívány a taktéž i doručení těchto slotů a komunikace. Co se týče komunikace ohledně letištních slotů – některá letiště stále upřednostňují komunikaci přes systémy SITA (Organizace pro telekomunikační služby v letectví) a AFTN (Letecká pevná telekomunikační síť), avšak čím dál více letišť upřednostňuje komunikaci přes e-maily či jejich online letištní slotové žádosti, což je samozřejmě uživatelsky příjemnější než SITA či AFTN.

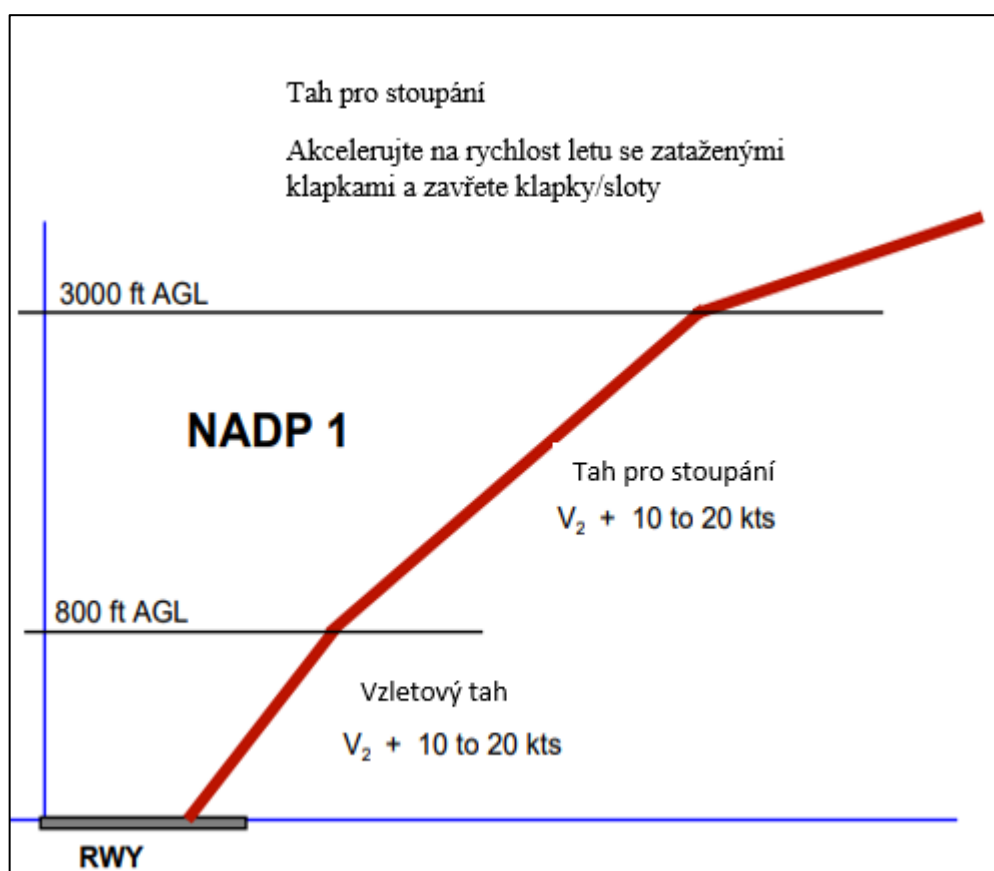
Rozdíl mezi SCR a GCR je ten, že v GCR formátu se používají 4 písmenná ICAO letištní identifikátory (například LKPR), kdežto v SCR se používají 3 písmenná IATA letištní identifikátory (PRG). Stále více letišť se obrací na používání ICAO letištních identifikátorů, protože v IATA letištních identifikátorech má více než 300 letišť stejné identifikátory, což může způsobit zmatek [10]. Také je důležité poslat Slotovou žádost ve správném formátu, jinak by byla tato žádost automaticky zamítnutá. A samozřejmě také je potřeba posílat správné a správně napsané informace o letu, jinak by tento slot byl také zamítnut. Slotová koordinace na letištích ve většině případů funguje v normálních pracovních hodinách rychle. Tato služba je většinou 24/7 (ale nemusí být). V noci se ale nemusí odesílat potvrzení slotů, pokud tyto sloty jsou žádány na delší dobu dopředu. Toto už koordinační středisko řeší v obvyklé pracovní době. Slotová koordinace může buďto schválit nebo neschválit žádané sloty. Pokud vyžádané sloty neschválí, tak jsou tomu, kdo vyžádal sloty odeslány možnosti, které jsou pro letiště a jeho slotovou koordinaci akceptovatelné a dostupné. Tyto sloty poté musí ten, kdo vyžaduje sloty buďto akceptovat nebo neakceptovat. Pokud akceptuje, tak je tento slot letištní koordinací potvrzen a letadlo tedy může přiletět/odletět. Nabízený slot od letiště je výhodnější akceptovat, neboť je dostupný jen po určitou dobu, tedy jakmile je slot potvrzen, má určitou platnost před a po čase příletu či odletu. Pokud se neakceptuje, musí žadatel zkusit vyžádat slot, který potřebuje a proces se znovu opakuje. Taktéž je vhodné žádat sloty s předstihem a ne těsně před letem, aby byl požadovaný slot ještě k dispozici.

## 2.4 Postupy pro snížení hluku při odletu

ICAO ve svém dokumentu ICAO Document 8168 (z roku 2006) popisuje takzvané NADP (Noise Abatement Departure Procedures – Postupy pro snížení hluku při odletu). Tyto NADP používají stupňovitého odletového stoupání pro snížení hluku. Existují NADP 1 a NADP 2. NADP 1 se používá, pokud jsou v blízkosti letiště choulostivé oblasti [11]. A NADP 2 se používá, pokud jsou choulostivé oblasti a oblasti, kde chceme snížit hluk dál od letiště [11]. Tyto procedury se nemusí používat na letištích, pokud nechtějí nebo mají určené vlastní, které jsou výhodnější ve smyslu snížení hluku při odletu z daného letiště. Procedury se používají jak ve dne, tak v noci. Podle výzkumu ICAO bylo zjištěno, že NADP 1 je dvakrát až třikrát tišší na odletu pro obyvatelstvo blízko letiště než NADP 2.

### 2.4.1 NADP 1

NADP 1 procedura zahrnuje snížení výkonu v nebo nad předepsanou minimální výškou a zpoždění zasunutí klapek/slotů (mechanizace křídla), dokud není dosažena předepsaná výška (výškového ekvivalentu 3 000 FT (stopa) AGL (nad úrovní země)). V této předepsané výšce zrychlit a zavřít klapky/sloty, tak jak je naplánováno/stanoven, zatímco je udržován tah pro stoupání a dokončuje se přechod do normální rychlosti stoupání na trati. [12]



Obrázek 1: NADP 1 [12]

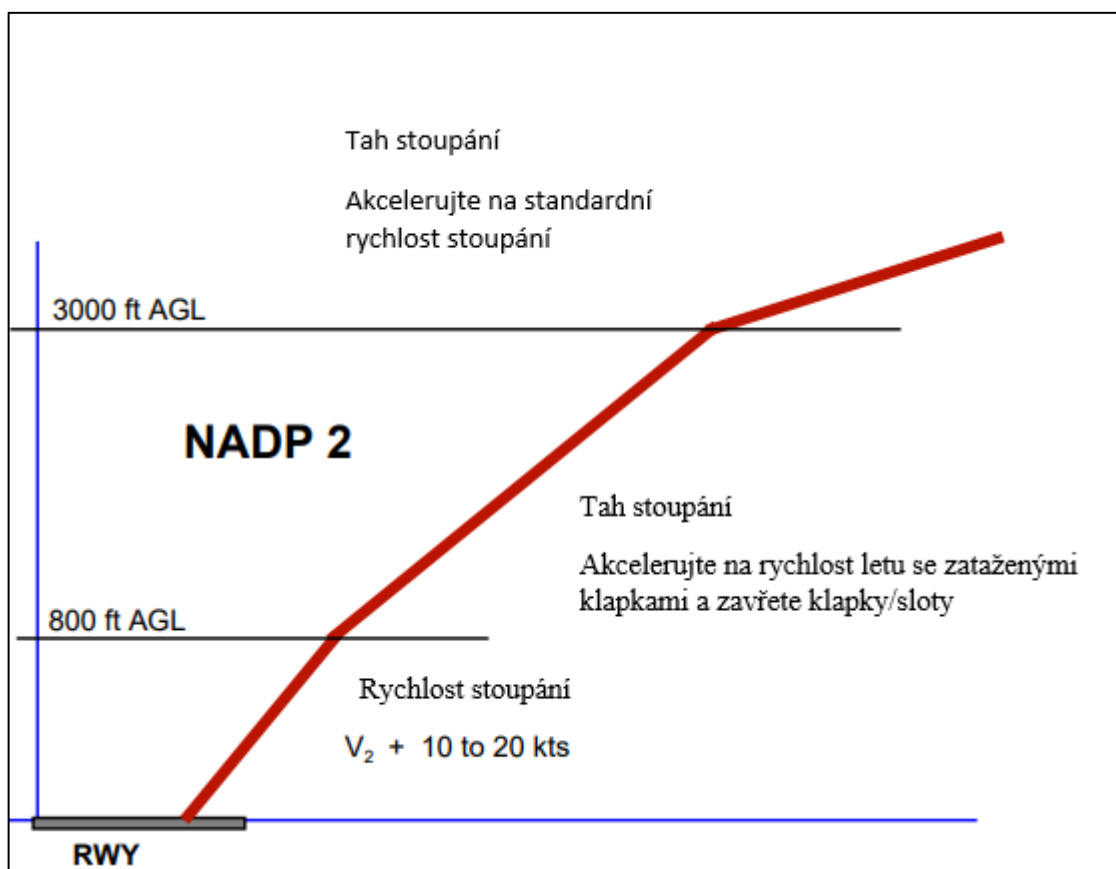


Tento postup/procedura pro snížení hluku nesmí být započatá v méně než 800 FT AGL. [12] Také počáteční rychlost stoupání k bodu, kde započne postup pro snížení hluku nesmí být menší než  $V_2 + 10$  uzlů. [12]  $V_2$  je bezpečnostní rychlost vzletu. Na obrázku 1 je vidět NADP 1 procedura.

## 2.4.2 NADP 2

NADP 2 procedura zahrnuje zavření klapek/slotů (mechanizace křídla), jakmile se dostane letadlo do minimální předepsané výšky (800 FT AGL). Klapky/sloty musí být zavřeny podle plánu, jak bylo stanoveno, zatímco je udržován tah pro stoupání. Zmenšení tahu musí být provedeno se zahájením prvního zatažení klapek/slotů, anebo když je dosaženo nulové konfigurace u klapek/slotů. Dále se musí v předepsané výšce (3 000 FT AGL) dokončit přechod na normální stoupání na trati. [12]

Tento postup/procedura pro snížení hluku nesmí být započatá v méně než 800 FT AGL, počáteční rychlost stoupání k bodu, kde započne postup pro snížení hluku, je  $V_2 + 10$  až 20 uzlů. [12] Na obrázku 2 je procedura NADP 2.



Obrázek 2: NADP 2 [12]

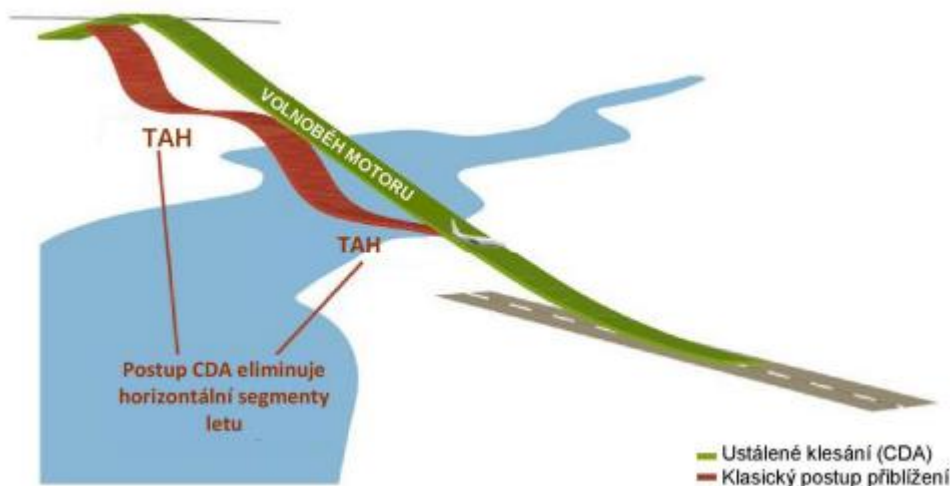
## 2.5 Postup přiblížení ustáleným klesáním – Continuous descent approach

Continuous descent approach - Postup přiblížení ustáleným klesáním (CDA) je postup, při kterém letoun plynule sestupuje z letové hladiny. Cílem tohoto postupu je minimalizace hlukové zátěže v okolí letišť a úspory leteckého paliva. [13]

CDA postup s volnoběžným tahem byl implementován převážně na letiště s malým provozem a taktéž řešení tohoto postupu bylo zaměřeno na tento typ letišť. [13]

CDA je postup přiblížení k letišti využívající techniku ustáleného klesání pod konstantním úhlem. Během přiblížení by mělo být využíváno minimálních otáček motorů. Konfigurace letadla by měla být volena tak, aby mělo letadlo co nejmenší odpor a nejlepší aerodynamické vlastnosti. V ideálním případě by měl být tento postup zahájen z cestovní hladiny letadla nebo maximální možné výšky ToD (Top of Descent – Vrchol sestupu) po co nejdelší dobu fáze přiblížení k letišti určení. CDA by mělo být ukončeno před dosažením fixu/bodu konečného přiblížení (FAF – final approach fix, fix konečného přiblížení /FAP - final approach point, bod konečného přiblížení). Dalším charakteristickým znakem CDA je vyhnutí se horizontálnímu letu během celé fáze přiblížení. Aplikace CDA vede ke snížení spotřeby paliva, snížení vyprodukovaných emisí CO<sub>2</sub> a snížení znečištění okolí hlukem. Zavedení CDA by mělo být umožněno vhodným uspořádáním vzdušného prostoru v blízkosti letiště. V žádném případě nesmí dojít ke snížení provozní bezpečnosti a porušení operačních postupů a instrukcí řídicích letového provozu. [13]

Na obrázku 3 lze vidět srovnání postupu přiblížení ustáleným klesáním s klasickým „schodovitým“ postupem přiblížení.



Obrázek 3: Srovnání postupu přiblížení ustáleným klesáním s klasickým "schodovitým" postupem přiblížení [13]

## 2.6 Obraceč tahu, motorové zkoušky a pomocné energetické jednotky

Jako noční hlukové opatření může být vnímán také zákaz reverzního tahu motorů, či zákaz motorové zkoušky a zákaz používání pomocné energetické jednotky (APU). Všechny tyto zákazy samozřejmě mohou být porušeny z provozních bezpečnostních důvodů.

Například reverzního tahu motorů se může v noci využít většinou jen při volnoběžném režimu, což znamená, že motor běží na minimální otáčky, ale reverz je aktivován – reverzní deflektory pak působí jako aerodynamická brzda a k tomu obracejí zbytkový tah směrem proti pohybu letounu. Reverz při volnoběžném režimu tedy šetří palivo, šetří motory a snižuje hlučnost. [14]

Motorové zkoušky je možno provádět také jen ve volnoběžném režimu, není-li v odůvodněných případech potřeba udělat motorovou zkoušku i v noci. Například, když letadlo odlétá v nočních nebo ranních hodinách, je možnost provést motorovou zkoušku v počátečních hodinách noci nebo před koncem nočních hodin.

## 2.7 Poplatková politika – hlukové poplatky

Na letištích existují různé poplatky jako například: poplatky za použití letiště cestujícími, poplatek PRM, přistávací poplatky, parkovací poplatky a tak dále. Pro tuto práci jsou však důležité především hlukové poplatky. Státy a letiště jsou flexibilní v nastavování těchto hlukových poplatků jak pro den, tak pro noc, a to podle místních podmínek.

Hlukové poplatky by měly být uplatňovány podle následujících zásad:

- 1) Měly by být vybírány pouze na letištích, která mají problémy s hlukem a také by měly být navrženy tak, aby pokryly pouze náklady vynaložené na prevenci nebo zmírnění hluku [15].
- 2) Měly by být spojeny s přistávacím poplatkem, případně jako příplatek a také by měl být brán ohled na ustanovení o certifikaci hladiny hluku letadel v Annexu 16 [15].
- 3) Měly by být mezi uživateli nediskriminační a neměly by být stanoveny na takové úrovni, které jsou neúnosně vysoké pro provoz určitých letadel [15].

### 3 Přístupy významných Evropských letišť k nočním opatřením

Na letištích jsou různé přístupy k omezení nočního hluku. Jedním z nich může být hluková politika letišť. Patří sem provozní opatření (například zamezení přístupu některých letadel na letiště) a poplatková politika (hlukový poplatek).

Všechny členské státy EU (Evropská unie) jsou povinny pořizovat Strategické hlukové mapy (SHM) a také navazující akční plány (AP). SHM se pořizují v pravidelných pětiletých cyklech nebo i dříve, dojde-li k podstatnému vývoji hlukové situace v posuzovaném území [16].

V současné době od roku 2020 jsou také noční protihluková opatření ovlivněna pandemií COVID-19 (Koronavirové onemocnění 2019). Tato pandemie zapříčinila výrazné snížení letecké dopravy jako celku. Všechna popsaná protihluková provozní opatření/omezení v této práci byla v platnosti v době psaní této práce, je tedy možné, že byla v mezidobě vydána i další či některá opatření/omezení byla změněna.

Níže jsou uvedena letiště a jejich základní charakteristiky, u kterých budou popisovány přístupy k omezení hluku podrobně – jako referenční. Tato letiště jsou z různých míst Evropy a mají různou velikost a byly k nim nejlépe dohledatelné údaje. Ostatní letiště, která jsou v práci uvedena jsou pro doplnění informací a k porovnání a analýze.

Plně koordinované letiště s kódovým označením LKPR/PRG je veřejné mezinárodní letiště nacházející se v Praze 6 - Ruzyni. Celý název je Letiště Václava Havla Praha. Tato diplomová práce je zaměřena na návrh nočních hlukových opatření pro LKPR. Proto je potřeba zjistit jaký je současný stav na tomto letišti. Vztažný bod letiště je 50° 06' 03'' severní šířky, 14° 15' 36'' východní délky, nadmořská výška vztažného bodu je 1247 ft (380 m) [9]. Povolený způsob provozu je VFR (Pravidla pro let za viditelnosti) a IFR (Pravidla pro let podle přístrojů) [9]. Provozovatel letiště je Letiště Praha, a.s.. Provozovatel letiště je odpovědný za hluk z leteckého provozu. Provozovatel přistupuje k této problematice v souladu s hlukovou strategií ICAO, která již byla zmíněná výše, tzv. vyvážený přístup k regulaci hluku.

Na LKPR jsou stanoveny mezní hodnoty hlukových ukazatelů  $L_{dvn}$  a  $L_n$  pro leteckou dopravu, a to následovně  $L_{dvn} = 60\text{dB}$  a  $L_n = 50\text{dB}$ . Z hlediska nočních opatření je důležitý ukazatel  $L_n$ , avšak některá opatření, která zde budou popsána, jsou určena i pro použití za dne, takže ne vždy je lze rozdělit.

Plně koordinované letiště s kódovým označením EDDF/FRA je veřejné mezinárodní letiště nacházející se u Frankfurtu nad Mohanem [17]. Toto letiště je největší německé letiště. Celý název letiště je Letiště Frankfurt nad Mohanem (německy Flughafen Frankfurt am Main). Vztažný bod letiště je 50° 01' 59'' severní šířky, 08° 34' 14'' východní délky [17]. Nadmořská výška je 364 ft (111 m) [17]. Povolený způsob provozu je VFR a IFR [17]. Provozovatel letiště je Fraport AG. Jako provozovatel letiště se Fraport snaží zmenšovat hluk aktivními i pasivními opatřeními proti hluku. Deutsche Flugsicherung

(DFS) je firma, která je odpovědná za řízení provozu na letišti EDDF. Letiště má celkem čtyři RWY (RWY 07R/25L, RWY 07C/25C, RWY 07L/25R a RWY 18/36) a zabírá plochu 2 300 hektarů [17]. Tři vzletové a přistávací dráhy jsou paralelní. Severní dráha je vyhrazena pouze pro přistání letadel, jižní a střední paralelní dráhy mohou být použity jak pro vzlet, tak pro přistání. Čtvrtá dráha je orientována sever – jih a může být použita pouze pro vzlety ve směru sever-jih. Letiště je vzdáleno 12 kilometrů od Frankfurtu nad Mohanem. Na EDDF je noční provozní doba určena od 23:00 do 05:00 LT.

Plně koordinované letiště s kódovým označením EFHK/HEL je veřejné mezinárodní letiště nacházející se 20 km severně od centra Helsinek a jen 2 km od centra obce Vantaa [18]. Toto letiště je největší finské letiště. Celý název letiště je Mezinárodní letiště Helsinky-Vantaa (finsky Helsinki-Vantaan lentoasema). Vztažný bod letiště je 60° 19' 02" severní šířky, 24° 57' 48" východní délky [18]. Nadmořská výška je 179 ft (55 m) [18]. Povoleno způsob provozu je VFR a IFR [18]. Provozovatel letiště je společnost Finavia. Letiště má tři vzletové a přistávací dráhy (RWY 04R/22L, RWY04L/22R a RWY 15/33) [18]. Nezisková organizace Airport Coordination Finland ry je odpovědná za slotovou koordinaci na EFHK. Na EFHK je noční provozní doba určena od 23:00 do 06:00 LT.

Letiště s kódovým označením LEBL/BCN je mezinárodní letiště v Barceloně [19]. Od roku 2019 jeho plný název je Barcelona-El Prat Josep Tarradellas Airport (zkráceně Barcelona El Prat). Je to druhé největší španělské letiště. Nachází se 12 km jihozápadně od Barcelony [19], mezi obcemi El Prat de Llobregat, Viladecans a Sant Boi, 3 km od barcelonského přístavu. Letiště má tři dráhy (RWY 07L/25R, RWY 07R/25L, křížová RWY 02/20) [19]. Letiště je pouze pro IFR provoz [19]. Pro letadla s MTOW (maximální vzletová hmotnost) menší než 2 000 kg, jednomotorová turbovrtulová letadla a pro VFR provoz je letiště uzavřeno. Výjimku mají záchranné lety a další speciální lety. Vztažný bod letiště je 41° 17' 49" severní šířky a 02° 04' 42" východní délky [19]. Nadmořská výška je 14 ft (4 m) [19]. Noční provoz je definován od 23:00 do 07:00 LT. Provozovatelem letiště je společnost Aena S.M.E., S.A. Španělská státní společnost, která se zaměřuje na letištní infrastrukturu a heliporty.

### **3.1 Hluková poplatková politika**

V následující kapitole jsou popsány přístupy čtyř letišť k hlukové poplatkové politice. Dále jsou zde analyzovány tyto hlukové poplatky společně s dalšími letišti, která již nejsou detailně popsána.

#### **3.1.1 LKPR**

V poplatkové politice letiště jsou zahrnuty poplatky za nedodržování pravidel pro noční provoz. Tyto poplatky by měly motivovat dopravce k provozování letadel určených LKPR k provozu v noční době. [20] Základem pro výpočet hlukového poplatku je hluková kategorie (na LKPR dohromady 14 kategorií) a MTOW letadla. Hlukový poplatek se aplikuje pouze na letadla o MTOW vyšší než 9 tun, zvláště pro přilet a odlet a poplatek je účtován za každou započatou tunu MTOW letadla [21]. Existují

také výjimky, při kterých jsou lety od poplatků osvobozeny. Pro zařazení letadla do příslušné hlukové kategorie se vypočítají rozdíly odečtením hodnot hlukových hladin uvedených v osvědčení hlukové způsobilosti od limitních hodnot [22]. Letadlo se zařadí do odpovídající hlukové kategorie podle výše kumulativního rozdílu [22].

Noční sazba hlukového poplatku je platná v časovém intervalu od 22:00 do 05:59 LT. Dále pokud se v noční době provede let letadlem spadajícím do kategorie 10 až 13, tak je účtován šestinásobek denní sazby stanoveného hlukového poplatku konkrétní kategorie a také pokud se provede let letadlem, které spadne do kategorie 14 (nejhorší kategorie, tyto letadla na LKPR nemají normálně přístup nebo nemají příslušné certifikace) dle noční doby zaplatí sazbu 540,00 Kč za tunu MTOW.[21]

V níže uvedené tabulce 1 lze vidět noční sazby poplatku za každou započatou tunu MTOW, podle hlukové kategorie letadla, která je určena podle kumulativního rozdílu.

Kumulativní rozdíl (EPNdB)	Hluková kategorie	Poplatek-noční sazba
>=30	1	0,30 Kč
27,5-29,9	2	0,60 Kč
25-27,4	3	0,90 Kč
22,5 - 24,9	4	1,50 Kč
20 - 22,4	5	2,10 Kč
17,5 - 19,9	6	3,00 Kč
15 - 17,4	7	6,00 Kč
12,5 - 14,9	8	16,00 Kč
10 - 12,4	9	32,00 Kč
7,5 - 9,9	10	N/A
5 - 7,4	11	N/A
2,5 - 4,9	12	N/A
0 - 2,4	13	N/A
< 0	14	N/A

Tabulka 1: LKPR noční hlukové poplatky [21, 22]

### 3.1.2 EDDF

V Německu musí být všechny poplatky, které jsou vybírané na letištích, schváleny regionálním úřadem pro civilní letectví. Hlukové poplatky by měly motivovat operátory pro používání méně hlučných letadel na frankfurtském letišti. Hlukové poplatky jsou zahrnuty v rámci přistávacích a vzletových poplatků. V rámci těchto poplatků se od roku 2012 zvýšily výnosy, určené jako hlukové poplatky, o 120 %. Hlukové poplatky, ale také přistávací a vzletové poplatky, jsou kalkulovány pokaždé, když letadlo přiletí nebo odletí a také záleží na MTOW letadla, hlukové kategorii, do které je letadlo zahrnuto, čase přiletu/odletu a také na množství cestujících a nákladu na přistání a odletu. Finanční prostředky jsou pak

použity na systém vzletových a přistávacích drah (včetně navigačních pomůcek) a na hluková měřicí zařízení. [23]

Dále jsou také poplatky na snížení hluku. Tyto poplatky (příplatky) jsou kalkulovány podle počtu odlétávajících cestujících nebo podle započatých 100 kg nákladu na přistání a odletu. Také záleží na hlukové kategorii letadla a času přiletu a odletu. Finanční prostředky jsou použity na procedury na snížení hluku v okolí letiště.

Fraport bral na vědomí hluk z letadel ve svých letištních poplatcích již od devadesátých let. V roce 2001 EDDF bylo první letiště v Německu, které zavedlo letištní poplatky založené na efektivním měření hluku. V roce 2010 tyto hlukové poplatky začaly být ještě více rozvinuté a používání hlučnějších letadel začalo být dražší pro operátory letadel. Komponenty, které jsou v poplatku zahrnuty, se také rozšířily v dalších letech. Poplatky jsou kalkulovány na základě toho, že každému typu letadla je alokován jeden z 16 hlukových kategorií, které jsou v EDDF. Vyšší poplatky jsou účtovány také pro pohyby letadel operovaných při pozdním večeru nebo brzkých ranních hodinách. Slouží tedy jako podpora pro změnu posunu pohybů letadel do denní doby. [23]

		Poplatky letadel za přistání a za vzlet (pohyb) v Eurech				
		Hlukové poplatky za 24 hodin	Příplatky na snížení hluku v noční dobu		Noční hlukové poplatky	
Hluková kategorie letadel			Noční doba 1	Noční doba 2	Noční doba 1	Noční doba 2
76,9	1	89,48	1,13	4,50	58,16	268,44
77,9	2	110,96	1,41	5,63	72,13	332,89
78,9	3	135,74	1,69	6,75	88,23	407,21
79,9	4	148,7	1,88	7,50	96,66	446,10
80,9	5	221,15	3,00	12,00	143,75	663,44
81,9	6	419,91	6,19	24,75	272,94	1 259,74
82,9	7	459,87	6,56	26,25	298,91	1 379,61
83,9	8	630,93	9,38	37,50	410,11	1 892,79
84,9	9	688,06	10,31	41,25	447,24	2 064,17
85,9	10	805,8	12,19	48,75	523,77	2 417,40
86,9	11	869,16	13,13	52,50	564,96	2 607,49
87,9	12	1 442,99	22,50	90,00	973,94	4 328,97
88,9	13	1 794,43	28,13	112,50	1 166,38	5 383,29
89,9	14	2 973,59	46,88	187,50	1 932,84	8 920,78
90,9	15	23 762,67	375,00	1 500,00	15 445,73	70 288,01
91	16	0	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabulka 2: EDDF noční hlukové poplatky [24]

V tabulce 2 vidíme noční hlukové poplatky v EDDF. V odstavci „Hlukové poplatky za 24 hodin“ je vidět poplatek, který je účtován jak ve dne, tak v noci. V dalších sloupcích tabulky jsou již poplatky, které se platí jen v noční době. Příplatky na snížení hluku v noční době jsou používány na procedury pro snížení hluku v okolí letiště.

Noční doba 1 v tabulce 2 znamená dobu 22:00-22:29 LT a 05:00-05:59 LT, čili okrajové části noci. Noční doba 2 v tabulce 2 znamená dobu 23:00-04:59 LT, čili prostředek noci. V nočních hlukových poplatcích pro snížení hluku v okolí letiště jsou také poplatky za pasažéra v letadle při odletu, a to 0,24 euro a za každých 100 kg nákladu, za každý pohyb 0,04 euro.

### 3.1.3 EFHK

Hlukové poplatky jsou na letišti Helsinky Vantaa vybírány za přistání a vzlet v čase mezi 23:00 – 06:00 LT. Poplatky jsou počítány z hladiny hluku při vzletu uvedené v hlukovém osvědčení letadla podle ICAO nebo FAR Část 36. Pro letadla, která nejsou schopna prokázat výše uvedené dokumenty, jsou účtovány poplatky na základě certifikátů podobných typů letadel pro nejvyšší úroveň hluku. Poplatky pro přistání jsou účtovány na základě hladiny hluku při vzletu. [25]

Poplatky menší než 10 euro nejsou vybírány. Maximální výše poplatků za hluk je 3 000 euro. Poplatky za jeden vzlet a přistání jsou vypočteny na základě formule uvedené níže.

$$\text{Poplatek} = Cd * 10^{[(Ld - Td)/8]} \quad (2)$$

Rovnice (2) slouží pro výpočet hlukového poplatku [25].  $Ld$  je průměr certifikovaných hladin hluku při vzletu naměřených v bodech měření bočního a přeletového hluku, jak je uvedeno v ICAO Annex 16.  $Td$  je práh hluku při vzletu rovný 82 EPNdB.  $Cd$  je jednotková cena podle následující tabulky 3.

Čas (LT)	Vzlet	Přistání
23:00-00:29	EUR 2.00	EUR 2.00
00:30-05:29	EUR 10.00	EUR 15.00
05:30-06:00	EUR 2.00	EUR 2.00

Tabulka 3: Jednotková cena za pohyb [25]

Dalšími hlukovými poplatky na letišti Helsinky Vantaa jsou poplatky za motorovou zkoušku. Poplatek je 100 eur za každou započatou hodinu. Tento poplatek je vybrán za každý rezervovaný čas, i když celý čas nebyl použit.

### 3.1.4 LEBL

Poplatky závisí také na MTOW a liší se podle typu a třídy letu a hlukové hladiny letadla. Nejsou určeny speciální noční hlukové poplatky. Avšak jsou určeny příplatky, které se musí zaplatit v noci (od 23:00



do 07:00 LT), ale také přes den, podle toho, do jaké hlukové kategorie letadlo spadá. Mají 4 hlukové kategorie, a to: kategorie 1 jsou letadla, která mají kumulativní rozdíl do 5 EPNdB, kategorie 2 jsou letadla, která mají kumulativní rozdíl mezi 5 a 10 EPNdB, kategorie 3 mají kumulativní rozdíl mezi 10 a 15 EPNdB a kategorie 4 jsou letadla, která mají kumulativní rozdíl více než 15 EPNdB. Čili, čím větší rozdíl, tím méně hlučné letadlo. [26]

V tabulkách 4 a 5 lze vidět přistávací a letištní poplatky podle typu a třídy letu a jaké minimum se musí zaplatit. V druhé tabulce lze vidět příplatek podle hlukové kategorie letadla, jak je popsáno výše. Tento příplatek se musí zaplatit společně s přistávacím poplatkem za mezinárodní lety.

	Přistávací poplatek		Letištní poplatky (servisy)	
	EUR za tunu	Minimum za operaci EUR	EUR za tunu	Minimum za operaci EUR
Mezinárodní lety	7,285036	132,02	3,179525	64,91
Tréninkové a školní lety	5,468565	-	3,525125	-

Tabulka 4: Přistávací a letištní poplatky LEBL [19]

Hluková kategorie	Příplatek	
	07:00-22:59	23:00-06:59
Kategorie1	70%	140%
Kategorie2	20%	40%
Kategorie3	0%	0%
Kategorie4	0%	0%

Tabulka 5: Příplatky dle hlučnosti letadla [19]

### 3.1.5 Analýza hlukových poplatků letišť

Na tabulce 6 lze vidět určité přístupy letišť k hlukovým poplatkům. Některá letiště neřeší noční hlukové poplatky vůbec. V jejich AIP ani na stránkách letiště nejsou k nalezení nebo mají jen příplatky za noční pohyby, které se přidávají k přistávacím poplatkům v procentech. Jiná letiště mají vzorec na hlukový poplatek dle hladiny hluku v Hlukovém certifikátu letadla nebo při vzletu. Většina letišť má při výpočtu hlukového poplatku na paměti MTOW letadla a z nich poté vytváří kategorie spolu s EPNdB. Podle tabulky 6 lze vidět, že každé letiště si určuje hlukovou poplatkovou politiku trochu jinak, avšak princip zůstává stejný. A to, aby provozovatelé přestali používat hlučnější letadla a také, aby se vyhnuli provozování letů v noci. Nejméně hlukových poplatků má LHBP a EYVI, nejvíce pak EFHK.

	LKPR	EDDF	EFHK	LEBL	LFPG	LZIB*	LHBP	LBSF	EYVI*	LGAV
Poplatky za nedodržování pravidel pro noční provoz	x				x					
Kategorie dle MTOW letadla a EPNdB (1)	x	x		x	x	x			x**	
Výpočet dle EPNdB, dráhy a základní sazby (vzorec)							x			
Výpočet dle EPNdB, doby přistání a základní sazby (vzorec)								x		
Příplatky – hlučnější letadla	x									
Časy příletu/odletu		x			x			x		
Letištní poplatky v závislosti na měření hluku		x								
Hladina hluku při vzletu dle certifikátu (vzorec)			x							
Minimální poplatek			x							
Maximální poplatek			x							
Rozdíl v poplatcích pro mezinárodní lety vs. vnitrostátní				x		x				x
Slevy určitým dopravcům						x				
Přistávací poplatky s nočními příplatky (%)			x	x				x		x
Základní: dle MTOW + typ letu + letiště (2)				x						
Základní sazba dle MTOW			x** **					x** *		x
Parkovací poplatky – noční	x		x					x		

Tabulka 6: Hluková poplatková politika letišť [19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32]

Komentáře k jednotlivým hvězdičkám či číslům:

\* jsou obecně, nejsou pouze v nočních hodinách – noc samostatně neřeší,

\*\* výpočet na základě MTOW a dB nemají kategorie,

\*\*\* rozdělení do kategorií,

\*\*\*\* základní sazba + za každou tunu,

(1) rozdíl noční sazba vs. denní sazba,

(2) typ letu: vnitrostátní/mezinárodní.

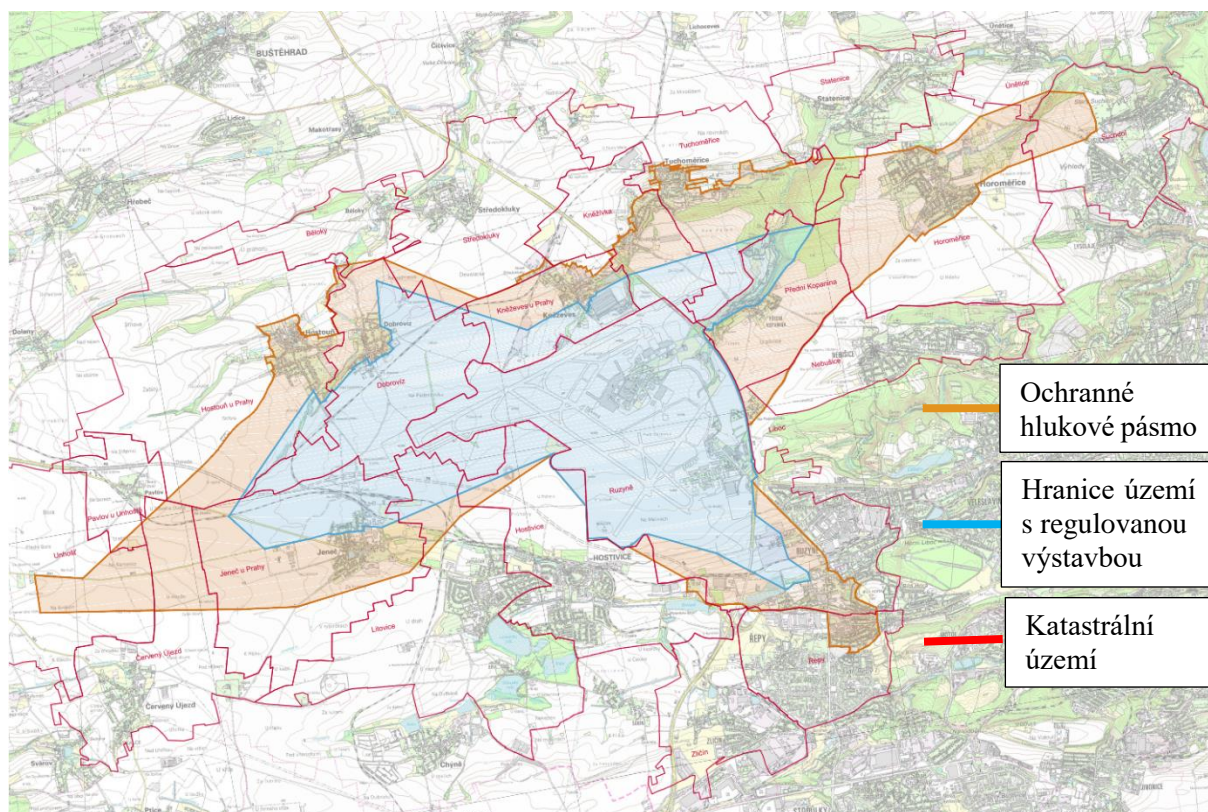
### 3.2 Ochranné hlukové pásmo a monitorování leteckého hluku

V následující kapitole jsou popsány přístupy čtyř letišť k ochrannému hlukovému pásmu a monitorování leteckého hluku. Dále jsou zde analyzována tato pásma a monitorování leteckého hluku společně s dalšími letišti, která již nejsou detailně popsána.

### 3.2.1 LKPR

Ochranné hlukové pásmo je přesně vymezená oblast v okolí LKPR. Bylo zřízeno v souladu se zákonem č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví. V tomto ochranném hlukovém pásmu se předpokládá dlouhodobější překračování hygienických limitů hluku z leteckého provozu ve venkovním chráněném prostoru a venkovním chráněném prostoru staveb [20]. Mimo ochranné hlukové pásmo nesmí být limity překročeny, tyto limity jsou vztaženy k charakteristickému letovému dni (vysvětleno výše) [20]. Alespoň uvnitř staveb je provozovatel letiště povinen zajistit, aby byly hygienické limity dodrženy (hygienický limit hluku z leteckého provozu ve vnitřním prostoru staveb v noční době je 30 dB). V rámci ochranného hlukového pásma proběhla výměna oken a balkonových dveří, aby byly splněny hygienické limity uvnitř staveb.

Na obrázku 4 můžeme vidět z roku 2019 vyznačení ochranného hlukového pásma oranžově, hranice území s regulovanou výstavbou modře a katastrální území červeně.



Obrázek 4: Ochranné hlukové pásmo LKPR [20]

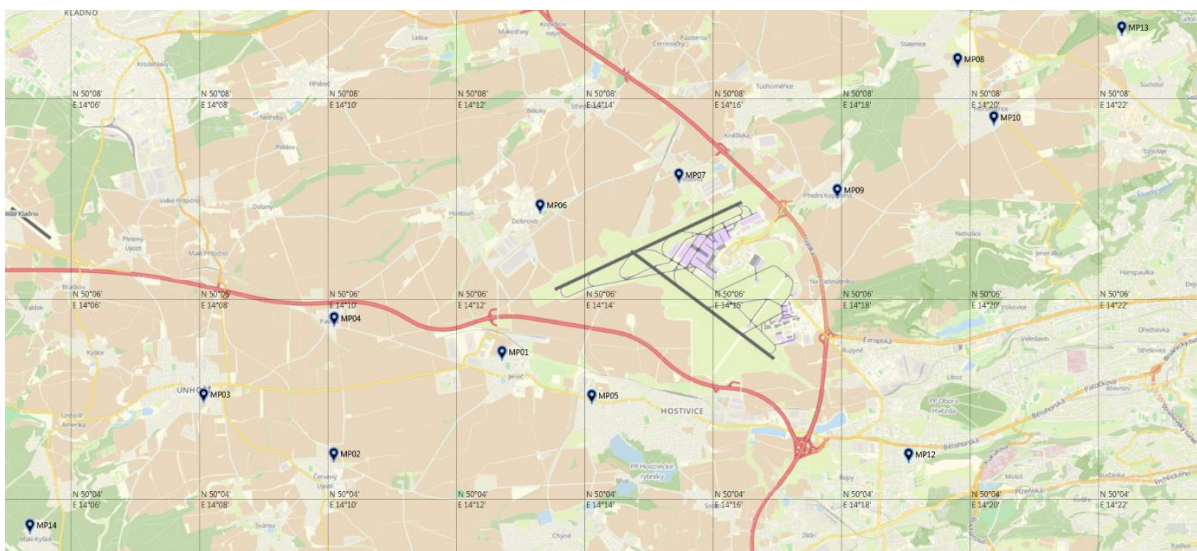
Na LKPR se používá systém monitorování hluku z leteckého provozu a letových tratí TANOS (Topsonic Aircraft Noise Suite) německé společnosti Topsonic. Tento systém je provozován akreditovanou laboratoří a provozovatel letiště – Letiště Praha a.s. má do systému přístup na uživatelské úrovni. [20]

Monitorovací systém zahrnuje:

- 1) 14 stacionárních měřících stanic včetně 14 meteorologických stanic EMU,
- 2) 1 mobilní měřící stanice,
- 3) pracovní terminály operátora Letiště Praha a.s.,
- 4) operační středisko dodavatele,
- 5) hardware a software pro přenos a zpracování dat. [20]

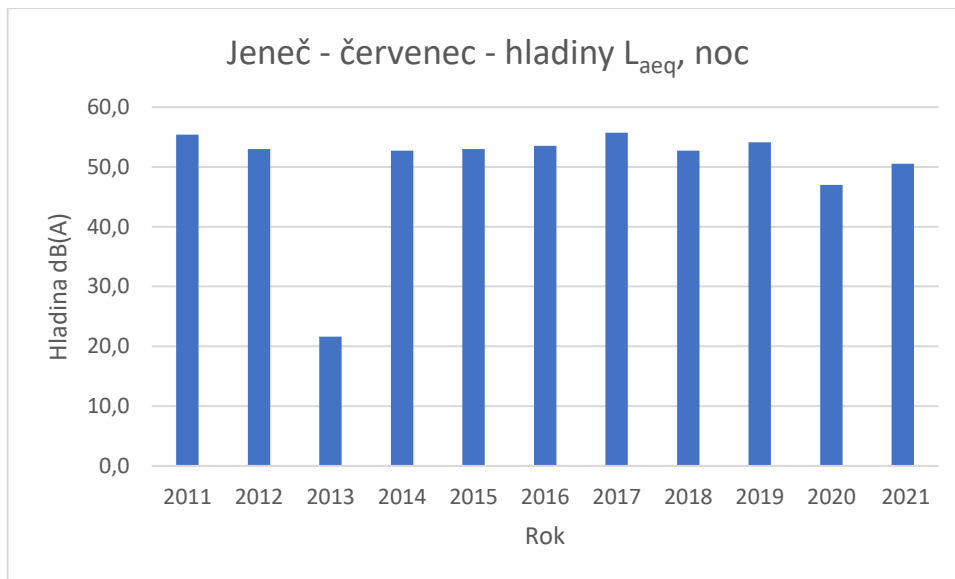
Systém nepřetržitě monitoruje hladinu akustického tlaku, včetně průvodních meteorologických podmínek. Naměřené údaje jsou přeneseny na server, kde dochází ke korelaci hlukových událostí s jednotlivými lety a jejich uložení. Zobrazování trajektorií letu je možné v 2D (dvoudimenzionální) a 3D (trojdimenzionální). [20]

Stacionární měřící stanice jsou rozmístěny následovně. Jeneč, Červený Újezd, Unhošť, Pavlov, Hostivice, Dobrovíz, Kněžves, Horoměřice střed, Přední Kopanina, Horoměřice Jihovýchod, Roztoky, Řepy-Bílá Hora, Suchdol, Malé Kyšice. Rozmístění lze vidět na obrázku 5.



Obrázek 5: Rozmístění stacionárních měřících stanic [33]

Také kromě stacionárních měřících stanic se na LKPR používají jako doplněk mobilní měřící stanice. Měření mobilními stanicemi je zajišťováno dvěma způsoby, buď akreditované měření hluku z leteckého provozu ve venkovním chráněném prostoru/venkovním chráněném prostoru staveb prostřednictvím dodavatelské zkušební laboratoře (přenosná mobilní stanice, měření probíhá operativně tam, kde není stacionární stanice) nebo neakreditované měření hluku z leteckého provozu vlastními zdroji (ruční zvukoměr) ve venkovních i vnitřních chráněných prostorech. [20]



Graf 1: Měsíční ekvivalentní hladiny akustického tlaku  $L_{Aeq}$ , za noční dobu v červenci [20]

Na grafu 1 je vidět měsíční ekvivalentní hladina akustického tlaku v noční době v červenci, za období deseti let (od roku 2011 do roku 2021) na měřící stanici v Jenči. Výkyv v roce 2013 byl způsoben generální opravou hlavní RWY. V době opravy byla stanovena přísnější pravidla pro noční provoz – například od půlnoci do páté hodiny ranní byl organizován provoz jen na Kladno a od Kladna (RWY 30/12). Tím, že se nelétalo přes Jeneč (RWY 06/24), je vidět, že ekvivalentní hladina akustického tlaku byla v noci snížena podstatným způsobem. V dalších letech je vidět, že tato hladina zůstávala na stejné úrovni jako před generální opravou. V letech 2020 a 2021 je vidět mírné snížení ekvivalentní hladiny akustického tlaku v noci vzhledem k propuknutí pandemie COVID-19 a snížení objemu letů, jak v noci, tak přes den. V roce 2021 se tato hladina zase zvýšila, protože se také množství letů oproti roku 2020 zvýšilo.

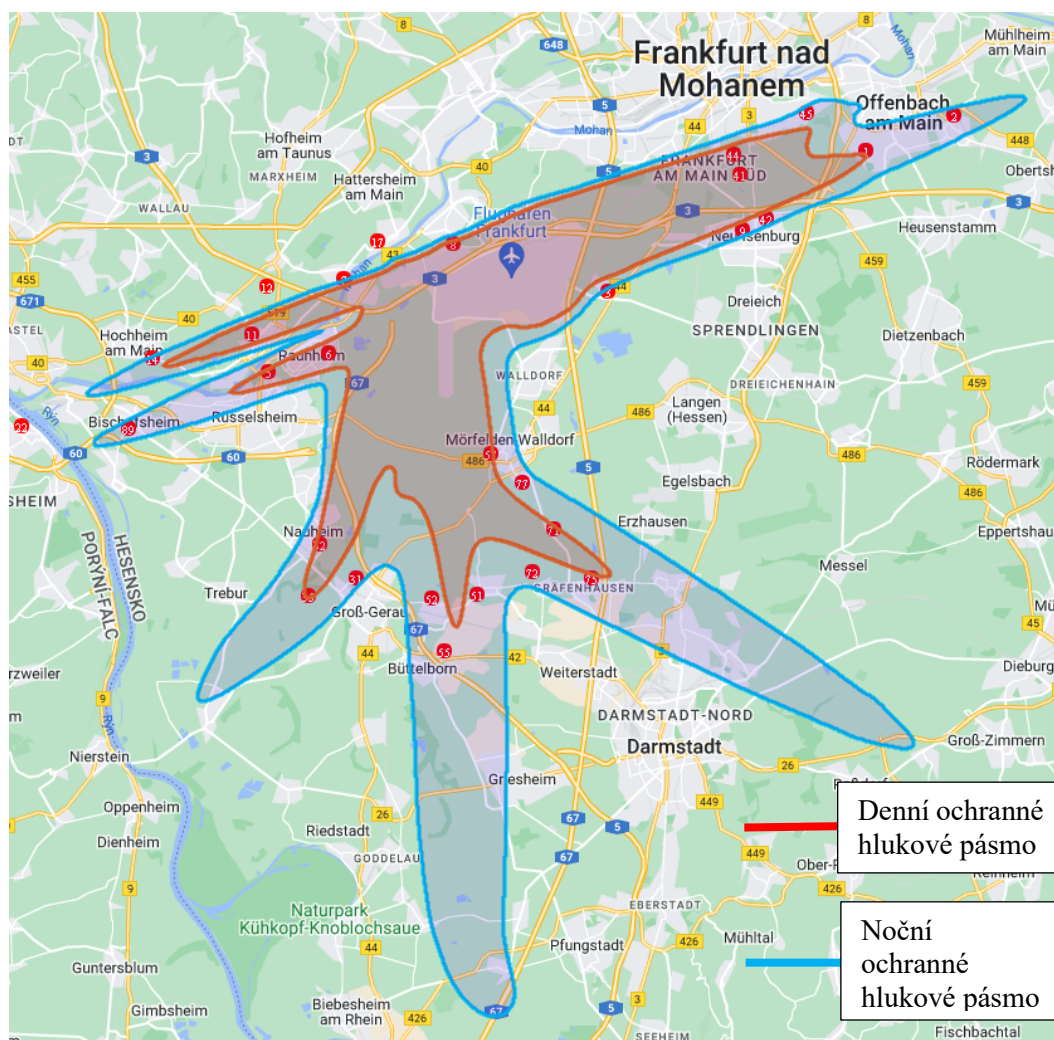
### 3.2.2 EDDF

Na letišti EDDF mají denní i noční ochranná hluková pásma. Dohromady mají dvě denní ochranné pásma a jedno noční ochranné hlukové pásmo. A další pásmo, které je hrazeno/pokryto z regionálního fondu. Noční ochranné hlukové pásmo má hygienický limit hluku z leteckého provozu ve vnějších prostorech  $L_{Aeq\text{ noc}} = 50$  dB. Toto ochranné hlukové pásmo má zajistit hlavně snížení hluku ve vnitřních prostorech staveb podle limitů, které jsou uvedeny v místních zákonech. [23]

EDDF má 29 stacionárních měřících stanic a 3 mobilní měřící kontejnery v okolí všech čtyř vzletových a přistávacích drah [23]. Monitorování je zajištěno pomocí systému Fraport Noise Monitoring (Fra.NoM). Tento systém ukazuje aktuální hodnoty hluku, které jsou měřeny na stacionárních měřících stanicích a také aktuální vzlety a přistání na letišti. Pro identifikaci hluku z letadel je potřeba několik

dnů, protože měřicí stanice měří veškerý hluk v okolí. Na EDDF se měří hluk z leteckého provozu již od roku 1964.

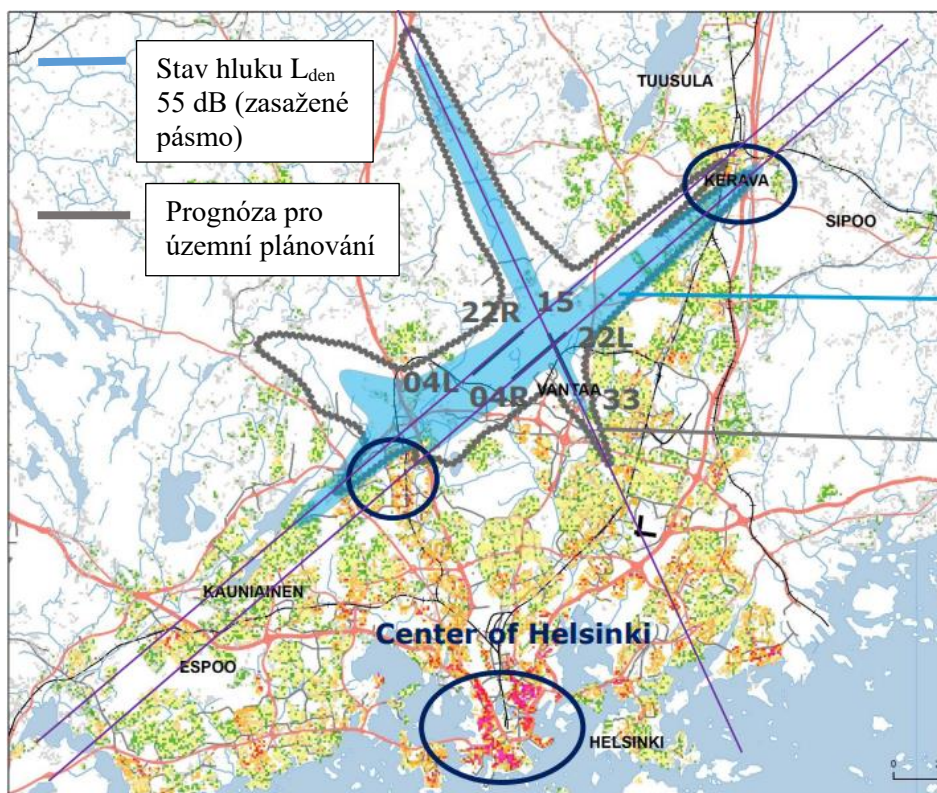
Na obrázku 6 je možné vidět noční ochranné hlukové pásmo (modré) a jedno denní ochranné hlukové pásmo (červené) EDDF společně s měřicími stanicemi na hluk.



Obrázek 6: EDDF ochranná hluková pásma s měřicími stanicemi [23]

### 3.2.3 EFHK

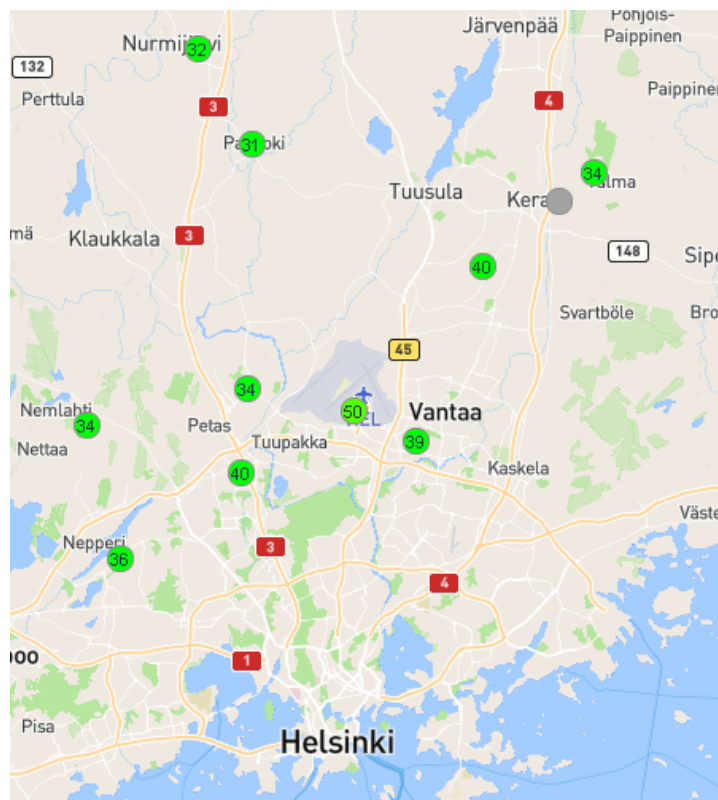
Na EFHK se z dostupných materiálů nepodařilo zjistit existenci ochranného hlukového pásma. Na obrázku 7 je vidět stav hluku  $L_{den}$  55 dB (za celých 24 hodin, kde bylo dosaženo 55 dB, což je standardní hladina hluku uplatňována při územním plánování a podávání zpráv), což je zasažené pásmo v roce 2018 (modré) a prognóza pro územní plánování (šedivé).



Obrázek 7:  $L_{den}$  55 dB hlukový prostor (zasazené pásmo) a prognóza pro územní plánování [34]

Na letišti EFHK je na monitorování hluku z leteckého provozu a letových tratí používána aplikace WebTrak, která poskytuje detailní informace o lokaci letadla, výšce, typu, a to přibližně až do vzdálenosti 70 km od letiště v Helsinkách. WebTrak byl vyroben společností Briel & Kjaer a tento servis používá data z Finavia (letištního provozovatele) Airport Noise and Operations Monitoring System.[35]

EFHK má 11 monitorovacích stanic. Jsou rozmístěny všude v okolí letiště. Nazývají se: Talma 2022, Kerava, Korso, Maaniittu, Palojoki, Tikurila, Koekayttopaikka, Kivisto, Martinlaakso, Kalajarvi, Laaksolahti.[35] Na obrázku 8 zelené a šedivé kroužky zobrazují monitorovací stanice. Čísla v zelených stanicích ukazují momentální hladinu hluku v době pořízení obrázku.



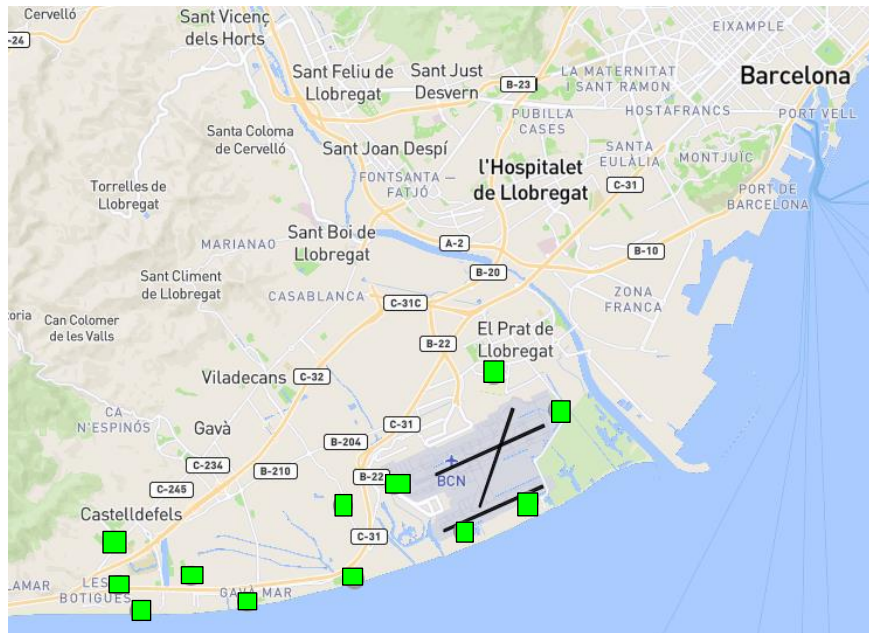
Obrázek 8: EFHK monitorovací stanice [35]

### 3.2.4 LEBL

Také na LEBL se nepodařilo z dostupných zdrojů nalézt žádné ochranné hlukové pásmo.

I na letišti LEBL je používán k monitorování hluku interaktivní systém WebTrak, který instalovala společnost Aena (provozovatel letiště). LEBL má celkem 13 monitorovacích stanic [36]. Umístěny jsou v lokacích převážně jižně od letiště, ve směru RWY 24R, kde je hustá zástavba. Lokace: Center Remoral, THR24R, THR24L, THR06L, THR06R, C.Servicios Gava-Mar, Baliza/Beacon Castelldefels, Escuela Edumar, Ayto. Castelldefels, Colegio J.Balmes, Camping Ballena Alegre, Colegio Bon Soleil, Parque Agrario Viladecans [19]. Na obrázku 9 je vidět přesné umístění monitorovacích stanic.





Obrázek 9: LEBL monitorovací stanice [36]

### 3.2.5 Analýza ochranného hlukového pásma a monitorování leteckého hluku u letišť

V tabulce 7 lze vidět, že monitorování hluku je na všech vybraných letištích, ze kterých jsou dostupná data. Toto je důsledkem toho, že v Evropské unii je povinností vydávat hlukové mapy, a to nejenom pro letiště, ale i pro další druhy dopravy. Aby se toho mohlo dosáhnout, musí se monitorovat hluk. Letiště mají monitorovací zařízení ve svém okolí, především však u obydlených oblastí. Co se týče ochranného hlukového pásma, tak ta nejsou tak častá. Informace o nich jsou zveřejněny jen u LKPR a EDDF. V případě LFPG není toto pásmo přesně ve smyslu LKPR a EDDF, ale spíše ve smyslu oblastí pro vzlet a přistání, ve kterých letadla musí dodržovat určitou výšku a jiné požadavky. Tyto oblasti jsou určeny právě pro zmenšení hluku.

	LKPR	EDDF	EFHK	LEBL	LFPG*	LZIB	LHBP	LBSF	EYVI	LGAV
Ochranné hlukové pásmo	X	X			X					
Monitorování	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Tabulka 7: Ochranné hlukové pásmo a monitorování leteckého hluku letišť [19, 20, 23, 28, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42]

Komentář:

- \* U LFPG nejsou pásma jako v Praze, ale jen oblasti pro vzlet a přistání musí dodržovat určitou výšku

### 3.3 Protihluková provozní opatření/omezení

V následující kapitole jsou popsány přístupy čtyř letišť k protihlukovým provozním opatřením/omezením. Dále jsou zde analyzována tato protihluková provozní opatření/omezení společně s dalšími letišti, která již nejsou detailně popsána.

#### 3.3.1 LKPR

RWY prioritně používaná je RWY 06/24, aby letadla nelétala nad hustě osídlené části hl. m. Prahy. Kvůli tomu se RWY 12/30 používá převážně v případech, kdy je RWY 06/24 v opravách/mimo provoz, ILS (Systém pro přesné přiblížení a přistání) není v provozu, jsou nepříznivé podmínky na povrchu dráhy (brzdící účinek je horší než dobrý) nebo vítr nedovoluje jinak. RWY v používání se určuje v následujícím pořadí: RWY 24, RWY 06, RWY 30, RWY 12. Na RWY 12 jsou vzlety a přistání zakázány v noční době od 22:00 do 06:00 LT (s výjimkami). Na RWY 30 jsou taktéž vzlety a přistání zakázány v noční době od 22:00 do 06:00 LT (s výjimkami).

Vizuální přiblížení jsou zakázána kromě několika výjimek, jako například, pokud se jedná o letadlo v nouzi nebo letadlo s MTOW 7 000 kg přes den atd. V noci letadlo provádějící přístrojové přiblížení může sestoupit pod výšku 4 000 ft AMSL (výška nad střední hladinou moře) až po minutí FAF příslušné RWY a současně musí být usazeno na trati konečného přiblížení [43]. Gradient klesání na trati konečného přiblížení nesmí být menší než 3° (5,2 %) a letadla na ni musí být usazena před sestoupením pod předepsanou výšku [20]. Při odletu na LKPR se letadlo může odklonit od osy RWY nebo SID (Standardní přístrojový odlet) až po dosažení stanovené vzdálenosti od letiště nebo vystoupení do stanovené výšky. Například pro vrtulová letadla v noci (od 22:00 do 06:00 LT) je odklon od SID nebo od prodloužené osy RWY při jiném způsobu odletu stanoveném službou ATC (Řízení letového provozu) možný až po minutí výšky 5 000 ft/1 530 m AMSL [43].

Reverzní tah na LKPR při jiném, než volnoběžném režimu může být v noční době (od 22:00 do 06:00 LT) použit pouze, je-li to nutné z provozních bezpečnostních důvodů [43].

Také motorové zkoušky v jiném, než volnoběžném režimu nejsou v době od 22:00 do 06:00 LT povoleny. Výjimku tvoří motorové zkoušky prováděné v odůvodněných případech u letadel, která mají plánovaný odlet v nočních nebo ranních hodinách. V tomto případě mohou být motorové zkoušky v jiném, než volnoběžném režimu prováděny i v době od 22:00 do 23:00 a od 05:00 do 06:00 LT. Motorové zkoušky je povoleno provádět pouze na místech určených provozovatelem letiště. [43]

Dále je také omezeno používání pomocné energetické jednotky. Neprodleně po zastavení letadla na stání (nejpozději 5 minut po zastavení) musí být k letadlu připojen vnější zdroj napájení a vypnuta jednotka APU. Ne dříve než 20 minut před předpokládaným časem odletu je zapnutí jednotky APU povoleno. Jestliže vnější zdroj napájení není k dispozici, je použití APU povoleno po celou dobu stání. Jestliže

vnější klimatizační jednotka není k dispozici, lze v době stání delší než 1 hodina používat APU dle potřeby. [43]

Vzlety a přistání nejsou povoleny pro letadla certifikovaná dle ICAO Annex 16/I, část II, Hlava 2 nebo letadla bez certifikace dle ICAO Annex 16/I, část II. Letadla certifikovaná dle ICAO Annex 16/I, část II, (mimo Hlavy 2) s MTOW větší než 45 t (s výjimkou letadel zařazených do seznamu povolených typů letadel a zařazení do jedné z hlukových kategorií 1 až 9) nejsou v noční době (22:00 – 06:00 LT) vzlety ani přistání povoleny. Počet plánovaných letů všech letadel je také omezen provozním omezením pro noční provoz. Vzlety a přistání letadel o MTOW menší nebo rovné 45 t jsou v noční době (22:00 – 06:00 LT) povoleny, navíc konkrétní letadlo musí splňovat kritéria pro zařazení do jedné z hlukových kategorií 1 až 9. Letadla, která splňují kritéria pro zařazení do hlukových kategorií 1 až 9, ale která nejsou zařazena do seznamu povolených letadel pro noční provoz, může udělit výjimku na základě žádosti provozovatele letadla pouze provozovatel letiště. Seznam povolených typů letadel je k dispozici v AIP. [43]

Provedení zpožděných vzletů a přistání letadla je povoleno do 23:00 LT [43]. Samozřejmě také letadla, která mají obvykle, jak vidíme výše, povoleno přistávat/vzlétat i v nočních hodinách, mají zpožděné vzlety a přistání povoleny v režimu H24 (nepřetržitá denní a noční služba). Výcvikové lety v nočních hodinách nejsou na LKPR povoleny.

Jak bylo výše u některých opatření řečeno, vždy existují meteorologické a technické podmínky, při nichž dochází k situacím, kvůli kterým není možné protihluková provozní opatření dodržet, a to hlavně z důvodu bezpečného provedení letu.

### **3.3.2 EDDF**

Jedním ze způsobů, jak zmenšit hluk na letišti je zmenšení hluku od motorů, to znamená omezení jejich používání při pojíždění. Toho se může dosáhnout použitím elektricky poháněného leteckého tahače, buď ovládaného z kokpitu taženého letadla (TaxiBot) nebo namontování kola s integrovaným elektrickým motorem na hlavní podvozek letadla (E-Taxi) [23]. Tyto možnosti jsou v EDDF stále pouze ve stádiu vyhodnocování.

Na celé provozní ploše EDDF, včetně hangárů letadel a jejich odbavovacích ploch, musí být manévry pojíždění, které neprobíhají před vzletem nebo po přistání letadla, prováděny pomocí leteckých tahačů, nikoli pomocí pohonných jednotek. [17]

Další způsob zmenšení hluku z letiště jsou na EDDF stínící stěny. Jsou používány u zkušebního zařízení na provoz motorů, kde snižuje hluk směrem k blízkým obydleným oblastem. Tyto stínící stěny snižují hluk u testů motoru až o 5 dB(A). [23]

Motorové zkoušky mezi 22:00 a 06:00 LT mohou být prováděny na odbavovací ploše hangáru 5 na částečné zatížení nastavení tahu. Přičemž na pozici hangár 5 západ lze nastavit maximální výkon pouze

na nízké částečné zatížení (do 50 % N1 (rychlost otáčení nízkotlakého stupně dvouproudového motoru v procentech)), stejně jako v ohradě pro motorové zkoušky. Motorové zkoušky s nastavením tahu na plné zatížení lze provádět pouze v ohradě pro motorové zkoušky. Motorové zkoušky v noci mají být prováděny takovým způsobem, aby kontinuální zvuková úroveň v další zastavěné ploše nebyla v průměru větší než 50 dB (A). Motorové zkoušky provedeny mezi 22:00 a 06:00 LT s nastavením tahu větším než volnoběžným, musí být reportován lokálnímu leteckému dozorovému úřadu. [17]

Dveře do hangárů na opravy mají zůstat zavřeny co nejvíce je provozně možné a mezi 22:00 a 06:00 LT se mají otevírat jen pro vjezd a výjezd vozidel. [17]

EDDF letiště poskytuje vzduchové jednotky pro předem upravený vzduch. Tyto jednotky (stacionární na letišti) jsou efektivnější a méně zatěžují emisemi hluku i znečišťujícími látkami než letadlové pomocné energetické jednotky. Využití zpětného tahu je monitorováno na EDDF, protože představuje hlukovou událost v okolí, a tak se letiště snaží používání zpětného tahu omezit. [23]

EDDF se snaží vylepšit odletové procedury. Například, omezení rychlosti v určitém bodě na odletové trase má za následek, že tah vyvolaný motory zvýší výšku, místo aby zvyšoval rychlost, což způsobí, že letadlo stoupá strměji. [23]

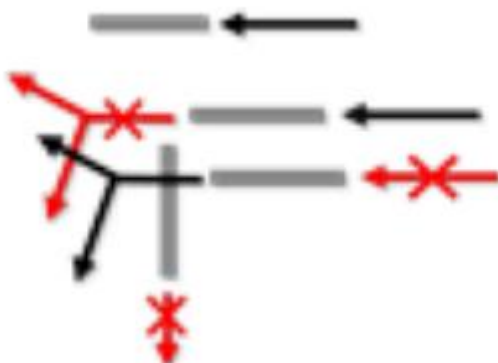
Letiště má ve vývoji takzvanou operaci ustáleného stoupaní (Continuous Climb Operations – Let ustáleným stoupaním – CCO). Odlety probíhají obvykle v krocích, dokud se nedosáhne cestovní výšky, avšak tato operace má překlenout úseky vodorovného letu, které se při standardním odletu stávají a mají je nahradit nepřetržitým/ustáleným stoupaním. [23]

EDDF chce zajistit častější používání postupu ustáleného klesání při přistání. Tento postup umožňuje letadlům klesat z vyšších výšek téměř bez vodorovného letu a bez tahu, takže je méně hlučný. [23]

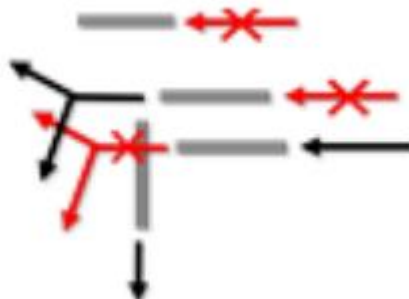
Úhel klouzání byl zvětšen na 3,2 stupně na vzletové a přistávací dráze na severozápadě (RWY 07L/25R), a to dne 19. 12. 2014. Předtím, než se tento stupeň úhlu klouzání stal standardem, tak ho EDDF dva roky testovalo. Z testů vyplynulo, že úhel klouzání 3,2 stupně místo 3,0 stupně je příznivější, co se týče hluku. Zmenšil se maximální hluk o 0,5 až 1,5 dB(A), podle toho, kde bylo měřeno a také podle typu letadla. [23]

Byla zvýšena minimální výška letu, jak na severním, tak na jižním úseku letu po větru o 1 000 stop (přibližně 300 metrů). A také byla zvýšena výška pro začátek konečného přiblížení až na 5 000 stop. Pokud letadla přilétávají z jihu a otáčejí se na zahájení konečného přiblížení, tak se výška zvýšila ze 4 000 stop na 5 000 stop (to znamená 300 - metrový rozdíl). Pokud je paralelní nezávislý provoz, tak otáčející se letoun z jihu musí být i nadále o 1 000 stop níže než letoun ze severu. To znamená 4 000 stop z jihu a alespoň 5 000 stop na severu. [23]

Na letišti EDDF je v účinnosti model hlukových pauz/oddechů pro provozní směr 25. Jejichž cílem je prodloužit noční odpočinek obyvatel sousedních obydlení o jednu hodinu. Tímto modelem se sice nemění počet pohybů letadel, ale střídavé hlukové přestávky zajistí, že část obyvatel nebude obtěžována lety mezi 22:00 a 05:00 LT a druhá část obyvatel nebude obtěžována mezi 23:00 a 06:00 LT [23]. RWY v používání jsou podle následujících obrázků (obrázky 10 a 11). Některé vzlety a přistání mohou být od tohoto osvobozeny a také pokud nejsou splněny podmínky řízení letového provozu, tak jsou lety osvobozeny.



Obrázek 10: Směry letu při hlukových pauzách 05:00-06:00 LT [17]



Obrázek 11: Směry letu při hlukových pauzách 22:00-23:00 LT [17]

Letiště EDDF má ve svých protihlukových opatřeních/omezeních také létání kolem rezidenčních oblastí. V platnosti je segmentové závěrečné přiblížení mezi 23:00 a 05:00 LT. Segmentové přiblížení RNAV (prostorová navigace). Přiblížení lze směřovat po trajektoriích segmentového přiblížení v obou směrech provozu a kolem obytných oblastí. Tohoto přiblížení lze použít jen při nízkém provozu, protože snižuje kapacitu letiště. [23]

Na EDDF se používá nejvíce západního směru [23]. Obydlené oblasti v západní části letiště přímo sousedí s areálem letiště, což znamená, že když se přilétá na přistání ve směru 07, tak se přelétá ve velmi malých výškách přes obydlí obyvatel. Proto se na Frankfurtském letišti používá převážně směr

provozu 25 [23]. Tento směr se používá přibližně v 70 procentech [23]. Pro přistání na vzletové a přistávací dráze severozápad (RWY 07L/25R) mohou být použita jen letadla do kódového označení písmenem E (včetně), pokud dodržuje ICAO kategorizaci [17]. Ostatní letadla (kódového označení F, proudová letadla a také letadla typu MD11) nemohou použít pro přistání dráhu severozápad (RWY 07L/25R) [17]. Vzlety z této dráhy nejsou povoleny [17]. Letadla, která nejsou hlukově certifikována podle ICAO Annex 16, nejsou povolena pro přistání ani vzlet z celého dráhového systému frankfurtského letiště po celou operační dobu tohoto letiště [17]. Letadla, která splňují pouze úroveň hlukové certifikace v souladu s ICAO Annex 16, Svazek 1, Část II, Hlava 2, nejsou povolena pro přistání ani vzlet z dráhového systému EDDF, pokud nedostanou výjimku z Německého úřadu pro letectví nebo pokud jiný stát EU nevydal letadlu tuto výjimku, která je doložena certifikací [17].

Následující provozní ustanovení se vztahují na letadla, která okrajově splňují ICAO Annex 16, Svazek 1, Část II, Hlava 3 ve smyslu německých předpisů. Vzlet a přistání nejsou povoleny v žádném dnu v týdnu v době mezi 20:00 a 08:00 LT, pokud není udělena výjimka podle německých předpisů. Také od začátku zimního období 2011/2012, vzlety a přistání nebyly povoleny mezi pátkem 20:00 a pondělí 08:00 LT, pokud nemají udělenou výjimku podle německých předpisů. Letadla přilétávající pozdě nebo brzy ráno a která byla plánována od letištního koordinátora mimo provozní omezení do 20:00 nebo od 08:00 LT, mohou přistát do 22:00 nebo od 06:00 LT, pokud tento pozdní nebo brzký přilet nebyl jako takový v letovém plánu plánován. [17]

Po otevření přistávací dráhy na severozápadě (RWY 07L/25R), díky níž je větší koordinovaná hodinová kapacita celého dráhového systému, vzlety a přistání nejsou povoleny mezi 22:00 a 06:00 LT na celém dráhovém systému EDDF v kterémkoliv dnu v týdnu, pokud není řečeno jinak. Je povoleno průměrně 133 pravidelných pohybů mezi 22:00 a 06:00 LT podle pravidel pro slotovou koordinaci. Za stejných podmínek jsou také povoleny vzlety a přistání vrtulových letadel s MTOW menší než 9 000 kg mezi 22:00 a 06:00 LT, namísto uvedených úrovní hlukové certifikace musí splňovat alespoň vyšší požadavky na odolnost proti hluku definované v německém nařízení o omezení hluku na letištích. Mezi 22:00 a 23:00 LT a také mezi 05:00 a 06:00 LT mohou přistávat nebo vzlétat jen letadla, která splňují úroveň hlukové certifikace v souladu s ICAO Annex 16, Svazek 1, Část II, Hlava 4 a kterým vzlet nebo přistání byl koordinován letištním koordinátorem alespoň jeden den předem. Pokud tato letadla přilétávají pozdě nebo brzy a pokud měly plánované přistání mezi 22:00 a 23:00 LT anebo mezi 05:00 a 06:00 LT, mohou přistát do 24:00 LT, pokud nebyl pozdní přilet jako takový plánován v letovém plánu. Brzké přilet před 05:00 LT nejsou povoleny. Mezi 23:00 a 05:00 LT pravidelné letadlové pohyby nejsou povoleny. Pokud letadla přilétají pozdě nebo brzy, tak letadla, která hlukem nevyhovují jen okrajově úrovni certifikace ICAO Annex 16, Svazek 1, Část III, Hlava 3, v souladu s německými předpisy, jehož přistání je plánované letištním koordinátorem pro slot do 22:00 nebo od 06:00 LT, mají povoleno přistát do 24:00 nebo od 05:00 LT bez toho, aby se počítaly do kvóty povolených nočních pohybů za předpokladu, že pozdní nebo brzký přilet jako takový nebyl v letovém plánu uveden. Pokud

množství schválených pozdních přistání (mezi 23:00 a 24:00 LT) podle výše stanovených kritérií překročí průměr 7,5 za kalendářní rok, je vyhrazeno právo provádět následné změny a doplňky na ustanovení o zpoždění stanovená pro tuto noční dobu s přihlédnutím k veřejnému zájmu na přepravě. Za tímto účelem musí být schvalovacímu orgánu předložen důkaz po skončení každého kalendářního roku o počtu pozdních přiletů uskutečněných mezi 23:00 a 24:00 LT a také výsledný průměrný počet za rok. Pro noční povolené lety od 22:00 do 06:00 LT také platí následující: letadla nesmějí používat severozápadní (RWY 07L/25R) přistávací dráhu mezi 23:00 a 05:00LT. Pokud se to jeví jako oprávněné pro zajištění řízení letového provozu (jak je definováno v německém zákoně o letectví), pohyby letadel mají být rozloženy mezi centrální dráhu (RWY 07C/25C) a jižní dráhu (RWY 07R/25L) a také západní dráhu (RWY 18) na EDDF, a to mezi 23:00 a 05:00 LT s přihlédnutím na uspořádání osídlení, aby se omezily lety nad zastavěnými oblastmi na absolutní minimum a aby se lety rozdělily co nejrovnoměrněji. Označení severozápadní, centrální, jižní a západní dráhy je ve smyslu polohy drah na letišti, nejsou to směry drah. Vzlety a přistání letadel, které provádějí letové kontroly radiových, radarových nebo letištních zařízení, jsou povoleny pouze mezi 22:00 a 06:00 LT, pokud letadlo splňuje úroveň hlukové certifikace podle ICAO Annex 16, Svazek 1, Část II, Hlava 4 a pokud to je nezbytně nutné provést tyto kontroly během této doby. Vzlety a přistání těchto letadel se nezapočítávají do pohybů, které jsou schválené pro tuto dobu podle výše zmíněných okolností. Ani pro tyto lety neplatí to, která RWY by se měla použít. [17]

Zpožděné vzlety, které mají být prováděny v období omezeného provozu letadlem, podléhající tímto omezením, vyžadují individuální povolení od místního úřadu pro dohled nad letectvím. Povolení může být uděleno pouze v případě, že zpoždění je způsobeno důvody, které dotyčná letecká společnost nemůže ovlivnit. Mezi 24:00 a 05:00 LT nejsou povoleny vzlety zpožděných letadel. [17]

Následující lety jsou osvobozeny od provozních omezení/opatření uvedených výše, a to přistání letadel, pro které je EDDF náhradní letiště z meteorologických, technických a jiných provozních bezpečnostních důvodů a také přistání i vzlety letadel záchranných a lékařských letů a evakuačních letů a lety zvláštního veřejného zájmu. Kromě letů výše je možné schvalovacím orgánem udělení výjimky z provozních omezení pouze v případech zvláštních obtíží (zvláštní obtíže nejsou, pokud provozní omezení ztěžuje plánování obratu letadla pro leteckou společnost, nebo vyžaduje ubytování a přesun cestujících). Zpracování žádosti o výjimku je zpoplatněno. [17]

Reverzní tah se nesmí používat na celém dráhovém systému frankfurtského letiště – s výjimkou provozních bezpečnostních důvodů v nevyhnutelných případech. Toto neplatí pro volnoběžný reverzní tah. [17]

Žádné z letů v poslední době (již od roku 2013) nezahajovaly konečné přiblížení nad obydlými oblastmi Mainz a Offenbach – má se kolem nich obléhat. Nejvíce ovlivněná oblast hlukem letadel je přímá/základní linie přímého přiblížení ILS. [23]

Existuje takzvaný pasivní program na snížení hluku. Tato protihluková opatření mají za cíl zmenšit hladinu hluku v budovách, například modifikací budov či finančním odškodněním. Při tomto programu jsou rozděleny čtyři zóny – ochranná hluková pásma. Tři pásma jsou hrazena od operátora letiště a jedno z regionálního fondu. EDDF má také "CASA" program, který je dobrovolný. Tento program spočívá v tom, že Fraport AG kupovala rezidenční nemovitosti, které byly přelétávány ve zvláště nízkých výškách (tj. pod 350 m – 985 ft) nebo také finančně kompenzovala vlastníky. Tento program nabídl alternativu majitelům domů, kteří koupili nebo postavili nemovitost před projednáním plánů na rozšíření letiště a kteří po rozšíření letiště měli dům přímo v dráze letu. [23]

### 3.3.3 EFHK

Na letišti v Helsinkách musí být letecká doprava organizovaná takovým způsobem, aby se minimalizoval letadlový hluk v rezidenčních oblastech co možná nejefektivněji. Publikované SID a STAR (standardní přístrojový přilet) trasy jsou také hlukové trasy minimální. Po vzletu letadla mají stoupat tak rychle, jak je to jen možné alespoň na 2 000 ft (600 m). Konečná fáze přístrojového nebo vizuálního přiblížení se nesmí provádět pod sestupovou rovinou ILS nebo PAPI (Světelná sestupová soustava pro vizuální přiblížení). Když ILS sestupová rovina nebo PAPI není k dispozici, musí být přiblížení prováděno při zachování alespoň 3° sestupové roviny. Postup pro ustálené klesání je doporučený postup, jak by se měl minimalizovat hluk na přistání. Podle rozhodnutí zprávy civilního letectví se má vyhnout tomu, aby se létalo pod 2 000 ft (600 metrů) MSL (střední hladina moře) nad městem Helsinky. [18]

Letadla, která jsou zaparkována na odbavovací ploše, mají používat pozemní napájení vždy, když je na stojánce k dispozici. APU lze používat jen v nevyhnutelných situacích. [18]

Selektování toho, kterou dráhu je dovoleno použít, se zakládá na provozních bezpečnostních aspektech (například směru větru) a na dočasných restrikcích, co se týče dostupnosti drah. Dráhy na přistání se používají následovně: RWY15, RWY 22L, RWY04L, RWY 04R, RWY 22R, RWY 33. Dráhy na vzlet se používají následovně: RWY 22R, RWY 22L, RWY 04R, RWY 33, RWY 04L, RWY 15. RWY 15 se používá na vzlety a RWY 33 na přistání jen ve výjimečných případech. [18] V noci je preferována RWY 15 pro přistání, a to z toho důvodu, že z této strany je nejméně obydlených oblastí.

Na RWY 22L se má používat procedura na zmenšení hluku při odletu (NADP 1) kromě případů, kdy by podmínky nedovolovaly tuto proceduru použít. Vhodné snížení hluku se může dosáhnout tím, že se provede vzlet s aplikovaným vzletovým výkonem do výšky snížení tahu alespoň 1 500 ft MSL, poté se udržuje rychlost V2+ (10 až 20 KT) až do výšky zrychlení, která je alespoň 3 000 ft MSL. [18]

V časech od 20:00 do 05:00 LT, provozu blížícímu se na RWY 04R nebo RWY 22L, nebude povoleno přiblížení pod výškou středního přiblížení (3 300/3 000 ft) před kurzem konečného přiblížení. [18]



V časech od 23:00 do 05:00 LT letadlo může očekávat, že bude následovat standartní trasy bez odklonu na přímější trasu k RWY, s výjimkou RWY 15. Letadlo může být vektorováno pro přiblížení na RWY 15, aby se snížil dopad hluku. Vizuální přiblížení v těchto časech není povoleno. Provoz, který se přibližuje k letišti, nebude uvolněn pod letovou hladinou 70 ve vzdálenosti větší než 25NM (námořní míle) od prahu dráhy. Také ATC nesmí zrušit zveřejněná omezení rychlosti.[18]

Motorové zkoušky pro údržbu se neprovádí během 21:00 – 06:00 LT a také o nedělích a svátcích. Motorové zkoušky musí být provedeny v oblasti pro motorové zkoušky, pokud nejsou na volnoběh. Povolení pro provádění motorových zkoušek na volnoběh musí být vyžádáno. Pokud oblast pro motorové zkoušky není z nějakého důvodu dostupná, musí se všechny motorové zkoušky koordinovat s HELSINKY APRON. [18]

Pilotům je doporučeno po přistání se vyhnout použití zpětného chodu motoru, kromě volnoběžného.[18]

### **3.3.4 LEBL**

Následující postupy jsou stanoveny, aby se zabránilo nadměrnému hluku v okolí barcelonského letiště LEBL. Porušení těchto postupů může mít za následek sankce vůči provozovatelům letadel. Odletové a příletové trasy musí být monitorovány radarem a pro každou operaci musí být také měřena hladina hluku. Časové období od 23:00 do 07:00 LT je bráno jako noc. [19]

Preferovaná konfigurace vzletových a přistávacích drah v noci je severní konfigurace protínajících se drah, tj. přistání na RWY 02 a odlety z RWY 06R. Nepreferovaná konfigurace je západní konfigurace s jednou RWY, a to jak přistání, tak odlety na RWY 24L. Pokud to podmínky dovolí, tak severní konfigurace je rozšířena také na okrajové hodiny noční doby (před 23:00 a po 07:00 LT). V případě, že RWY 02 nemůže být použita pro přistání, tak bude použita západní konfigurace. Jen jako poslední možnost by se použila východní konfigurace s přistáním na RWY 06L. RWY 02 a 20 pro vzlety a RWY 06R pro přistání nesmí být použity během nočních hodin. Výjimku tvoří provozní bezpečnost, když není žádná jiná RWY k dispozici. Použití RWY 24R nebo 06L pro vzlet nebo přistání v nočních hodinách je omezeno na ta letadla, která o to požádají a mohou odůvodnit potřebu delší délky dráhy než jsou délky drah, které jsou v používání v daném okamžiku. Výjimku mají sanitární lety, záchranné a státní lety a další speciální lety. Tyto lety musí požádat ATC o povolení. [19]

Letadlo, které není certifikováno podle ICAO Annex 16, Hlava 2, Svazek I, Část II, nesmí být provozováno na letišti LEBL. Jakékoliv okrajově vyhovující letadlo (podzvukové civilní proudové letadlo, dodržující mezních hodnot pro certifikaci podle Annex 16, Hlava 3, druhá část, Svazek I, s kumulativním rozdílem ne vyšším než 5 EPNdB), nemůže na letišti operovat, pokud nemá povolenou výjimku ze Státní agentury pro leteckou bezpečnost Španělska. [19]

Až na provozní bezpečnostní důvody, všechna letadla musí dodržovat následující postupy. Pro vzlet je to uvedeno níže. S výjimkou provozních bezpečnostních důvodů nebo pokynů ATC založených na stejných důvodech, musí letadla sledovat nominální trajektorii SID, dokud ní dosaženo 6 000 ft, pokud nejsou nad mořem, nad 3 500 ft, při stoupaní a vzdalují se od pobřeží nebo ve větší vzdálenosti než 3 NM od pobřeží a souběžně s ním. SID RNAV se nejlépe používá pro letadla s výkony, které jim dovolují dosáhnout minimálních výšek v relevantních bodech počátečního segmentu SID. Všechna letadla, která nemohou vyhovět předchozím pokynům a letadla létající v konvenčním SID, musí přijmout postup ICAO NADP1, a to: až 1 500 ft nad nadmořskou výškou letiště vzletový výkon a vzletové klapky, stoupat s udržovaným  $V_2 + 10$  v 20kt (uzel) ( $V_2 + 20$  v 40 Km/h), při 1 500 ft zmenšit výkon a stoupat s udržovaným  $V_2 + 10$  v 20kt ( $V_2 + 20$  v 40 Km/h), při 3 500 ft plynule zrychlovat a stoupaní na rychlost na trase a udržovat kladnou vertikální rychlost, zavřít klapky. Pro RWY 24L, aby se předešlo nadměrnému hluku v prodloužení osy dráhy (s výjimkou provozních bezpečnostních důvodů), musí počáteční zatáčka předepsaná v SID začít nejpozději při dosažení výšky 500 ft. Letadla mohou být osvobozena, když používají jiné postupy, pokud tyto postupy byly řádně nahlášeny vedení letiště a bylo prokázáno, že vedou k menšímu akustickému vlivu nebo bylo řádně odůvodněno z provozních bezpečnostních důvodů. Postupy pro přistání jsou popsány níže. Použití reverzního tahu motoru (jiného než na volnoběh) při přistání na RWY 06L/24R a RWY 02 v nočních hodinách je zakázáno, pokud se nejedná o provozní bezpečnostní důvody. Pro RWY 06R /24L použití reverzního tahu více než na volnoběh v noci není doporučeno. Letadlo má mít naplánován takový sestup, aby opustil IAF (Fix počátečního přiblížení) nebo ekvivalentní pozici v letové hladině 70 nebo vyšší, aby se provedl nepřerušovaný sestup na dráhu s použitím postupu s nízkým odporem/tahem. Změny konfigurace letadla a snižování rychlosti se musí provádět postupně a v přiměřené výšce, aby se zamezilo zbytečnému nárůstu výkonu v malé výšce. Trasy konečného přiblížení jsou považovány za trasy pro omezení hluku v posledních 5 NM před prahem dráhy. Přistání a přiblížení za meteorologických podmínek za viditelnosti musí letadlo zachytit paprsky konečného přiblížení před tímto bodem a musí být prováděny pod úhlem rovným nebo větším než je definováno ILS GP (sestupový maják ILS, sestupová rovina) nebo PAPI každé RWY. Vizualní přiblížení v levém okruhu RWY 06L/R není povoleno a ani vizualní přiblížení v pravém okruhu k RWY 06L a 24L/R není povoleno, pokud jsou porušena kritéria výše. [19]

Motorová zkouška na vyšších otáčkách než při volnoběžném režimu může být provedena v oblastech pro motorové zkoušky, které jsou zřízeny pro tento účel. [19]

Používání APU letadla je zakázáno na stojánkách, kromě případů níže popsaných. Od 23:00 do 07:00 LT jsou následující podmínky pro použití APU. Pozice na stojánce – v období od 2 minut po umístění klínů při příletu do 5 minut před odstraněním klínů k odletu, je použití APU povoleno. APU lze použít pouze v případě, pokud nejsou v provozu pevné jednotky a mobilní jednotky nejsou k dispozici. Na takzvané vzdálené stojánce je použití APU zakázáno, s výjimkou 10 minut po umístění klínů při příletu

a 10 minut před odstraněním klínů k odletu, s výjimkou širokotrupých letadel, u kterých je použití povoleno 50 minut před odletem a 15 minut po příletu. APU letadla lze použít pouze v případě, že mobilní jednotky nejsou k dispozici. [19]

### 3.3.5 Analýza protihlukových provozních opatření/omezení letišť

V tabulkách 8 až 13 lze vidět, jaká jsou protihluková opatření/omezení na vybraných letištích. Lze říct, že všechna letiště mají preferenci dráhového systému (ve dne i v noci) jak na příletu, tak na odletu až na litevské letiště EYVI. Některá letiště mají zákaz použití určité RWY v noci. U většiny letišť se používají SID a STAR trasy, které jsou navrženy pro nejmenší hlukovou zátěž.

	LKPR	EDDF	EFHK	LEBL	LFPG	LZIB**	LHBP	LBSF	EYVI	LGAV
<b>ODLET</b>										
Preferenci určitého dráhového systému	x	x	x	x	x	x	x	x		x
Zákaz použití určité RWY v noci	x	x	x	x				x		
Použití SID – trasy odletu	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
NADP1			x	x	x		x	x	x	
NADP2							x	x		
Specifické NADP pro letiště	x					x				x
První zatáčka v určité výšce				x						
Omezení rychlosti v určitém bodě na odletové trase		x								
Pro zpožděná/neplánovaná letadla – nepovolen vzlet v nočních hodinách	x	x			x					
Ustálené stoupání – vývoj		x								
Zákaz odletu letadel s hlukovou hladinou v přeletovém bodě (Annex 16) > 99 EPNdB v určitém čase					x					
Výkon motoru nastavit dle hladiny a rychlosti						x				x
Vzlet z pojiždění						x				
Vzlet probíhající podél osy dráhy – letadla musí stoupat alespoň se sklonem 6,5 %					x					
Speciální postupy pro letadla, která jsou recertifikována na ICAO Annex 16 Svazek 1 Hlava 3 - určitá SID					x					

Tabulka 8: Protihluková provozní opatření/omezení letišť při odletu [17, 18, 19, 23, 28, 30, 32, 38, 41, 43, 44]

Na odlet se má na většině letišť používat NADP postup, buď 1 nebo 2 nebo konkrétní NADP specifikace pro dané letiště. Pokud se už neřídí podle NADP, tak třeba je řečeno, že výkon motoru se musí nastavit podle určené výšky/hladiny a rychlosti. Nebo například v některých AIP je také řečeno, že zpožděná nebo u některých letišť neplánovaná letadla nemají vzlet v nočních hodinách povolen. Na pařížském

letišti LFPG je například také zvláštní opatření letadla s hlukovou hladinou v přeletovém bodě buď na odletu větší než 99 EPNdB, nebo na přiletu větší než 104,5 EPNdB nesmí odletět/přiletět [44]. Také na LFPG, pokud letadlo vzlétá a vzlet probíhá podél osy dráhy, tak musí stoupat alespoň se sklonem 6,5 % [44].

Při přistání je na části letišť určen stanovený gradient klesání, a to větší než 3°. Většina letišť má určeno, že se má použít ustáleného klesání při sestupu a také mají omezenou výšku, pod kterou nemohou sestoupit při přiblížení. Reverz při přistání je ve všech případech, které jsou zaznamenány omezen nebo dokonce v noci úplně zakázán. Například ho lze použít jen z provozních bezpečnostních důvodů.

	LKPR	EDDF	EFHK	LEBL	LFPG	LZIB**	LHBP	LBSF	EYVI	LGAV
<b>PŘÍLET</b>										
Preference určitého dráhového systému	x	x	x	x	x	x	x	x		x
Určitý stanovený gradient klesání při přiletu (> 3°)	x	x	x	x		x				
Ustálené klesání při sestupu		x	x	x	x	x		x		
Omezení výšky při přiblížení		x	x		x		x			
Reverz při přistání (omezit na volnoběh/zakázán)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
IAF (nebo ekvivalentní bod) opustit v určité hladině				x	x					
FAF přeletět v určité hladině	x				x					
Změny konfigurace letadla (konfigurace minimálního hluku a odporu)						x	x			x
Zákaz přistání určitých typů letadel (dle ICAO Annex 16 ) po celou noční dobu	x	x			x					x***
Omezení pohybů určitých typů letadel (dle ICAO Annex 16) v konkrétních nočních hodinách		x			x					
Zákaz přiletu letadel s hlukovou hladinou v přiblížovacím bodě (Annex 16)> 104,5 EPNdB v určitém čase					x					
Použití STAR – trasy přiletu	x	x	x			x	x	x	x	x

Tabulka 9: Protihluková provozní opatření/omezení při přiletu [17, 18, 19, 23, 28, 30, 32, 38, 41, 43, 44]

V noci je také na naprosté většině letišť omezeno/zakázáno použití APU letadel. Místo toho se má použít místních GPU (pozemní energetická jednotka) a klimatizačních jednotek, pokud jsou k dispozici. EDDF má řadu omezení na ploše jako například, že pohyb letadla po ploše se má organizovat pomocí tahačů, takže se omezí hluk z motorů. Ohledně motorových zkoušek několik letišť má vymezený prostor pro jejich uskutečnění. Většina letišť má v noci povoleny motorové zkoušky pouze na volnoběh. Několik letišť dokonce uplatňuje úplný zákaz motorových zkoušek v nočních hodinách, pokud to není naprosto nezbytné kvůli provozní bezpečnosti a pro tento případ je potřeba podat žádost v předstihu.

	LKPR	EDDF	EFHK	LEBL	LFPG	LZIB**	LHBP	LBSF	EYVI	LGAV
<b>PLOCHA</b>										
Zákaz/omezení použití APU	x		x	x	x	x	x			x
Povinné použití GPU/klimatizace, pokud jsou k dispozici	x	x	x	x	x					
Zákaz použití určité stojánky v noci						x				
Hluk z motoru omezit (např. při poježdění)		x						x		x
Pohyby letadel po ploše pomocí tahačů		x								

Tabulka 10: Protihluková provozní opatření/omezení na ploše [17, 18, 19, 23, 28, 30, 32, 38, 41, 43, 44]

	LKPR	EDDF	EFHK	LEBL	LFPG	LZIB**	LHBP	LBSF	EYVI	LGAV
<b>MOTOROVÉ ZKOUŠKY</b>										
Vymezený prostor	x	x					x	x		x
Stínící stěny		x								
Motorové zkoušky v noci na volnoběh	x	x	x	x		x	x			x
Úplný zákaz motorových zkoušek v nočních hodinách					x			x	x	

Tabulka 11: Protihluková provozní opatření/omezení pro motorové zkoušky [17, 18, 19, 23, 28, 30, 32, 38, 41, 43, 44]

Na budapešťském letišti LHBP je zajímavé, že pouze tam bylo řečeno, že se má v nočních hodinách používat určitá pojezděcí dráha. V hlukových opatřeních je také častokrát řečeno, že se mají oblévat rezidenční čtvrtě anebo konkrétní body. Na většině letišť jsou povolena pouze letadla dle certifikace ICAO Annex 16, Svazek 1. Pouze na barcelonském letišti LEBL jsou zakázány VFR lety. Výcvikové, tréninkové a testovací lety jsou v noci na naprosté většině letišť zakázány či omezeny.

	LKPR	EDDF	EFHK	LEBL	LFPG	LZIB**	LHBP	LBSF	EYVI	LGAV
<b>LETY</b>										
Zákaz/omezení použití určitých pojezděcích drah							x			
Zákaz plánovaných letů v noci*								x		
Oblétávání rezidenčních čtvrtí/ konkrétních bodů		x			x			x		x
Určitý počet vzletů		x					x			
Určitý počet přistání		x					x			
Povoleny pouze letadla dle ICAO Annex 16, Svazek I *	x	x	x	x	x	x	x		x	x
Zákaz VFR				x						

Tabulka 12: Protihluková provozní opatření/omezení pro lety [17, 18, 19, 23, 28, 30, 32, 38, 41, 43, 44]

	LKPR	EDDF	EFHK	LEBL	LFPG	LZIB**	LHBP	LBSF	EYVI	LGAV
<b>VÝCVIK</b>										
Výcvikové, tréninkové, testovací lety v noci zakázány/omezeny	x	x			x	x	x	x	x	x
Výcvikové lety v noci jen povoleny na určené RWY pro určité typy letadel								x		

Tabulka 13: Protihluková provozní opatření/omezení pro výcvik [17, 18, 19, 23, 28, 30, 32, 38, 41, 43, 44]

Nejvíce protihlukových provozních opatření/omezení je zaznamenáno v EDDF a v LFPG, což jsou dvě největší letiště ve výběru sledovaných letišť, a tedy je patrné, že budou mít nejvíce opatření/omezení. Nejméně opatření/omezení má EYVI.

Komentáře k jednotlivým hvězdičkám v tabulkách 8-13:

- \* Výjimky pro záchranné a jiné speciální lety,
- \*\* Obecně noční speciální nejsou definovány,
- \*\*\* Z určitých RWY.

### 3.4 Sloty

V následující kapitole jsou popsány přístupy čtyř letišť ke slotům. Dále jsou zde analyzovány tyto přístupy ke slotům společně s dalšími letišti, která již nejsou detailně popsána.

#### 3.4.1 LKPR

Letiště Václava Havla v Praze je slotově koordinované letiště (level 3). Slot je povolení realizovat let na koordinovaném letišti v určitý den a čas. Tento slot je přidělen letišťm koordinátorem. Letišťním koordinátorem pro LKPR je nezisková společnost Slot Coordination Czech Republic. Tato společnost také monitoruje plánované lety.

Sloty na LKPR jsou blokovými časy, ne přistávacími nebo odletovými časy. Všechny lety (vzlet a přistání) i jakékoliv jejich změny musí být vyžádány před uskutečněním tohoto letu. Toto neplatí pouze pro nouzové přistání, lety spojené pro záchranu lidského života, pátrací a záchranné lety. [45]

Koordinační poplatek za jeden pohyb je stanoven na 30 Kč s platností od 1.1. 2021. Stanovený limit nočních pohybů pro letní sezónu 2022 je 7,996. Celkové množství nočních pohybů nesmí překročit 48 pohybů. Limit nočních pohybů byl určen Letišťm Praha, aby se redukovalo hlukové znečištění v okolních obcích. Cílem tohoto limitu je vytvořit prostor pro zpožděné přílety a odlety snížením plánovaného počtu nočních pohybů. Pro provozovatele letadel je velice důležité, aby prováděli svoje

lety s letištními sloty, které jsou schváleny mimo noční dobu přesně ve schválený čas a snažili se zabránit, aby lety byly prováděny v noční době. Výměna slotů v rámci nočních pohybů je zakázána pro sezónu 2022. Pouze lety leteckých dopravců, kterým byla alokována noční pohybová kvóta mohou létat v noční době. Všechny ostatní lety (jako prázdné lety, výcvikové lety, lety všeobecného letectví, technická mezipřistání letadel atd.) musí požádat o udělení individuální výjimky. Tato výjimka je udělena letištním operátorem. Jak již bylo výše zmíněno, ani toto neplatí pro nouzové přistání, lety spojené se záchranou lidského života, pátrací a záchranné lety. Tyto instrukce také neplatí pro lety, které byly odkloněny na Letiště Václava Havla Praha. Ale pokud letadlo, které bylo odkloněno, má plánován odlet během noční doby, musí se vyžádat slot. V tomto případě musí být slot přidělen nad limit nočního pohybu. Všechny nepoužité sloty budou automaticky nabídnuty pro přerozdělení všem domácím leteckým dopravcům, kteří mají zájem. Platnost nevyužitých nočních slotů je ukončena. V noční době od 02:00 do 03:55 LT nejsou schváleny žádné odletové sloty [46].

### **3.4.2 EDDF**

Sloty na letišti EDDF jsou potřeba pro všechny přistání a vzlety pravidelných, charter a nákladních letů (včetně letů bez nákladu a bez osob na palubě, technických letů a výcvikových letů). Sloty mají být vyžádány od letištního koordinátora Spolkové republiky Německo v jejich úředních hodinách. Lety bez přidělených slotů jsou zakázány. [17]

Pro vzlety a přistání všeobecného letectví (mimo ambulance a helikoptéry) musí být sloty vyžádány od letištního koordinátora. Avšak pro lety přilétávající a odlétávající v dalších šesti dnech (144 hodin) mohou být letištní sloty vyžádány také přes Aeronautical Information Service Centre. Letištní koordinátor každému vzletu a přistání přidělí unikátní letištní slotové číslo – ID (ASL). Toto letištní slotové ID (identifikátor) musí být přidáno do sekce 18 v letovém plánu. Lety z a na letiště bez přidělených slotů a bez letištního slotu nebudou povoleny a nebude uznán ani letový plán. [17]

Žádost o letištní slot má být vyžádána prostřednictvím GCR formátu. V mimořádných případech může být žádost také vyžádána prostřednictvím telefonu nebo faxu. Nejdříve, kdy mohou být letištní sloty vyžádány, je 1. únor, pro letní období a 1. září pro zimní období. Příletové a odletové časy, které jsou potvrzené přidělenými letištními sloty musí být v souladu s letových plány a tyto letové plány musí být zveřejněny až poté, co jsou letištní sloty přiděleny. [17]

Mezi 22:00 a 06:00 LT je průměrně 133 pravidelných letadlových pohybů za noc. Tyto pohyby jsou povoleny, pokud jsou v souladu s následujícím, a sice, že průměrné množství nesmí být překročeno v příslušném kalendářním roce. Letištní koordinátor nesmí přidělit více než 48 545 slotů pro pohyby letadel mezi 22:00 – 06:00 LT za kalendářní rok. Přesun nevyužitých slotů do dalšího kalendářního roku není povolen. [17]

### 3.4.3 EFHK

Letiště Helsinky Vantaa je slotově koordinované letiště (level 3).

Přístup na letiště je možný pro leteckého dopravce nebo jakéhokoliv operátora letadla, jen pokud byl slot přidělen. Státní lety, nouzové přistání, humanitární lety a lety, které nepoužívají letištní dráhy pro odlet nebo přistání jsou osvobozeny od přidělování slotů. [18]

Žádost o slot má být předložena předem, kdykoliv v rámci plánovacího období přes systém SITA nebo e-mailem nebo použit online koordinaci ve formátu danou od IATA SSIM manuálu. Změny nebo zrušení předešlých koordinovaných letů má být reportováno bez zdržení. Vše výše platí pro všechny plánované lety a další přidávané lety s pasažéry a nákladní lety a charterové lety. Letištním koordinátorem je společnost Helsinki-Vantaa Slot Coordination Association ry. Pro všechny ostatní lety provozovatel letadla nebo handling agent na letišti autorizovaný od provozovatele letadla musí vyžádat letištní slot pro přistání a odlet minimálně 3 hodiny před plánovaným příletovým časem nebo odletovým časem. Slotový požadavek by pro tyto lety měl být předložen e-mailem. Slotový koordinátor potvrdí tyto sloty/slotové časy také e-mailem a bude tam také přidáno slotové ID (identifikátor), které má být přidáno do letového plánu do sekce 18. [18]

Poplatek za slot na letišti Helsinky je 2,93 EUR za rotaci (vzlet a přistání). Tento poplatek je účtován společně s poplatkem za přistání. Letiště má maximální počet letových pohybů a rozlišují je v 5, 15, 60 a 120-ti minutových intervalech. Níže v tabulce 14 je zobrazeny množství těchto operací povolených v noční době za 60 minut. [47]

	20:00-00:30	00:30-05:30	05:30-07:00
Přílety	36	10	36
Odlety	40	10	40
Celkem	76	10	76

Tabulka 14: Letové pohyby za 60 minut pro období 25. 10. 2020 - 27. 03. 2021[47]

### 3.4.4 LEBL

Letiště v Barceloně je slotově koordinované letiště. The Asociación Espanola para la Coordinación y Facilitación de Franjas horarias – Španělská asociace pro koordinaci a usnadnění časových úseků (AECFA) je společnost zodpovědná za poskytování slotové koordinace. Je odpovědná za optimální používání dostupné kapacity na letišti. Pro komerční lety (i všechny ostatní lety), které mají naplánované časy příletu a odletu (blokové časy), musí být sloty vyžádány od Aena Airport (kanceláře slotové koordinace), aby mohly sloty být přidělené, když jsou dostupné. Mít přidělené sloty je nezbytný předpoklad pro všechny lety, které přilétávají a odlétávají. Žádosti o sloty musí být vytvořeny podle instrukcí v IATA SSIM. Žádosti o sloty mají být podány přes síť SITA nebo email. Odpověď na žádost bude vydána přes stejnou platformu, jakou použil žadatel, a to v rámci tří pracovních dnů od data žádosti.



Lety, které se odklonily na letiště z technických nebo meteorologických důvodů, humanitární lety, lety pátrání a záchrany, státní lety a další lety, kterým je dána výjimka od autority, jsou osvobozeny od postupů výše. Pokud letadla nebudou dodržovat slotová pravidla, mohou dostat sankce podle španělských zákonů. Všechny žádosti o sloty musí obsahovat registraci letadla. Nepravidelní provozovatelé jsou omezeni na maximální dobu pobytu 96 hodin a musí požádat o příletový a související odletový slot. [19]

AECFA v roce 2014 vybírala poplatek 0,85 euro/koordinace. [48]

### 3.4.5 Analýza přístupu letišť ke slotům

Sloty, jak lze vidět níže v tabulce 15, na určitých letištích vůbec nejsou. Pokud jsou tak ve většině případech mají nějakým způsobem omezen počet nočních slotů. V LZIB sloty používají, ale nemají omezení nočních slotů. Některé letiště také mají omezení v tom, že v noci vydávají sloty jen určitým dopravcům. Jen v LKPR se v určitých hodinách odletové sloty nevydávají.

	LKPR	EDDF	EFHK	LEBL	LFPG	LZIB	LHBP	LBSF	EYVI	LGAV
Omezení počtu nočních slotů	x	x	x		x		x	x		
V noci sloty jen určitým dopravcům	x				x					
V určitých hodinách se odletové/příletové sloty nevydávají	x									

Tabulka 15: Vybrané parametry pro sloty letišť [17, 46, 47, 49, 50, 51]

## 4 Zhodnocení evropských přístupů

V následující části se diplomová práce bude zabývat zhodnocením evropských přístupů ve vztahu ke kapacitě letiště, dopravní obslužnosti, blízkosti zástavby a počtu dotčených obyvatel.

### 4.1 Kapacity letišť

Na letištích, kde je větší počet letů, je také větší množství nočních i denních opatření. Pokud se bere v potaz počet letů na letištích v roce 2019, kdy nebylo letectví ještě ovlivněno pandemií koronaviru, tak je z řešených letišť nejvytíženější EDDF (513 866 letů), následované LFPG (504 887 letů) a poté také LEBL (344 508 letů). Další letiště z řešených jsou LGAV (220 639 letů), EFHK (194 634 letů), LKPR (150 434 letů), LHBP (122 132 letů), LBSF (60 266 letů), EYVI (46 775 letů), LZIB (22 593 letů). [52] Počet letů pro nás znamená součet vzletů a přistání čili pohybů letadel. Bylo zde ponecháno počet letů, protože je to tak uváděno ve zdroji.

Zajímavé je, že nejvíce hlukových poplatků má nastaveno EFHK, a to 6. EFHK není z největších, co se týká kapacity. V roce 2019 mělo 194 634 letů. Avšak EDDF i LFPG, která jsou větší, mají pouze 3 hlukové poplatky. Tato hodnota je průměr u více letišť. Letiště LEBL má 4 poplatky. Druhé největší množství hlukových poplatků má LBSF s 5 poplatky a s počtem letů v roce 2019 jen 60 266. Nejmeně poplatků má určeno LZIB (22 593 letů v roce 2019) a EYVI (46 775 letů v roce 2019). To znamená, že nezáleží na kapacitě letiště v případě hlukových poplatků či poplatků obecně. Není pravidlem, že menší letiště budou mít méně poplatků, protože mají celkově menší množství letů. Výjimka je například LBSF. U největších letišť s největší kapacitou je nejoblíbenější hlukový poplatek vypočítaný podle kategorie dle MTOW letadla a EPNdB, který má rozdíl mezi noční sazbou a denní sazbou.

Monitorování leteckého hluku není nijak spojeno s kapacitou letiště, protože všechna hlavní evropská letiště mají povinnost vydávat hlukové mapy. To znamená, že musí také monitorovat letecký hluk, aby bylo možné tyto mapy vytvořit. Ochranné hlukové pásmo či tomu podobná oblast je jen u tří z řešených letišť, a to u LKPR, EDDF a LFPG. To znamená, že jsou u dvou z největších řešených letišť a u středně velkého.

Všechna letiště kromě EYVI jsou slotově koordinována letiště. Nejpřísnější pravidla pro noční sloty má LKPR se 150 434 lety za 2019 (den i noc). Má omezen počet nočních slotů. Noční sloty vydává jen určitým dopravcům a také nevydává odletové sloty v určitých nočních hodinách. Další nejomezenější sloty má LFPG, která má více letů za rok (504 887 letů v roce 2019) než LKPR, ale má jen omezení počtu nočních slotů a vydávání slotů v noci jen určitým dopravcům. Není zakázáno vydávání slotů v určitých nočních hodinách.

Lze vidět, že nejvytíženější letiště ze seznamu je EDDF a má také nejvíce protihlukových provozních opatření/omezení. Tato opatření/omezení jsou v EDDF neustále vyvíjena, aby se co nejvíce zamezilo hluku. Toto letiště nezůstává u zavedených metod, které většina letišť používá, ale snaží se vytvářet jiné nové postupy. Například ustálené stoupání, omezení pohybů letadel po ploše nebo používání tahačů místo vlastního pohonu letadla. Další letiště, které má velké množství protihlukových provozních opatření/omezení, je LFPG, což je také druhé nejvytíženější letiště v počtu letů ze sledovaných letišť. Poté se počty opatření/omezení snižují na konstantní úroveň mezi 17-14 s tím, že tyto letiště jsou různě velká/mají různou kapacitu. Například LZIB (22 593 letů v roce 2019) má 16 zjištěných protihlukových provozních opatření/omezení a LEBL (344 508 letů v roce 2019) má 15 opatření/omezení. Přitom jsou velice rozdílné počty letů na tato letiště. EYVI má jednoznačně nejméně opatření/omezení ze všech (7) a přitom má podobnou velikost, jako LBSF, které má 16 opatření/omezení.

## 4.2 Dopravní obslužnost

Evropské přístupy k hlukovým opatřením ve vztahu k dopravní obslužnosti jsou vcelku vyrovnány. Níže, v tabulce 16, lze vidět dopravní obslužnost letišť v noci. Na žádné zmíněné letiště nevede tramvaj. Všechna zmíněná letiště mají autobusy, taxi, autopůjčovny a možnost dlouhodobého parkování osobního automobilu. Nejvíce možností dopravy na letiště má LGAV, celkem 7. Má zavedeny všechny zmíněné druhy dopravy, kromě tramvají. Ostatní letiště mají 5 až 6 možností.

	LKPR	EDDF	EFHK	LEBL	LFPG	LZIB	LHBP	LBSF	EYVI	LGAV
Vlak		x	x	x	x		x		x	x
Autobus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Taxi	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Tramvaje										
Metro				x	x			x		x
Autopůjčovny	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Parkování – krátkodobé bez poplatku (15 min)	x		x			x	x		x	x
Dlouhodobé parkování osobního automobilu	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Tabulka 16: Dopravní obslužnost letišť v noci [53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62]

Co se týče hlukové poplatkové politiky ve vztahu k dopravní obslužnosti lze vidět, že LGAV, kde mají nejvíce možnosti dopravy na letiště, mají průměrné množství hlukových poplatků, a to 3. LGAV mají poplatky, které jsou rozdílné pro mezinárodní lety a vnitrostátní lety. Pokud jsou vnitrostátní lety levnější než cestování lodí, je výhodné v rámci Řecka cestovat letecky. Z centra Athén trvá cesta na letiště metrem 52 minut. Let z Athén na Krétu trvá 45 minut. Cesta lodí na Krétu trvá 9-10 hodin.

Mezi letišti, která jsou v této práci uváděna a která nemají vlaková spojení, má nejvíce hlukových poplatků LBSF, avšak má napojení na systém metra v rámci města Sofie.

Dopravní obslužnost letišť se těžko hodnotí, vzhledem k parametrům ochranných hlukových pásem letišť a také ke slotům. Tyto parametry jsou v podstatě nezávislé na dopravní obslužnosti.

Vzhledem k protihlukovým nočním provozním opatřením/omezením je dopravní obslužnost na letiště v noci dostačující. V noci jsou lety omezeny podle těchto opatření/omezení a dopravní obslužnost je jím přizpůsobena.

### 4.3 Blížkost zástavby

Blížkost zástavby je u každého sledovaného letiště různá. Některá letiště jsou umístěna v blízkosti města, jiná jsou ve větší vzdálenosti. V blízkosti letišť jsou také vesnice. Vzdálenost letišť od měst lze vidět v tabulce 17.

	LKPR	EDDF	EFHK	LEBL	LFPG	LZIB	LHBP	LBSF	EYVI	LGAV
Směr od	Pražský hrad	centrum	centrum	centrum	centrum	Bratislavský hrad	centrum	centrum	centrum	centrum
Zeměpisný směr	W	SW	N	SW	NE	ENE	ESE	E	S	SE
Vzdálenost [km]	10	12	17	10	25	9	16	5	5,9	20

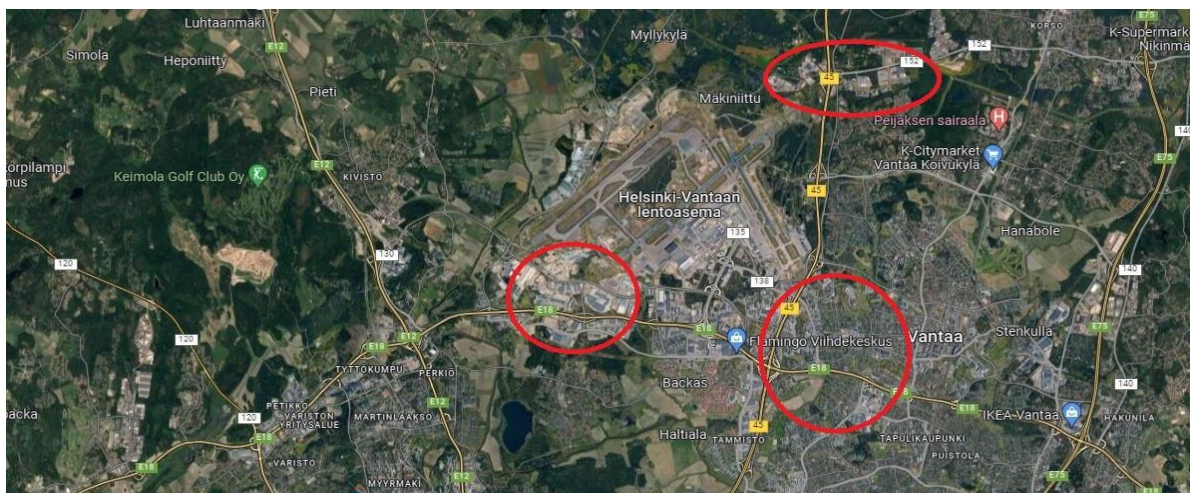
Tabulka 17: Vzdálenost letišť od měst [9, 17, 18, 19, 28, 30, 32, 38, 41, 44]

LBSF, které je ze všech nejbližší k centru svého města má po EFHK nejvíce hlukových poplatků. Především má příplatky za noční lety a zvětšené poplatky za určité časy příletů a odletů. Letiště EYVI a LBSF jsou podobně daleko a také mají podobné množství letů, avšak mají velký rozdíl v řešení poplatků. EYVI v podstatě neřeší noční příplatky. LBSF má dráhu přímo směrem na centrum města Sofie, naopak dráha EYVI jde mimo město. LFPG jako nejvzdálenější a největší letiště z řešených má menší množství poplatků. Směry dráhy vedou mimo Paříž, a tedy je i méně zasažené zástavby. Město Helsinky je sice dál od EFHK, avšak další města, která se nacházejí v okolí Helsinek, jsou v těsném kontaktu s letištem. Proto má EFHK větší množství hlukových poplatků. LHBP je 16 km od centra města a letadla nemusí přelétávat hustěji obydlené části města, a tak mají minimálně hlukových poplatků a neřeší další noční příplatky jako takové.

Ochranné hlukové pásmo je jen na dvou letištích LKPR a EDDF. Tyto pásma jsou vytvořena z toho důvodu, aby se letiště chránila v případě překročení limitní hladiny hluku. V tomto pásmu mohou být za určitých podmínek limitní hranice hluku překročeny. Podobný princip ochrany letiště je v LFPG. Zde

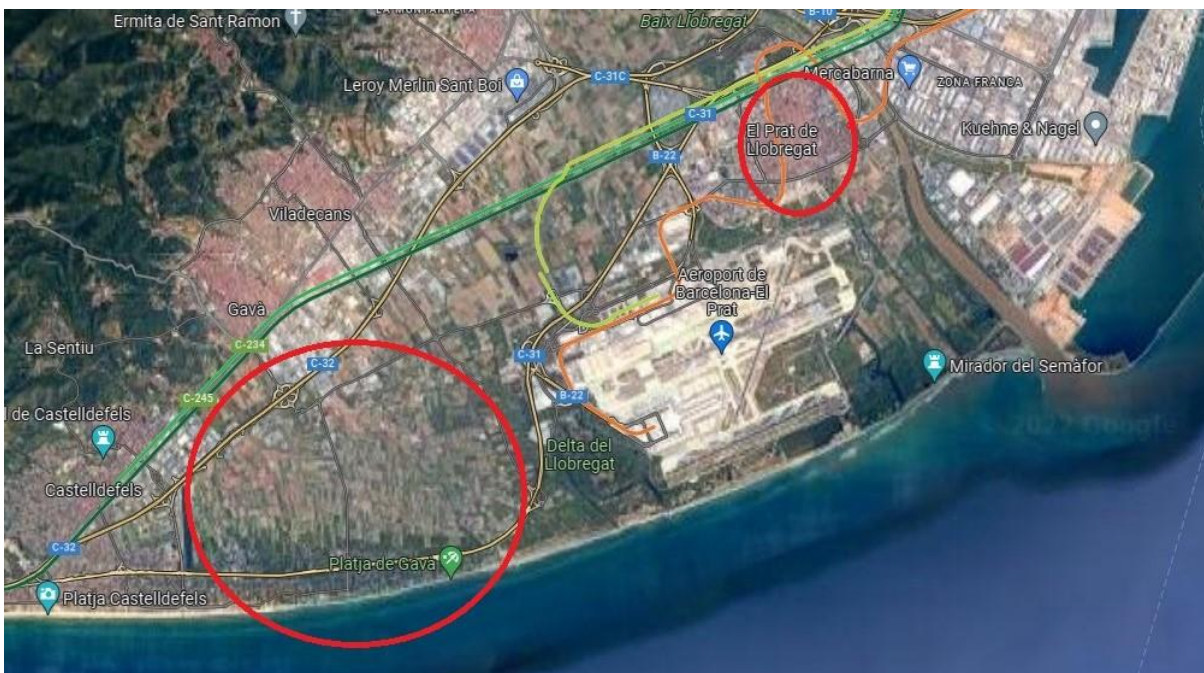
letadla musí v určené oblasti udržovat danou výšku nad zemí. Ochranné hlukové pásmo v Praze je tak rozsáhlé, že je do něj zahrnuto několik vesnic v okolí letiště a také část Prahy, a to Ruzyně a Řepy. V ochranných hlukových pásmech EDDF je také zahrnuto několik vesnic a také část předměstí Frankfurtu především v nočním pásmu, které je větší než denní. Monitorovací stanice pro monitorování leteckého hluku jsou v zásadě umístěny v oblastech se zástavbou a ve směrech drah. Právě proto jsou schopny zachytit značnou část leteckého hluku.

Protihluková provozní opatření/omezení závisejí ve značné míře na blízkosti zástavby a na letišti, jak se k nim staví. Na všech letištích kromě EYVI mají preferenci určitého dráhového systému právě z důvodu blízkosti zástavby. Takto se dá zaručit, že letadla nebudou přelétávat v noci přes hustě obydlené oblasti, protože se určuje dráha, která má nejmenší hlukový dopad. Na LKPR, EDDF, EFHK, LEBL, LBSF mají všichni zákaz použití určité dráhy v noci. LKPR má zákaz létat RWY 12/30 v noci, a to jak vzlety, tak přistání, a to z důvodů přeletu nad hustě obydlenými částmi Prahy. Všude z řešených letišť se využívají SID trasy odletu s nejmenší hlukovou zátěží právě z důvodu zástavby v blízkosti letiště a okolí. Trasy přiletu STAR jsou také hojně používané ze stejného důvodu. Dalším hojně využívaným provozním opatření/omezení hluku je zákaz či omezení reverzu. Reverz je většinou povolen jen na volnoběh. Reverz je nějakým způsobem omezen u všech letišť. A to opět z důvodu velké hlučnosti při jeho používání, vzhledem k množství zástavby v blízkosti letišť. U LFPG je zajímavé provozní opatření/omezení při stoupání, které probíhá podél osy dráhy na západ. Letadla musí stoupat alespoň se sklonem 6,5 %. To znamená, že se snaží, aby letadlo bylo co nejdříve co nejvýše, aby se omezil vliv hluku na obyvatele v této oblasti v blízkosti letiště. NADP postup je také důležitý z hlediska zástavby. U EDDF jako jediného letiště nebyl zjištěn žádný NADP postup, ale mají čtyři protihluková ochranná pásma. Všechna ostatní letiště z řešených mají nějakým způsobem zakomponován NADP postup do svých opatření/omezení. Buď je to NADP 1 nebo NADP 2 nebo nějaký specifický NADP, který je určený právě přesně pro dané letiště, aby se zmenšila hluková zátěž v okolí. Jak je vidět na obrázku 12, EFHK má NADP 1, z důvodu blízkosti zástavby.



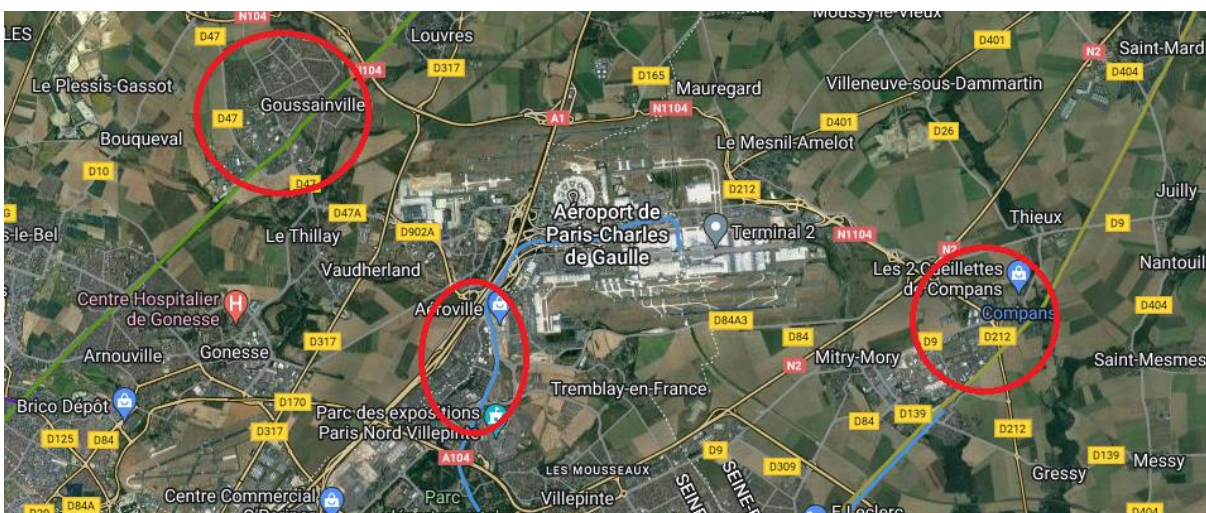
Obrázek 12: EFHK označení blízké zástavby u letiště [63]

NADP 1 je používáno v LEBL, kde je zástavba z jedné strany blízko letiště. Menší označená elipsa v obrázku 13 je zástavba, která je na sever od letiště. Na tuto stranu se normálně nemá létat díky preferenci drah.



Obrázek 13: LEBL označení blízké zástavby u letiště [63]

LFPG také používá NADP 1, zde již je méně znatelné, pro které vesnice je určeno toto opatření s tím, že směry drah nesměřují přímo na Paříž. Avšak je zde několik blízkých vesnic, viz označené prostory na obrázku 14, které z NADP 1 těží.



Obrázek 14: LFPG označení blízké zástavby u letiště [63]

EYVI se také vyznačuje tím, že se používá NADP 1. Zde je to především z toho důvodu, že přímo ve směru dráhy jsou obydlené oblasti, jak ze severu, tak z jihu, jak lze vidět na obrázku 15.



Obrázek 15: EYVI označení blízké zástavby u letiště [63]

LHBP a LBSF mají oba NADP 1 a 2 ve svých protihlukových opatřeních/omezeních. Například v LHBP má v AIPu uvedeno, že mají být provedeny postupy, tak jak jsou popsány v ICAO Doc 8168 v určité sekci. V této sekci jsou popsány právě obě NADP, 1 i 2. To znamená, že u obou LHBP a LBSF potřebují někdy zmenšit hluk blízko letiště a někdy dál od letiště. Jak jde vidět na obrázcích 16 a 17.



Obrázek 16: LHBP označení zástavby u letiště [63]



Obrázek 17: LBSF označení zástavby u letiště [63]

Je stanoven určitý gradient klesání při příletu ( $>3^\circ$ ), a to u LKPR, EDDF, EFHK, LEBL a LZIB. Tento gradient mají spíše letiště ze zde řešených, která jsou ve střední vzdálenosti od města do 17 km. Výjimkou z tohoto tvoří letiště LHBP, které je 16 km od centra města, avšak tento gradient nemá určen. Zákaz/omezení použití APU je také hojně používáno jako protihlukové opatření/omezení a s tím související povinné použití GPU/klimatizace, pokud je k dispozici. Zajímavostí je, že letiště s nejbližší zástavbou, tj. LBSF a EYVI jsou letiště, která nemají zákaz/omezení použití APU. Někáká nařízení související s použitím APU nebo použitím GPU/klimatizace, pokud jsou k dispozici, je u každého letiště, až na LBSF a EYVI, ale to může být také dáno tím, že jsou ze zde řešených letišť jedni z nejmenších. Motorové zkoušky jsou u většiny letišť v noci povoleny jen na volnoběh nebo úplně zakázány. Úplný zákaz motorových zkoušek v nočních hodinách je u LFPG, LBSF a EYVI. To znamená u dvou letišť, která mají města nejbližší je zakázáno vytvářet hluk z leteckých motorů (jejich zkoušek) v průběhu noci. U LFPG jako nejdálšího letiště je možné, že je tento zákaz vydán, protože je to u velké aglomerace, a tudíž je možnost obtěžování hlukem z motoru pro více lidí v noci. V noci jsou také zakázány/omezeny výcvikové, tréninkové, testovací lety až na EFHK a LEBL. U LEBL a EFHK je možné tyto lety provádět mimo zástavbu (LEBL mohou lety letět nad moře a EFHK mohou letět na sever mimo osídlené oblasti).

Více než polovina ze zde řešených letišť nějak upravuje množství nočních slotů, protože se tím může zmenšit zátěž hlukem v okolní zástavbě.

#### 4.4 Počet dotčených obyvatel

V tabulce 18 lze vidět počet dotčených obyvatel hlukem z leteckého provozu v noci s hladinou hluku 50 dB a více. Data jsou z roku 2017 pouze pro letiště LGAV jsou data z roku 2007, protože novější data nejsou k dispozici.

Počet dotčených obyvatel také do jisté míry souvisí s blízkostí zástavby. Většinou platí, že čím větší množství zástavby/čím blíže k zástavbě, tím bude větší počet dotčených obyvatel. Avšak ne vždy je toto pravidlem. Jak je vidět u LBSF, které je z jedné strany blízko města z druhého směru dráhy, nemá v blízkosti ani vesnice.



	LKPR	EDDF	EFHK	LEBL	LFPG	LZIB	LHBP	LBSF	EYVI	LGAV
Počet dotčených obyvatel	16 100	28 500	2 700	12 400	28 100	400	5 700	0	3 000	4 800

Tabulka 18: Počet dotčených obyvatel hladinou hluku 50 dB a více v noci [64, 65, 66]

Co se týče poplatků u letišť, tak je zajímavé, že s pěti poplatky LBSF má počet dotčených obyvatel nulový. A tudíž neovlivňuje žádné obyvatele hlukem nad hranicí 50 dB. Přitom EFHK, které má šest poplatků v hlukové poplatkové politice, má v noci 2 700 dotčených obyvatel. Letiště, která mají menší počet poplatků, mají průměrný počet dotčených obyvatel. LHBP s jedním poplatkem má v noci 5 700 dotčených obyvatel a EYVI, také s jedním poplatkem, má 3 000 dotčených obyvatel. Nejvíce dotčených obyvatel má EDDF a LFPG, které jsou také u největších aglomerací z řešených letišť a mají průměrné množství poplatků, a to tři.

Ochranné hlukové pásmo je u LKPR a EDDF, což znamená, že je u dvou z letišť, která mají jedny z největší počtů dotčených obyvatel. Ochranná hluková pásma jsou vytvořena z toho důvodu, jak již bylo řečeno výše, aby se letiště chránila v případě překročení limitní hladiny hluku. V tomto pásmu mohou být za určitých podmínek limitní hranice hluku překročeny. A vzhledem k tomu, že u těchto dvou letišť je v noci větší množství dotčených obyvatel, a to hladinou hluku 50 dB a více, tak jsou tyto pásma opodstatněná. Například v LFPG nepoužívají ochranná hluková pásma, ale letadla jsou povinna v určité oblasti nepřekročit stanovenou minimální výšku nad terénem. Tato minimální výška pomáhá snížit hluk při sestupu (příletu) anebo odletu a tím i množství dotčených obyvatel.

Preference dráhového systému určitě pomáhá ve snížení počtu dotčených obyvatel. Jediné letiště EYVI nemá toto opatření/omezení definováno a má 3 000 dotčených obyvatel, což je průměr. U EYVI by preference dráhového systému nepomohla především z toho důvodu, že jsou v obou směrech dráhy obydlené oblasti. Zákaz používání určité RWY v noci je další možnost, jak snížit počet dotčených obyvatel. Toto opatření/omezení používá také LBSF, které má podle dostupných údajů nula dotčených obyvatel, a to může být zapříčiněno právě zákazem používání určité RWY. LBSF má RWY ve směru na město Sofie anebo ve směru od města. Když se zakáže přistávat/vzlétat ve směru RWY, která je na město, výrazně se tak sníží počet hlukem dotčených obyvatel. Trasy odletu SID jsou vypracovány tak, aby se co nejvíce zabránilo hluku z letadel, a tudíž snížil i počet dotčených obyvatel. Tyto trasy odletu mají určeny všechna řešená letiště. Totéž má na starosti i vyhýbání se zástavbě či určitým bodům na zemi. Reverz je jeden z nejhluchnějších prvků při přistání, a proto je na všech řešených letištích v noci omezen na volnoběh nebo zakázán. Omezením reverzu se zmenší počet dotčených obyvatel.

Zákaz/omezení použití APU také může mít dopad v tom smyslu, že se zmenší počet dotčených obyvatel hlukem z letišť. V EDDF není omezení použití APU, avšak je zde povinnost použití GPU/klimatizace, pokud jsou k dispozici. Toto může být dáno tím, že většina měst/vesnic je v delší vzdálenosti, a tím i počty obyvatel, kteří by byli dotčeni hlukem přímo na letišti, je menší. Pro lety na všechna řešená letiště, kromě LBSF, je zapotřebí mít letadlo certifikované dle ICAO Annex 16, Svazek I, to znamená, že musí mít ověřené hlukové certifikáty. Výcvikové, tréninkové, testovací lety jsou kromě EFHK a LEBL také v noci zakázány na řešených letištích. U LEBL mohou odletět tyto lety nad moře, a tudíž nezvětšit počet hlukem dotčených obyvatel v Barceloně a okolí a u EFHK zase mohou odletět na sever, avšak i tak je tam zástavba, kterou tyto lety mohou zasáhnout.

Letiště s největším počtem hlukem dotčených obyvatel jsou také ta, co mají omezený počet nočních slotů (kromě LEBL, které toto nemá). Také letiště LBSF, které má podle dostupných údajů minimum (nula) dotčených obyvatel v noci hladinou hluku 50 dB nebo větší, má omezen počet nočních slotů.

## 5 Návrh nočních hlukových opatření vhodných pro LKPR

Jak z práce vyplývá, jsou hluková opatření/omezení na LKPR velice dobře vypracována a nezaostávají ani za většími letišti. Stále však existuje několik opatření proti hluku, které je možno navrhnout na Letišti Václava Havla v Praze. Všechna opatření/omezení, které jsou v platnosti dosud na LKPR a nebyla by v konfliktu s nově navrženými, by zůstala v platnosti.

### 5.1 Hlukové poplatky

Dle evropských vzorů je více možností, jak změnit hlukové poplatky na LKPR. Hlukové kategorie, jak jsou nyní rozděleny na LKPR jsou dostačující vzhledem k tomu, že ostatní letiště mají například jen o dvě kategorie více nebo i o několik kategorií méně. Pro zamezení přiletů letadel v rámci hluboké noci, se jeví jako vhodné, rozdělit noční dobu podle vzoru EDDF. Na noční dobu 1 (22:00-23:00 LT a 05:00-06:00 LT) a noční dobu 2 (23:00-05:00 LT) s tím, že v rámci noční doby 1 jsou nižší poplatky než v noční době 2. V rámci noční doby 1 by částky hlukových poplatků zůstaly zachovány na stejné úrovni jako jsou nyní. Pro noční dobu 2 by se změnilo. Toto opatření by mohlo vést provozovatele letadel, kteří již mají historicky sloty v danou noční dobu (noční dobu 2), aby se jich vzdali pro sloty mimo noční dobu 2, čímž by se snížil hlukový dopad na obyvatelstvo v noci. Pro hlukové kategorie 10 až 13, které mají v současnosti určenou noční sazbu jako šestinásobek denní sazby, by se také určil šestinásobek denní sazby pro noční dobu 1. Avšak zvýšil by se na sedminásobek denní sazby pro noční dobu 2. Pro hlukovou kategorii 14, kde je v současnosti stanoven hlukový poplatek 540 Kč za tunu MTOW, by tento poplatek zůstal u noční doby 1. Zvýšil by se u noční doby 2 na 640 Kč za tunu MTOW.

Kumulativní rozdíl (EPNdB)	Hluková kategorie	Poplatek-noční sazba současná	Poplatek-noční doba 1	Poplatek-noční doba 2
>=30	1	0,30 Kč	0,30 Kč	0,33 Kč
27,5-29,9	2	0,60 Kč	0,60 Kč	0,66 Kč
25-27,4	3	0,90 Kč	0,90 Kč	0,99 Kč
22,5 - 24,9	4	1,50 Kč	1,50 Kč	1,65 Kč
20 - 22,4	5	2,10 Kč	2,10 Kč	2,31 Kč
17,5 - 19,9	6	3,00 Kč	3,00 Kč	3,30 Kč
15 - 17,4	7	6,00 Kč	6,00 Kč	6,60 Kč
12,5 - 14,9	8	16,00 Kč	16,00 Kč	17,60 Kč
10 - 12,4	9	32,00 Kč	32,00 Kč	35,20 Kč
7,5 - 9,9	10	96,00 Kč	96,00 Kč	112,00 Kč
5 - 7,4	11	132,00 Kč	132,00 Kč	154,00 Kč
2,5 - 4,9	12	168,00 Kč	168,00 Kč	196,00 Kč
0 - 2,4	13	216,00 Kč	216,00 Kč	252,00 Kč
< 0	14	540,00 Kč	540,00 Kč	640,00 Kč

Tabulka 19: LKPR noční hlukové poplatky – návrh [21, 22]

V tabulce 19 lze vidět návrh sazby nočních hlukových poplatků s přihlédnutím na rozdělení na noční dobu 1 a 2 a také jak jsou noční sazby za hlukové poplatky v současnosti. Pro noční dobu 2 jsou hlukové poplatky zvýšeny, jako příklad o 10 procent pro kategorie 1-9 a u kategorií 10-13 je vidět sedminásobek denní sazby. Všechny sazby jsou za započatou tunu MTOW letadla.

Jako pozitivní motivaci pro změnu letového parku na méně hlučná letadla je možno zavést pro provozovatele letadel incentivu neboli pobídku. Tato pobídka by byla ve smyslu prominutí hlukových poplatků na určitou dobu (například na 2 roky), pokud změní letadlový park, kterým na LKPR létají. Jako příklad lze uvést hlavní společnost, která na LKPR létá v noci, aby používala místo B737 - 800 novější B737 MAX - 8.

Další možnost u hlukových poplatků je určení minimální částky, která by se vybírala. Toto se uplatňuje v EFHK.

Zde je důležité také brát v úvahu to, že výnosy z hlukových poplatků musí být použity na protihlukové opatření (měření hluku atd.). Hlukové poplatky tedy musí být určeny tak, aby se finance využily účelně.

## **5.2 Změna povolených hlukových kategorií**

Na LKPR je omezen v noci pohyb určitých typů letadel podle Annex 16/I, část II. Možností je omezit pohyby určitých typů letadel, které jsou doposud povoleny v jistých částech noci (v konkrétní noční hodiny). Je možné v časech, které jsou nejdůležitější pro odpočinek lidí, snížit množství povolených typů letadel. Vzhledem k tomu, že v čase 02:00 do 03:55 LT nejsou schvalovány žádné odletové sloty, tak by se toto zpřísnění na povolené typy letadel dalo aplikovat právě v tuto dobu. Typy letadel, které by byly povoleny v čase 02:00 až 03:55 LT, by musely být nyní zařazeny do hlukových kategorií 1 až 7 (místo nynějších 1 až 9), musely by tedy splňovat podmínky pro zařazení do těchto hlukových kategorií. Pro letadla pod 45 t MTOW by se podmínky neměnily. Výjimky, které platí, by zůstaly zachovány. Vzhledem k tomu, že zde se již jedná o provozní omezení, byly by potřeba provést studie a analýzy celkového dopadu tohoto omezení, vzhledem k jeho přínosu ohledně hluku proti finančním a jiným ztrátám (například ztrátám určité klientely pro letiště a snížení počtu zaměstnanců). Toto omezení také podléhá schválení Úřadu pro civilní letectví a Evropské komise.

## **5.3 Omezení používání APU**

Omezení používání APU je na LKPR samozřejmě nařízeno [43]. Avšak je možné toto omezení ještě zpřísnit podle vzoru Španělska, tj. zkrátit dobu použití APU [19]. Navrhovaná opatření: po příletu záložní zdroj vypnout a připojit GPU/klimatizační jednotku nejpozději 2 minuty (nyní 5 minut) po umístění klínů po příletu/po zastavení. Před odletem, ne dříve než 5 minut (nyní 20 minut) před odstraněním klínů k odletu (target off block time – TOBT) povolit zapnutí APU. Pro širokotrupá letadla

10 minut před odstraněním klínu k odletu. Také je potřeba zajistit dodržování tohoto omezení používání APU. V současné době omezení používání APU není z velké části kontrolováno či postihováno. Tato opatření není samozřejmě možné vymáhat při nepříznivých klimatických podmínkách, a pokud zároveň není dostupná externí klimatizační jednotka. Dále by proto bylo potřeba investovat do klimatizačních jednotek, aby byly dostupné na vícero stání. Minimálně na všech stáních s nástupním mostem u budov terminálů. Přestože se LKPR nachází v mírném klimatickém pásmu, tak je potřeba počítat s faktem, že se prostor uvnitř letadel velice rychle zahřívá nebo ochlazuje v závislosti na okolním prostředí, pokud uvnitř letadla neproudí dostatečné množství vzduchu. Toto proudění klimatizovaného vzduchu je mnohdy nutné zajistit i při neextrémních okolních teplotách, neboť lidské tělo průměrně produkuje 100W tepla při sezení v klidu [67]. Při špičkovém provozu, kdy se očekává přidělování slotů pro odlet z důvodů kapacity vzdušného prostoru, je toto opatření velice nepraktické. Musí, proto být omezeno jen na čas před TOBT, aby letadla mohla být připravena k okamžitému odletu a nebyla limitována připojením klimatizační jednotky, a tedy klínů pod koly a GPU, neboť ve většině případů se klimatizační jednotka a GPU nachází v nástupním mostu. Následné odstranění klínů včetně vypojení výše zmíněného vybavení trvá určitou dobu s tím, že ne vždy může být připraven personál, který by tuto činnosti vykonal. Pozdržení zapnutí APU a delší využívání pozemních zdrojů (jak elektrických, tak klimatizačních) by po čase TOBT mělo být pouze na rozhodnutí velitele letounu a jeho koordinaci s handlingovým agentem. Propadnutí slotu, který se zlepšil na aktuální čas, by v konečném důsledku způsobilo větší zátěž než použití APU po TOBT, kromě toho, že by provozovatelům způsobilo velké provozní problémy.

## **5.4 Ustálené klesání při sestupu**

Ustálené klesání je doporučováno na více letištích, která jsou v práci zmíněna. Do českého AIP by bylo vhodné přidat informace, že se má používat postup ustáleného klesání při sestupu po STAR a při konečném přiblížení. Pokud je to možné z hlediska provozní bezpečnosti letového provozu a dalších provozních faktorů. Podobně jak je popsáno v kapitole 2.5 této práce. Při tomto postupu dochází ke snížení hluku, množství spáleného paliva a produkovaných emisí. Z primárního hlukového hlediska je nejvýhodnější fakt, že letadlo zůstává ve vyšších výškách delší dobu, a tím se snižuje hluková zátěž obyvatel. Je pravda, že postup ustáleného klesání při sestupu většinou zlepšuje situaci ve vzdálenějších lokalitách od letiště. Dopad zlepšení hlukové zátěže se tedy nedá úplně dobře změřit, protože je zde více rušivých elementů (silniční doprava atd.) a nejsou zde již většinou umístěny měřicí stanice.

## **5.5 Konfigurace minimálního hluku a odporu**

V současnosti není určeno, že by se při přeletu na všech STAR a přibližovacích postupech měla používat konfigurace minimálního hluku a odporu. Tato změna by se mohla provést ve spolupráci s ATC a samozřejmě pouze v případech, kdy je to provozně možné. Velice úzce souvisí s výše navrženým postupem ustáleného klesání v kapitole 5.4. Tuto konfiguraci minimálního hluku a odporu na všech

STAR a přiblížovacích postupech by bylo dobré zavést především na noc, kdy je méně letů. Aby při STAR a přiblížovacích postupech bylo možné používat konfiguraci minimálního hluku a odporu, je potřeba koordinace pilotů s řídicími letového provozu. Řídicí by měli plánovat sekvenci a předávat pilotům informace o očekávané vzdálenosti do přistání (distance to touchdown/track miles to go) při přiletu k letišti, aby si piloti mohli plánovat sestup a nebyli nuceni strmě klesat, používat spoilery/brzdící klapky, vztlkové klapky a otevírat podvozek nad hustě obydlenými oblastmi, čímž se využije jiná konfigurace, než konfigurace minimálního hluku a odporu. Anebo naopak, v nízké výšce nad obydlenými oblastmi přidávat tah nad minimální. Tím, že by bylo na všech STAR a přiblížovacích postupech určeno, že se má používat konfigurace minimálního hluku a odporu v noci, pokud je to provozně možné, by došlo ke snížení počtu obyvatelstva a oblastí zasažených nadměrným hlukem při přiletu k letišti. Používání těchto postupů nejen v noci, ale i ve dne je samozřejmě vhodnější nejen pro hlukovou zátěž, ale také pro snížení emisí, spotřebu pohonných hmot a je to také v zájmu samotných provozovatelů. Konfigurace minimálního hluku a odporu by se měla držet co nejdéle také ve fázi konečného přiblížení, kde je právě hluková zátěž největší a dá se rozpoznat, jestli je hluk z letadel či nikoliv.

## **5.6 Zvýšení úhlu sestupu pro přiblížovací proceduru v noci**

Níže uvedený návrh byl konzultován s profesionálními piloty létajícími na typu Boeing B737. Boeing B737 je v noci podle dostupných informací webových stránek letiště Praha (přilety/odlety) a flightradar24 nejfrekventovanějším typem na LKPR [53] [68]. V současné době se na LKPR používá úhel  $3^\circ$  (nesmí být menší než  $3^\circ$  dle českého AIP) pro všechna přiblížení na všech drahách. Možnou variantou je zvýšení úhlu sestupu pro přiblížovací proceduru v noci například na  $3,5^\circ$ . V tomto případě je ale potřeba zvážit typy letadel, která v noci na LKPR přistávají a jejich případnou změnu v konfiguraci při klesání při přiblížení s větším úhlem. Zvýšení úhlu by mělo být pouze takové, aby piloti nebyli nuceni použít vyšší stupeň/úhel vztlkových klapek, aby zamezili nestabilizovanému přiblížení a nezvětšila se náročnost tohoto manévru pro piloty. Všechny možné úhly sestupu nejenom  $3,5^\circ$  (například  $3,2^\circ$ ) by vyžadovaly podrobnější analýzu. Pokud by se pro noční hodiny tento úhel zvětšil na  $3,5^\circ$ , znamenalo by to výškový rozdíl na FAP/FAF 450 ft. Pro tento úhel platí, že při rychlosti 160kt vůči zemi, nedosáhne rychlost sestupu ani 1 000 ft/min. Vzhledem k většímu provozu přes den je toto opatření vhodné pouze pro noční provoz. Opatření zvýšení úhlu pro přiblížovací proceduru lze provést dvěma způsoby. Změnou ILS a přenastavením PAPI, což by však vyžadovalo velké finanční náklady a změna by byla účinná i pro denní provoz, protože změna ILS a přenastavení PAPI by bylo funkční i přes den. Nebo aby se vyhnulo změně ILS a PAPI, bylo by vhodné tuto změnu udělat pro RNP přiblížení, čili definovat novou proceduru pro RNP přiblížení pro noc, s úhlem sestupu  $3,5^\circ$  (nebo dle analýz jiný úhel sestupu), při kterém není nezbytně nutné používat PAPI, a tudíž by ILS a PAPI mohly zůstat nastavené na úhel sestupu  $3^\circ$ . Fakt, že úhel sestupu tohoto nového přiblížení se liší od PAPI, se musí

zveřejnit v příslušných dokumentech pro přiblížení, dle ICAO Doc 9905 [69]. Na toto přiblížení musí mít letadla potřebné navigační vybavení. Oba tyto způsoby by zabezpečily vyšší výšku nad zemí v určitém bodě. Změna by musela být také diskutována a konzultována s ATC.

## **5.7 Zvýšení rychlosti sestupu při konečném přiblížení**

Na LKPR existuje ATC procedura, která v případě potřeby zvýšení rozstupů mezi letadly ukládá zpomalit letadla na 160kt [43]. Což pro některé typy může znamenat nutnost vytažení přistávacích klapek na větší úhel, a tedy i podvozku, který je při větším úhlu přistávacích klapek povinný dle provozního manuálu letounu, v tomto případě Boeing B737 [70]. Aerodynamický odpor vytaženého podvozku je největší zdroj hluku. Tento fakt platí také pro Boeing B737 při většině provozovaných přistávacích hmotností. Vzhledem k tomu, že se jedná o nejpoužívanější typ na LKPR v noci [53] [68], jde o značnou část hlukové zátěže, kterou by bylo vhodné snížit. Náprava tohoto faktu závisí pouze na změně procedury ATC, není finančně nákladná. Požadované snížení rychlosti by tedy mohlo být pouze na 170kt místo 160kt. Při této rychlosti by již bylo zajištěno, že nejpoužívanější typy letadel [53] [68] už nebudou nuceny předčasně vysouvat přistávací klapky na vyšší stupeň, a tím i vysouvat podvozek.

## **5.8 Změny při odletu**

Na LKPR jsou SID trasy navrženy. Ne vždy jsou ale dodržovány, protože ATC umožní letounům odklon na přímější trasu. Zde by stálo za úvahu zvýšení výšky, ze které je možné se ze SID nebo z osy RWY odklonit a odletět přímo na trať. Současně se zvýšením výšky by se měla prodloužit i vzdálenost od DME OKL (měřič vzdálenosti s názvem OKL). V úvahu by bylo možné brát změnu odletů na RWY 06. Zde je v současné době odklon od SID nebo osy RWY možný po minutí výšky 5 000 ft/1 530 m AMSL nebo až po minutí vzdálenosti 6,2NM DME OKL dle principu, co nastane dříve [9]. Při zvýšení výšky na 6 000 ft/1 828,8 m a současném zvětšení vzdálenosti na 7,5 NM DME OKL, by se odlétávající letadla vyhnula Roztokům a při točení na jih, by byla nad Prahou ve větší výšce. V obráceném směru na RWY 24 není potřeba nyní definovanou vzdálenost či výšku měnit, protože tímto směrem není žádná větší zástavba. Současný stav je vzhledem k zástavě a hustotě osídlení dostačující. Současná opatření možnosti odklonu ze SID nebo z osy RWY 12/30 jsou dostatečná a není je tedy nutné měnit, i s ohledem na to, že jsou RWY 12/30 využívány minimálně a do budoucna se uvažuje o jejich uzavření. Je také možnost specifikovat odletovou trať podle toho, jak je letadlo hlučné a také definovat ji tak, aby trať byla mimo obce. Tato možnost, ale z hlediska technologií ATC a vybavenosti letadel, není v současnosti proveditelná.

## 5.9 Další možnosti

Další možné návrhy nočních hlukových opatření na LKPR jsou například: posunutí prahu dráhy při přistání, používání různých příletových tratí v různých hodinách do budoucna, až bude v provozu paralelní RWY, zavést týdenní cykly použití RWY. U posunutí prahu dráhy je užitečný fakt, že letadla budou nad obydlenu oblastí výše než doposud, čímž se sníží hluková zátěž. U používání různých příletových tratí v různých hodinách se zajistí, že nebude jedna trať používána celou noc a tím, že se rozmělní zátěž hlukem v jednotlivých oblastech. Po vybudování paralelní RWY 06/24 a vytvoření týdenních cyklů používání RWY v noci, by se v jednom týdnu zmínil hluk v okolí jedné RWY a v druhém zase v okolí druhé RWY.



## 6 Zhodnocení přínosu navrhovaných opatření

Všechna výše navrhovaná opatření vedou k přínosům ze strany snížení hlukové zátěže pro obyvatele okolních obcí a měst v blízkosti letiště a v širším okolí a také ke snížení emisí a uhlíkové stopy. Tato navrhovaná opatření/omezení byla vybrána také v souvislosti s možností jejich realizace. Navrhovaná opatření jsou převážně při příletech, především z toho důvodu, že na odletech již LKPR má velice dobré opatření/omezení.

Některá z navrhovaných opatření nevyžadují další dodatečné finanční náklady, pokud se nepočítá s náklady na zaměstnance, kteří by museli realizovat a zavést do praxe nová opatření. U těch, co vyžadují další finanční náklady, by se musela provést studie a další analýza, zda užitek ve smyslu snížení hlukové zátěže na obyvatele je větším benefitem než finanční náklady, které by u těchto návrhů byly. Například, na zpřísnění používání APU, kde by byly náklady na pořízení GPU/klimatizačních jednotek a u zvýšení úhlu na přibližovací proceduru, by byly náklady na změnu ILS a PAPI, pokud by se nepoužila procedura RNP. Změna úhlu ILS a PAPI by ovšem znamenala použití tohoto úhlu i přes den.

Hlukové poplatky, jejich zvýšení pro noční dobu 2 jsou zde proto, aby provozovatelé změnili své zvyky létat v noci, v jejich nejhlubších částech. Toto zvýšení by ale nemělo být diskriminační vůči jakémukoliv provozovateli či uživateli letiště, a proto je navržené zvýšení jen o 10 % u hlukových kategorií 1 až 9. Rozdělení noční doby 1 (22:00-23:00 LT a 05:00-06:00 LT) a noční doby 2 (23:00-05:00 LT) je přínosné právě kvůli možnostem mít rozdílné hlukové poplatky pro konkrétní části noci. Toto rozdělení má také možnost zvýraznit tu část noci, kdy by měl být nejmenší hluk a obyvatele v okolí měli největší klid. Dalším nezanedbatelným přínosem pro LKPR je možný zisk z těchto poplatků. Rozdělením noční doby se sice nezmění hlukové limity (není to podstatné z tohoto hlediska), ale je to výhodné ze strany podpory obyvatel zasažených obcí.

Jako pozitivní motivace pro provozovatele letadel je také navržená pobídka prominutí poplatků při zavedení méně hlučných typů/modifikací letadel. V tabulce 20 je vidět rozdíl zařazení letadel do hlukových kategorií na LKPR při použití různých modifikací stejného typu letadla. Je vidět značný rozdíl hlukové kategorie při použití obou lepších variant letadel, ale větší rozdíl je u A320-251 NEO a A320-211. Kumulativní rozdíl byl počítán z dat uvedených v Type Certificate Data Sheets (datových listech pro typová osvědčení) od Evropské agentury pro bezpečnost letectví [71] pro určité modifikace letadel. Je tedy vidět, že když provozovatelé vymění letový park a budou létat s méně hlučnými letadly, zmírní se dopad na obyvatele a provozovatelé sníží i svoje náklady na hlukové poplatky. Vzhledem k navržené pobídce mohou být hlukové poplatky na určitou dobu i nulové.

Typ/modifikace letadla	Max. vzletová /přistávací hmotnost (kg)	Kumulativní rozdíl	Hluková kategorie
B737 MAX - 8	74 570/68 174	25,5	3
B737 - 800	74 990/65 317	14,9	8
A320-251NEO	75 500/66 300	30,4	1
A320-211	75 500/66 000	12,7	8

Tabulka 20: Rozdělení letadel do hlukových kategorií na LKPR [22, 71]

Další navrhovaná opatření jsou především provozního charakteru a také většina musí být ve spolupráci s řídicími letového provozu. Zavedením konfigurace minimálního hluku a odporu by se zamezilo hluku při použití nezbytných spoilerů/brzdících klapek a vztlakových klapek. Hlavním přínosem ustáleného klesání je fakt, že by se omezilo používání tahu motoru, pokud je to možné, čímž by se nezvětšoval hluk z letu. Protože konfigurace minimálního hluku a odporu je bez použití mechanizace na křídlech je i hluk minimalizován, zmenší se spotřeba paliva a tím se sníží i emise. V některých případech, kdy je potřeba zvýšení odporu a snížení vztlaku a tím zrychlení sestupu, se předčasně vysouvá podvozek. Tomu by se zabránilo aplikací konfigurace minimálního hluku a odporu ve spolupráci s řídicími letového provozu.

Omezení pohybů určitých typů letadel na určité části noci (změna povolených hlukových kategorií) by mohlo mít za přínos opět zmenšení hlukové zátěže na obyvatelstvo vzhledem k tomu, že by se zpřísnilo, které typy mohou na letiště od 02:00 do 03:55 LT. Toto omezení lze spojit s výše uvedenou pobídkou (odpuštění hlukových poplatků), jak motivovat provozovatele letadel k novějším či modifikovaným typům letadel, a tedy méně hlučných. Pro zpřísnění pohybů určitých typů v určité části noci by bylo potřeba jako provoznímu omezení provést studie a analýzy.

Zvýšení úhlu pro přiblížovací proceduru v noci má také svoje přínosy. Zvýšením úhlu ze 3° na 3,5° se zvýší výška nad obydlenými oblastmi v blízkosti letiště a tím se zmenší hluk, protože letadla budou výše než dříve. V tabulce 21 lze vidět, jak se změní výška letadla nad Horoměřicemi při zvýšení sestupového úhlu. Neberou se v této tabulce v potaz rozdíly nadmořských výšek LKPR a Horoměřic ani typy letadel, která by musela měnit konfiguraci při přistání s větším úhlem. Je zde uveden pouze rozdíl výšky při změně úhlu sestupu.

Sestupový úhel	Rozdíl výšky oproti sestupovému úhlu 3°
3,2°	15,76 m
3,5°	39,40 m
3,7°	55,17 m
4°	78,84 m

Tabulka 21: Rozdíly výšky letadel nad Horoměřicemi při změně sestupového úhlu

V tabulce 22 lze vidět rozdílné hladiny intenzity hluku nad Horoměřicemi pro různé sestupové úhly pro Boeing B737 MAX - 8. Při výpočtu se neberou v úvahu různé atmosferické vlivy na šíření zvuku. V rovnici číslo 3 je vzorec, kterým se vypočítala výška nad Horoměřicemi. Kde  $x$  je výška nad Horoměřicemi v metrech,  $\alpha$  je sestupový úhel, 4 500 je přibližná vzdálenost Horoměřic od prahu RWY v metrech, 72 je rozdíl nadmořské výšky Horoměřic a LKPR v metrech.

$$x = (\tan \alpha * 4\,500) + 72 \quad [\text{m}] \quad (3)$$

Rovnice číslo 4 definuje výpočet hladiny intenzity hluku  $L$ , kde 120 je výška v metrech v referenčním měřicím místě při přiblížení. Hlukový limit letadla je z dat uvedených v Type Certificate Data Sheets (datových listech pro typová osvědčení) od Evropské agentury pro bezpečnost letectví [71]. Rovnice je odvozena ze vzorce ve zdroji číslo [72].

$$L = \text{hlukový limit letadla} + 20 \log\left(\frac{120}{\text{výška letadla nad zemí}}\right) \quad [\text{dB}] \quad (4)$$

Sestupový úhel $\alpha$	Výška nad Horoměřicemi	Hladina intenzity hluku [dB]	Rozdíl hladiny intenzity hluku [dB] oproti 3°
3°	307,83 m	92,3174	0
3,2°	323,59 m	91,8837	0,4337
3,5°	347,23 m	91,2712	1,0462
3,7°	363,00 m	90,8855	1,4319
4°	386,67 m	90,3368	1,9806

Tabulka 22: Rozdíly hladiny intenzity hluku [71]

Je na zvážení a další analýze, zda větší úhel sestupu, a tím větší výška nad obydlenými oblastmi a také používání spoilerů/brzdících klapek a vzlakových klapek, je výhodnější než menší úhel sestupu a použití méně této mechanizace. V této práci se výše navrhuje pouze zvýšení na 3,5°, právě vzhledem k tomuto rozporu.

Změna výšky a vzdálenosti při odletu při odklonu ze SID či z osy RWY by přinesla změnu v tom, že by se nezatáčelo tolik nad obcemi a také oblévání by bylo z větší dálky a přelet nad Prahou by byl ve větší výšce a v okrajových částech Prahy. Proto tento návrh nebude mít takový dopad na obyvatelstvo přímo u letiště, ale ve větší vzdálenosti, kde není vždy možné změřit hluk, zda opravdu pochází z letového provozu. Je také na zvážení a další analýzu, jaký dopad bude mít tento návrh na spotřebu paliva letadla tím, že se bude muset prodloužit trasa, kterou budou muset letadla uletět.

Velký význam pro snížení hluku má změna rychlosti při potřebě zvýšení rozstupu letadel. Jelikož ATC má v současnosti proceduru nastavenou na 160kt, jsou letadla nucena vysouvat podvozek předčasně. Tím, že se zvýší rychlost na 170kt, vysunutí podvozku předčasně již nebude potřeba, a tudíž se nezvýší hluk ve větší vzdálenosti od letiště vlivem velkého aerodynamického odporu, který vysunutý podvozek způsobuje. V tomto opatření záleží na typu letadla, a dále na spolupráci s ATC a jejich ochotě změnit svoje procedury. Hlavní je také provozní bezpečnost.

Nemalým přínosem v blízké budoucnosti je i výstavba paralelní RWY k RWY 06/24. Tímto by se snížil hluk v okolí městských částí Praha Řepy a také na Kladensku při použití RWY 12/30. RWY 12/30, která bude vyřazena z provozu. S touto výstavbou by se poté mohly zavést týdenní cykly na střídání používání RWY v noci a tím snížit i hlukovou zátěž pro obce zasažené buď jednou RWY nebo druhou RWY.

## **6.1 SWOT analýza navrhovaných opatření/omezení**

SWOT analýza je základní a univerzální analytická metoda. Tato analýza byla použita pro porovnání jednotlivých návrhů a jejich vyhodnocení. Pro určení váhy jednotlivých segmentů byla použita stupnice 0,0 až 1,0. Kde 1 je nejvyšší váha (100 %). Součet vah musí být roven 1. Pro hodnocení byla zvolena stupnice od 1 do 5 a od -1 do -5. Kde platí, že 5 je největší „silná stránka“ a největší „příležitost“ a, -5 je největší „slabá stránka“ a největší „hrozba“. Toto je z důvodu následného porovnávání, aby se hodnoty pro silné a slabé stránky navzájem odečetly.

V tabulkách 23 až 25 a 27 až 31 je v prvním sloupci zvolený příslušný faktor/ukazatel, ve druhém je váha jemu přiřazená (jak moc je pro nás důležitý). Ve třetím sloupci je hodnocení, jejich výkonnost (jak moc je účinný). Ve čtvrtém sloupci je pak násobek váhy a hodnocení.

V tabulkách 26 a 32 pro zhodnocení je součet výsledků z předešlých tabulek, ze sloupce 4. Nejlepší je to navržené opatření/omezení, které má největší výslednou hodnotu.

Pro účely této analýzy a relevantní možnost porovnání byly návrhy 1 až 8 rozděleny do dvou skupin, obecná opatření a opatření za letu.

### **6.1.1 Obecná opatření**

Obecná opatření jsou hlukové poplatky (tabulka 23), změna povolených hlukových kategorií (tabulka 24) a omezení používání APU (tabulka 25). Tato opatření letecký provoz ovlivňují nepřímo. Při hodnocení této skupiny byla hlavním faktorem především finanční náročnost jejich realizace.

V tabulce 23 se analyzuje změna hlukových poplatků. Zde jako velká „hrozba“ je brán především odliv leteckých dopravců v důsledku navýšení poplatků. Realizace tohoto opatření zcela závisí na LKPR, proto jako slabé stránky jsou voleny administrativní úkony. Jako „silné stránky“ jsou brány finanční nenáročnost změny a získání více finančních prostředků na protihluková opatření.

<b>Hlukové poplatky</b>	<b>Váha</b>	<b>Hodnocení</b>	
<b>Silné stránky</b>			
Realizace finančně nenáročná	0,3	4	1,2
Možnost různých incentív	0,3	4	1,2
Vyšší finanční prostředky na protihluková opatření	0,4	5	2
<b>Součet</b>			<b>4,4</b>
<b>Slabé stránky</b>			
Spolupráce mezi úseky Letiště Praha	0,2	-2	-0,4
Změna příslušné dokumentace letiště Praha	0,4	-3	-1,2
Změna v AIP	0,1	-2	-0,2
Zvýšená administrativa	0,3	-4	-1,2
<b>Součet</b>			<b>-3</b>
<b>Příležitosti</b>			
Využití incentív – příliv provozovatelů	0,2	3	0,6
Použití méně hlučných letadel	0,3	3	0,9
Zlepšení kvality života obyvatel v okolí letiště	0,5	5	2,5
<b>Součet</b>			<b>4</b>
<b>Hrozby</b>			
Možný odliv leteckých společností	0,7	-5	-3,5
Neochota provozovatelů letadel platit vyšší částky	0,3	-2	-0,6
<b>Součet</b>			<b>-4,1</b>

Tabulka 23: SWOT analýza – Hlukové poplatky

V tabulce 24 je analyzován návrh změny povolených hlukových kategorií v určitou část noci. Vzhledem k tomu, že tato změna již podléhá i odsouhlasení Evropskou komisí a ÚCL, byly tyto instituce zahrnuty i do hodnotících faktorů. Případné neodsouhlasení návrhu Evropskou komisí je zde považováno za zcela zásadní „hrozbu“ pro zavedení návrhu do praxe.

<b>Změna povolených hlukových kategorií</b>	<b>Váha</b>	<b>Hodnocení</b>	
<b>Silné stránky</b>			
Realizace finančně nenáročná	0,4	4	1,6
Snížení hladiny hluku	0,5	5	2,5
Snížení emisí	0,1	2	0,2
<b>Součet</b>			<b>4,3</b>
<b>Slabé stránky</b>			
Spolupráce s ATC	0,2	-4	-0,8
Spolupráce s ÚCL	0,3	-4	-1,2
Spolupráce s Evropskou komisí	0,3	-5	-1,5
Změna v AIP	0,1	-2	-0,2
Změna příslušné dokumentace letiště Praha	0,1	-4	-0,4
<b>Součet</b>			<b>-4,1</b>
<b>Příležitosti</b>			
Zlepšení kvality života obyvatel v okolí letiště	0,8	5	4
Snížení spotřeby paliva	0,2	3	0,6
<b>Součet</b>			<b>4,6</b>
<b>Hrozby</b>			
Možný odliv leteckých společností	0,2	-5	-1
Koordinace/spolupráce s různými organizacemi	0,3	-5	-1,5
Neodsouhlasení návrhu Evropskou komisí	0,5	-5	-2,5
<b>Součet</b>			<b>-5</b>

Tabulka 24: SWOT analýza – Změna povolených hlukových kategorií

V tabulce 25 je analyzován návrh omezení používání APU. „Hrozba“ spolupráce handlingových agentů a posádek letadel je brána z hlediska možného rozhodnutí posádky letadla o zapnutí APU v jiném čase, než bylo původně požadováno, a tím možnosti zpoždění odletu letadla.

Omezení používání APU	Váha	Hodnocení	
<b>Silné stránky</b>			
Snížení hladiny hluku přímo na letišti	0,5	5	2,5
Snížení emisí	0,5	3	1,5
Součet			4
<b>Slabé stránky</b>			
Realizace finančně náročná	0,8	-5	-4
Změna v AIP	0,1	-2	-0,2
Změna příslušné dokumentace letiště Praha	0,1	-2	-0,2
Součet			-4,4
<b>Příležitosti</b>			
Snížení spotřeby paliva	0,4	3	1,2
Zlepšení kvality života/práce	0,6	4	2,4
Součet			3,6
<b>Hrozby</b>			
Spolupráce handlingových agentů a posádek letadel	1	-3	-3
Součet			-3

Tabulka 25: SWOT analýza – Omezení používání APU

V tabulce 26 jsou výsledná porovnání návrhů skupiny 1. Jako nejvíce účinné a snadno realizovatelné podle analýzy skupiny 1 vychází navržená změna hlukových poplatků. Následuje změna omezení používání APU, které je velmi náročné především na financování. Jako poslední je změna hlukových kategorií. Zde se projevila zejména nutnost administrativních úkonů s dalšími institucemi mimo LKPR.

Opatření	Interní	Externí	Celkem
Hlukové poplatky	1,4	-0,1	1,3
Změna povolených hlukových kategorií	0,2	-0,4	-0,2
Omezení používání APU	-0,4	0,6	0,2

Tabulka 26: Zhodnocení SWOT analýzy skupiny 1

### 6.1.2 Opatření za letu

Opatření za letu jsou ustálené klesání při sestupu (tabulka 27), konfigurace minimálního hluku a odporu (tabulka 28), zvýšení úhlu sestupu pro přibližovací procedury (tabulka 29), zvýšení rychlosti sestupu při konečném přiblížení (tabulka 30) a změny při odletu (tabulka 31). U těchto opatření je již přímo ovlivněn letecký provoz, způsob pilotáže, a tedy je zde i možný předpoklad vzniku konfliktů za letu. V této skupině hlavním a zásadním kritériem bylo především snížení hluku z letecké dopravy, proto v silných

stránkách je většinou uveden jen tento faktor. Ostatní kladné stránky jsou uvedeny v příležitostech – jsou prospěšné hlavně pro provozovatele a majitele letadel.

V tabulce 27 je analyzován návrh ustáleného klesání při sestupu. „Hrozby“ v tomto návrhu jsou možný konflikt mezi provozem a nejistota o polohách letadel při přiblížení. Obě jmenované „hrozby“ jsou způsobeny charakterem postupu ustáleného klesání při sestupu. To samé platí i u „slabé stránky“ využití postupu při nízké kapacitě provozu, avšak zde je to interní záležitost.

<b>Ustálené klesání při sestupu</b>	<b>Váha</b>	<b>Hodnocení</b>	
<b>Silné stránky</b>			
Snížení hladiny hluku	0,6	5	3
Snížení emisí	0,4	3	1,2
Součet			4,2
<b>Slabé stránky</b>			
Spolupráce s ATC	0,4	-4	-1,6
Změna příslušné dokumentace	0,1	-3	-0,3
Využití při nízké kapacitě provozu	0,3	-5	-1,5
Změna v AIP	0,1	-2	-0,2
Nemožnost přesného změření hluku	0,1	-4	-0,4
Součet			-4
<b>Příležitosti</b>			
Zlepšení kvality života obyvatel ve větší vzdálenosti od letiště	0,6	5	3
Snížení spotřeby paliva	0,4	4	1,6
Součet			4,6
<b>Hrozby</b>			
Možný konflikt mezi provozem	0,5	-4	-2
Nejistota o polohách letadel při přiblížení	0,5	-4	-2
Součet			-4

Tabulka 27: SWOT analýza – Ustálené klesání při sestupu



V tabulce 28 je analyzován návrh konfigurace minimálního hluku a odporu. Jako „hrozba“ je zvolena neochota spolupráce ze strany ATC, vzhledem k tomu, že tato konfigurace vyžaduje od ATC větší koordinaci s piloty letadel.

<b>Konfigurace minimálního hluku a odporu</b>	<b>Váha</b>	<b>Hodnocení</b>	
<b>Silné stránky</b>			
Snížení hladiny hluku	0,8	5	4
Snížení emisí	0,2	3	0,6
Součet			4,6
<b>Slabé stránky</b>			
Spolupráce s ATC	0,5	-4	-2
Změna v AIP	0,1	-2	-0,2
Změna příslušné dokumentace	0,4	-3	-1,2
Součet			-3,4
<b>Příležitosti</b>			
Zlepšení kvality života obyvatel v okolí letiště	0,7	5	3,5
Snížení spotřeby paliva	0,3	3	0,9
Součet			4,4
<b>Hrozby</b>			
Neochota spolupráce ze strany ATC	1	-5	-5
Součet			-5

Tabulka 28: SWOT analýza – Konfigurace minimálního hluku a odporu

V tabulce 29 je analyzován návrh zvýšení úhlu sestupu pro přiblížovací proceduru. U tohoto návrhu jsou dvě možnosti realizace. V případě změny ILS a PAPI je „slabá stránka“ finanční náročnost. V případě RNP přiblížení je velká „hrozba“ potřeba mít v letadle příslušné vybavení.

<b>Zvýšení úhlu sestupu pro přiblížovací proceduru</b>	<b>Váha</b>	<b>Hodnocení</b>	
<b>Silné stránky</b>			
Snížení hladiny hluku	0,8	5	4
Snížení emisí	0,2	2	0,4
<b>Součet</b>			<b>4,4</b>
<b>Slabé stránky</b>			
Spolupráce s ATC	0,1	-4	-0,4
Změna příslušné dokumentace	0,1	-3	-0,3
Změna v AIP	0,1	-2	-0,2
Při změně ILS a PAPI finančně náročné	0,7	-5	-3,5
<b>Součet</b>			<b>-4,4</b>
<b>Příležitosti</b>			
Zlepšení kvality života obyvatel v okolí letiště	0,3	5	1,5
Snížení spotřeby paliva	0,2	3	0,6
Větší výška letadla nad obydlenými oblastmi	0,5	5	2,5
<b>Součet</b>			<b>4,6</b>
<b>Hrozby</b>			
Potřeba příslušného vybavení v letadlech pro RNP	0,5	-4	-2,0
Složitější pro piloty	0,2	-4	-0,8
Použití mechanizace křídla	0,3	-5	-1,5
<b>Součet</b>			<b>-4,3</b>

Tabulka 29: SWOT analýza – Zvýšení úhlu sestupu pro přiblížovací proceduru

V tabulce 30 je analyzován návrh zvýšení rychlosti sestupu při konečném přiblížení. Zde je v „silných stránkách“ zohledněna i finančně nenáročná realizace pro LKPR, protože jde o změnu postupů v rámci ATC. Vzhledem k tomu, že se jedná o změnu v konečném přiblížení na přistání je zde jako „hrozba“ uvedena potřeba zajištění rozstupů s dostatečnou úrovní bezpečnosti.

<b>Zvýšení rychlosti sestupu při konečném přiblížení</b>	<b>Váha</b>	<b>Hodnocení</b>	
<b>Silné stránky</b>			
Snížení hladiny hluku	0,7	5	3,5
Realizace finančně nenáročná	0,2	3	0,6
Snížení emisí	0,1	2	0,2
Součet			4,3
<b>Slabé stránky</b>			
Spolupráce s ATC	0,5	-4	-2
Změna v AIP	0,1	-2	-0,2
Změna příslušné dokumentace	0,4	-3	-1,2
Součet			-3,4
<b>Příležitosti</b>			
Zlepšení kvality života obyvatel v okolí letiště	0,7	5	3,5
Snížení spotřeby paliva	0,3	3	0,9
Součet			4,4
<b>Hrozby</b>			
Zajištění rozstupů s dostatečnou úrovní bezpečnosti	1	-5	-5
Součet			-5

Tabulka 30: SWOT analýza – Zvýšení rychlosti sestupu při konečném přiblížení

V tabulce 31 je analyzován návrh změny při odletu. Zde se při realizaci jedná především o administrativní úkony, proto jsou zde uvedeny jako „slabé stránky“. „Silná stránka“ odklon od obydlených oblastí s sebou také přináší „slabou stránku“ prodloužení délky letu.

Změny při odletu	Váha	Hodnocení	
<b>Silné stránky</b>			
Snížení hladiny hluku	0,3	5	1,5
Odklon od obydlených oblastí	0,5	4	2
Realizace finančně nenáročná	0,2	3	0,6
Součet			4,1
<b>Slabé stránky</b>			
Spolupráce s ATC	0,2	-4	-0,8
Změna příslušné dokumentace	0,2	-3	-0,6
Prodloužení délky letu	0,3	-4	-1,2
Změna v AIP	0,1	-2	-0,2
Nemožnost přesného změření hluku	0,2	-2	-0,4
Součet			-3,2
<b>Příležitosti</b>			
Zlepšení kvality života obyvatel ve větší vzdálenosti od letiště	0,5	5	2,5
Větší výška letadla nad obydlenými oblastmi	0,5	5	2,5
Součet			5
<b>Hrozby</b>			
Zvýšení spotřeby paliva	1	-5	-5
Součet			-5

Tabulka 31: SWOT analýza – Změny při odletu

V tabulce 32 jsou výsledná porovnání návrhů skupiny 2. Jako nejvíce účinné a snadno realizovatelné podle analýzy skupiny 2 vychází navržená změna při odletu. Je zde potřeba upozornit, že všechna ostatní opatření v této skupině jsou na přiletu, a tedy by se měla posuzovat samostatně. V navržených přiletových opatření podle SWOT analýzy nejlépe vyšlo ustálené klesání při sestupu.

Opatření	Interní	Externí	Celkem
Ustálené klesání při sestupu	0,2	0,6	0,8
Konfigurace minimálního hluku a odporu	1,2	-0,6	0,6
Zvýšení úhlu sestupu pro přiblížovací proceduru	0	0,3	0,3
Zvýšení rychlosti sestupu při konečném přiblížení	0,9	-0,6	0,3
Změny při odletu	0,9	0	0,9

Tabulka 32: Zhodnocení SWOT analýzy skupiny 2

## 6.2 Diskuse výsledků SWOT analýzy

Protože neexistují žádné obecně platné ukazatele (pravidla), podle kterých by se zde uvedené návrhy nočních hlukových opatření daly hodnotit, byly faktory/ukazatele definovány tak, aby byly, pokud možno společné pro všechny návrhy a aby se daly navzájem porovnat. Hodnocení a váhy pak zcela vycházejí ze subjektivního úsudku, z poznatků při psaní této diplomové práce a ze znalostí leteckého provozu.

Návrh změna povolených hlukových kategorií vyšla ve SWOT analýze jako nejhorší, zejména pro nutnost odsouhlasení od Evropské komise, pro potřebu pro tuto komisi vytvářet dodatečné studie a analýzy. Tento výsledek odpovídá i informacím od pracovníků Letiště Praha, oddělení Životního prostředí, kteří se problematikou hluku a hlukových opatření na LKPR zabývají.

SWOT analýza je přiměřený prostředek, jak určit vhodnost či nevhodnost daného návrhu. V tomto případě záleží také na zvolených faktorech a je možné, že po detailnějších a sofistikovanějších rozborech by analýza vyšla jinak. Tato diplomová práce si nedala za cíl navržená opatření detailněji zpracovat. Každé opatření/omezení by tak mohlo být tématem na samostatnou diplomovou práci.

## 7 Závěr

Hluk je součástí každodenního života lidí a je jedním z negativních vlivů, které na člověka působí. Hluk z letecké dopravy je vnímán obzvláště silně a u každého jedince jinak.

V současné době, po pandemii Covid - 19 a s ní spojeným útlumem letecké dopravy, je letecká doprava opět na vzestupu. Vzniká tedy i potřeba zrevidovat a přehodnotit hluková opatření, jejich aktuálnost a účinnost.

Pro porozumění problematice byla v diplomové práci jako první uvedena legislativa česká i evropská, která se problematikou hluku obecně i problematikou hluku z leteckého provozu zabývá. Jsou zde uvedeny předpisy, nařízení, Annex 16/I, zákony a směrnice. Jsou z nich vybrány kapitoly/ svazky či jiné oddíly těchto předpisů, které nějak souvisí s hlukem, či s hlukem a leteckou dopravou. Jsou zde i uvedeny hlukové ukazatele, pomocí kterých se hluk měří a stanovuje se jeho intenzita a jednotlivé možnosti, jak se hluku z letecké dopravy bránit využitím různých hlukových opatření a omezení.

K získání přehledu, jak se dá přistupovat k hlukovým opatřením, byla v této diplomové práci vybrána některá evropská letiště. Při jejich výběru byla zohledněna velikost, kapacita, poloha vůči městu a další faktory. Letiště byla vybrána také tak, aby byla z různých částí Evropy, aby zde nebyla jen velká nebo malá letiště atd. Omezujícím faktorem výběru byla dostupnost některých informací potřebných pro zpracování tématu diplomové práce. Ne vždy bylo možno přesně určit, zda se konkrétní opatření/omezení týká pouze nočního provozu. Většinou se tedy může říct, že platí jak přes den, tak přes noc, pokud není vysloveně řečeno, že platí pouze pro noc nebo den. Čtyři letiště jsou zpracována detailně. Pro přehlednost a lepší možnost porovnání a vyhodnocení jsou u všech zde vybraných letišť jejich současné opatření zpracována do tabulek.

Z tohoto zpracování například vyplývá, že LKPR má velice dobře využívané a vypracované sloty. Žádné jiné letiště sloty tak dobře nevyužívá k protihlukovým účelům. Také bylo zjištěno, že nejpoužívanějším opatřením je preference dráhového systému v noci, pokud neuvažujeme použití SID odletových tras při odletu. Při příletech je nejpoužívanější metodou omezení reverzního tahu motoru – jeho povolení pouze na volnoběh nebo úplné zakázání kromě případů provozní bezpečnosti. Nejméně, co do počtu různých omezení a opatření, má litevské letiště EYVI. Zajímavé je i zjištění, že hlukovou poplatkovou politiku řeší každé letiště trochu jinak. Není nikde řešena úplně stejně, toto může být zapříčiněno právě tím, že každé letiště je trochu jiné a má jiné potřeby. Většina letišť při výpočtu svých hlukových poplatků vychází nějakým způsobem z MTOW.

Pro úplnost je zde i zhodnocení přístupů uvedených letišť ve vztahu ke kapacitě letiště, dopravní obslužnosti, blízkosti zástavby a počtu dotčených obyvatel.

Návrh nových opatření, postupů či metod pro LKPR vychází ze zjištění a analýz v této diplomové práci a dle vzorů ostatních letišť. Tato opatření byla diskutována i s pracovníky Letiště Praha, oddělením Životního prostředí, které se problematikou hluku a hlukových opatření na LKPR zabývá. Bylo navrženo celkem osm konkrétních opatření a další byly nastíněny, uvedeny jako možnosti ke zvážení. Při jejich návrhu byl brán zřetel především na snížení hlukové zátěže pro obyvatele v okolí LKPR. Protože se jedná pouze o návrhy, nejsou zde žádné složitější analýzy a výpočty, které by vyžadovaly detailnější informace a spolupráci od Letiště Praha a ATC.

Pro možnost porovnání navrhovaných opatření byla použita SWOT analýza. Ze SWOT analýzy vyplynulo, bez ohledu na rozdělení do skupin, následující pořadí výhodnosti (snadnosti realizace) navrhovaných opatření:

1. Hlukové poplatky
2. Změny při odletu
3. Ustálené klesání při sestupu
4. Konfigurace minimálního hluku a odporu
5. Zvýšení rychlosti sestupu při konečném přiblížení
6. Zvýšení úhlu sestupu pro přiblížovací proceduru
7. Omezení používání APU
8. Změna povolených hlukových kategorií

Zajímavé je zjištění, že změna povolených hlukových kategorií je až jako poslední. Je to dáno tím, že tato změna je závislá i na komunikaci a odsouhlasení evropskou komisí a dalšími institucemi, což je zde bráno jako velký nedostatek (slabá stránka).

Potřebná je i kontrola ze strany Letiště Praha či ATC, zda jsou příslušná opatření dodržována. Všechna nová i stávající opatření se mohou minout účinkem, pokud nejsou důsledně dodržována a uplatňována v praxi pokud nejsou stanovené sankce a pokuty při jejich nedodržení.

## Použité zdroje

- [1] VANDASOVÁ, MUDr. Zdeňka. Hluk. *Státní zdravotní ústav* [online]. Praha: Státní zdravotní ústav, [2020], 23. září 2020 [cit. 2022-10-04]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/hluk>
- [2] PEŠTA, Ing. Jan a Ing Viktor ZWIENER, PH.D. Hlukové limity a měření hluk – stav po 1. lednu 2019. *Atelier DEK* [online]. Praha: DEKPROJEKT, [2019] [cit. 2022-10-04]. Dostupné z: [https://atelier-dek.cz/hlukov%C3%A9-limity-m%C4%9B%C5%99en%C3%AD-hluk-%E2%80%93-stav-po-1-lednu-2019-894?fbclid=IwAR0anS5Ckj9Q4ft0fFNr\\_3v5edHPFNhdmE2vtDKVJrp61RIF9jYsQ1p8eTw](https://atelier-dek.cz/hlukov%C3%A9-limity-m%C4%9B%C5%99en%C3%AD-hluk-%E2%80%93-stav-po-1-lednu-2019-894?fbclid=IwAR0anS5Ckj9Q4ft0fFNr_3v5edHPFNhdmE2vtDKVJrp61RIF9jYsQ1p8eTw)
- [3] ČESKO. Nařízení vlády č. 272/2011 Sb.: Nařízení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. *Zákon pro lidi* [online]. Verze 3. Praha: Nařízení vlády, 2011, 24. srpna 2011, Aktuální znění 09.11.2018 [cit. 2022-10-04]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-272>
- [4] ČESKO. Zákon č. 258/2000 Sb.: Zákon o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů. *Zákon pro lidi* [online]. Verze 61. Praha: Parlament České republiky, 2000, 14. července 2000, Aktuální znění 01.02.2022 - 30.06.2023 [cit. 2022-10-04]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-258#f5047140>
- [5] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 598/2014. *Úřad pro civilní letectví* [online]. Praha: Evropský parlament a Rada, [2014] [cit. 2022-10-04]. Dostupné z: <https://www.caa.cz/dokumenty/predpisy/zakladni-informace-k-narizenim-eu/ochrana-zivotniho-prostredi/narizeni-evropskeho-parlamentu-a-rady-eu-c-598-2014/>
- [6] SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2002/49/ES: o hodnocení a řízení hluku ve venkovním prostředí. *EUR-Lex: Úřední věstník Evropské unie* [online]. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2002 [cit. 2022-10-04]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002L0049&from=EN>
- [7] Aircraft Noise: Balanced Approach to Aircraft Noise Management. *ICAO: ENVIRONMENT* [online]. Montréal: International Civil Aviation Organization, [2001] [cit. 2022-10-05]. Dostupné z: <https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/noise.aspx>
- [8] *Environmental Protection: Volume I Aircraft Noise*. Fifth Edition. Montréal: International Civil Aviation Organization, 2008. ISBN 978-92-9231-108-7. Dostupné také z: [https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/laerm/gesetze/flugverkehr/ICAO\\_Annex16\\_Volume1.pdf](https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/laerm/gesetze/flugverkehr/ICAO_Annex16_Volume1.pdf)
- [9] Letecká informační příručka. *AIM: Letecká informační služba* [online]. Jeneč: Řízení letového provozu ČR, c2022 [cit. 2022-10-05]. Dostupné z: [https://aim.rlp.cz/ais\\_data/aip/control/aip\\_obsah\\_en.htm](https://aim.rlp.cz/ais_data/aip/control/aip_obsah_en.htm)
- [10] GELPI, Giancardo. UNDERSTANDING GENERAL AVIATION CLEARANCE REQUEST (GCR) AIRPORT SLOTS. *Universal: Weather & Aviation, Inc.* [online]. Houston (Texas): Universal Weather & Aviation, 2013 [cit. 2022-10-05]. Dostupné z: <https://www.universalweather.com/blog/understanding-general-aviation-clearance-request-gcr-airport-slots/?fbclid=IwAR04uoPwM671RVjd-2aHBq5YaIJWSPUoNquNgqW2qhrGWGubmjeZfHZom8s%22>
- [11] NOISE ABATEMENT PROCEDURES SET OUT BY THE INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANISATION AND LOW FLYING AIRCRAFT ON DEPARTURE FROM HEATHROW. *Teddington action group* [online]. London: Teddington action group, 2017 [cit. 2022-10-05]. Dostupné z: <http://www.teddingtonactiongroup.com/2017/08/10/noise-abatement-procedures->



set-out-by-the-international-civil-aviation-organisation-and-low-flying-aircraft-on-departure-from-heathrow/

[12] *Aircraft Operations: Procedures for Air Navigation Services, Volume I Flight Procedures, Doc 8168 OPS/611* [online]. Fifth edition. Montréal: International Civil Aviation Organization, 2006 [cit. 2022-10-05]. Dostupné z: [https://publicapps.caa.co.uk/docs/33/15-Ref09\\_Doc%208168%20PANS-OPS%20Vol%20I%20Flight%20Procedures.PDF](https://publicapps.caa.co.uk/docs/33/15-Ref09_Doc%208168%20PANS-OPS%20Vol%20I%20Flight%20Procedures.PDF)

[13] ZOUHAR, Bc. Jakub. *PROBLEMATIKA ZAVÁDĚNÍ CONTINUOUS DESCENT APPROACH A JEJICH DOPAD NA KAPACITU VZDUŠNÉHO PROSTORU* [online]. Brno, 2014 [cit. 2022-10-05]. Dostupné z: <https://core.ac.uk/download/pdf/30309256.pdf>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Letecký ústav. Vedoucí práce Ing. MIROSLAV ŠPLÍCHAL, Ph.D.

[14] KUSSIOR, Zdeněk. Obraceč tahu. [*Letecké motory*] [online]. Zdeněk Kussior, 2006 [cit. 2022-10-05]. Dostupné z: [http://www.leteckemotory.cz/teorie/teorie-konstr-reverse.php?fbclid=IwAR1nYolehSCD11Zf424wcSQfxvo0TsmVImPwwjZ\\_yzDImtaEonH50q6xL6E](http://www.leteckemotory.cz/teorie/teorie-konstr-reverse.php?fbclid=IwAR1nYolehSCD11Zf424wcSQfxvo0TsmVImPwwjZ_yzDImtaEonH50q6xL6E)

[15] *ICAO'S POLICIES ON CHARGES FOR AIRPORTS AND AIR NAVIGATION SERVICES: Doc 9082/7* [online]. Seventh Edition. Montréal: International Civil Aviation Organization, 2004 [cit. 2022-10-05]. Dostupné z: [https://www.icao.int/publications/Documents/9082\\_7ed\\_en.pdf](https://www.icao.int/publications/Documents/9082_7ed_en.pdf)

[16] Úvodní stránka Strategického hlukového mapování ČR. *MINISTERSTVO ZDRAVOTNICTVÍ ČESKÉ REPUBLIKY* [online]. Praha: MINISTERSTVO ZDRAVOTNICTVÍ, 2015, 16.07.2020 [cit. 2022-10-06]. Dostupné z: [https://www.mzcr.cz/hlukove-mapy/?fbclid=IwAR2km7dVr\\_WE5t\\_161TijA93oC1X4d\\_bxI78g1WjMxqfZiHB0herbO8hqgM](https://www.mzcr.cz/hlukove-mapy/?fbclid=IwAR2km7dVr_WE5t_161TijA93oC1X4d_bxI78g1WjMxqfZiHB0herbO8hqgM)

[17] AIP Germany: Aeronautical Information Publication Germany. *DFS Deutsche Flugsicherung* [online]. Langen: DFS Deutsche Flugsicherung, 2022 [cit. 2022-10-06]. Dostupné z: <https://aip.dfs.de/basicIFR/2022SEP08/f7dfa76b19d6bb9c6fce07e58ecb6b7c.html>

[18] AIP SUOMI / FINLAND. *AIP SUOMI / FINLAND* [online]. VANTAA: Fintraffic Air Navigation Services, 2022 [cit. 2022-10-06]. Dostupné z: [https://www.ais.fi/ais/aip/en/index.htm?fbclid=IwAR1zH-om-SHOHgroGVp7aPivNo-Co8Sx8oigGkCPeD5fvxgE\\_\\_Ls-Fo76j0](https://www.ais.fi/ais/aip/en/index.htm?fbclid=IwAR1zH-om-SHOHgroGVp7aPivNo-Co8Sx8oigGkCPeD5fvxgE__Ls-Fo76j0)

[19] AIP Spain: Aeronautical Information Service. *ENAIRES* [online]. Madrid: ENAIRES, 2022 [cit. 2022-10-06]. Dostupné z: <https://aip.enaires.es/AIP/AIP-en.html>

[20] Hluk z leteckého provozu a hluk z provozu letiště: Udržitelnost a ESG. *Letiště Praha* [online]. Praha: Letiště Praha, c2022 [cit. 2022-10-06]. Dostupné z: [https://www.prg.aero/hluk?fbclid=IwAR13bZsm9-b41xUSIWVZssa0Bf25yapsCyWJz1IFt7xS\\_kt2BbtPGK-d\\_kY](https://www.prg.aero/hluk?fbclid=IwAR13bZsm9-b41xUSIWVZssa0Bf25yapsCyWJz1IFt7xS_kt2BbtPGK-d_kY)

[21] LETIŠTNÍ CENÍK. *Letiště Praha* [online]. Verze 2.0. Praha: Letiště Praha, c2021, 7. 12. 2021 [cit. 2022-10-06]. Dostupné z: <https://www.prg.aero/sites/default/files/obsah/harmonika/soubory/letistni-cenik.pdf>

[22] GEN 4. POPLATKY ZA POUŽITÍ LETIŠŤ/HELIPORTŮ A ZA LETOVÉ NAVIGAČNÍ SLUŽBY. *AIP, GEN 4.1-1: Letecká informační příručka*. [online]. Jeneč: Řízení letového provozu ČR, 2017 [cit. 2022-10-06]. Dostupné z: [https://aim.rlp.cz/ais\\_data/aip/data/valid/g4-1.pdf](https://aim.rlp.cz/ais_data/aip/data/valid/g4-1.pdf)

[23] Noise Abatement. *Fraport: Environment* [online]. Frankfurt: Fraport, c2004-2022 [cit. 2022-10-06]. Dostupné z: <https://www.fraport.com/en/environment/noise-abatement.html>

- [24] Flughafenentgeltrechner. *Fraport* [online]. Frankfurt: Fraport, c2004-2022 [cit. 2022-10-06]. Dostupné z: [https://sslapps.fraport.de/airportcharges/m101\\_001.jsp](https://sslapps.fraport.de/airportcharges/m101_001.jsp)
- [25] Terms of Services valid from 1.1.2022. *Finavia Corporation* [online]. Vantaa: Finavia, [2021] [cit. 2022-10-06]. Dostupné z: [https://www.finavia.fi/sites/default/files/documents/Finavia\\_Terms\\_of\\_Services\\_01.01.2022.pdf?navref=paragraph](https://www.finavia.fi/sites/default/files/documents/Finavia_Terms_of_Services_01.01.2022.pdf?navref=paragraph)
- [26] Guía de tarifas. *Aena: Commercial Businesses* [online]. Madrid: Aena, c2022 [cit. 2022-10-06]. Dostupné z: [https://www.aena.es/en/commercialbusinesses/commercial-businesses/tariffs-invoices/schedule-charges.html?fbclid=IwAR0VuNRXwfiMldpb1\\_TmHaAgbSiSss6xWa8Lj2JiODPYGh2m3a8CUPqPlzw](https://www.aena.es/en/commercialbusinesses/commercial-businesses/tariffs-invoices/schedule-charges.html?fbclid=IwAR0VuNRXwfiMldpb1_TmHaAgbSiSss6xWa8Lj2JiODPYGh2m3a8CUPqPlzw)
- [27] Airport fee schedule for the 2022. *GROUPE ADP* [online]. Paris: GROUPE ADP, 2022 [cit. 2022-10-06]. Dostupné z: <https://www.parisaeroport.fr/en/professionals/airlines-services/fees/services-fees>
- [28] AIP AERONAUTICAL INFORMATION PUBLICATION: SLOVAK REPUBLIC. *Slovak Republic: Aeronautical Information Publication* [online]. Bratislava: LETOVÉ PREVÁDZKOVÉ SLUŽBY SLOVENSKEJ REPUBLIKY, [2022] [cit. 2022-10-06]. Dostupné z: [https://aim.lps.sk/eAIP/eAIP\\_SR/AIP\\_SR\\_valid/html/LZ-frameset-en-SK.html](https://aim.lps.sk/eAIP/eAIP_SR/AIP_SR_valid/html/LZ-frameset-en-SK.html)
- [29] Tariff Manual. *Bud Budapest Airport* [online]. Budapest: Budapest Airport Zrt., 2022 [cit. 2022-10-07]. Dostupné z: [https://www.bud.hu/en/budapest\\_airport/download\\_area/regulations/tarif\\_manual?fbclid=IwAR0rzRcQ7YdbFe6rjK9T9WL\\_RJ-tyI0Ktv19lQQijzYqQqoHTyuK2BUyMcw](https://www.bud.hu/en/budapest_airport/download_area/regulations/tarif_manual?fbclid=IwAR0rzRcQ7YdbFe6rjK9T9WL_RJ-tyI0Ktv19lQQijzYqQqoHTyuK2BUyMcw)
- [30] AIP Republic of Bulgaria. *AIP Republic of Bulgaria* [online]. Sofia: Aeronautical Information Service Bulgarian Air Traffic Services Authority, [2022] [cit. 2022-10-07]. Dostupné z: <https://www.bulatsa.com/wp-content/themes/bulatsa-theme/AIP/Start.htm?fbclid=IwAR30MfOXXlduK2El-EDnEjNr3ezDJ3fM90PrxvPtMcx9LqFKZNYzYO30HVG>
- [31] Airport Charges and General Terms & Conditions. *LITHUANIAN AIRPORTS* [online]. Vilnius: State Enterprise Lithuanian Airports, c2022 [cit. 2022-10-07]. Dostupné z: <https://www.ltou.lt/en/aviation/airport-charges-and-general-terms-conditions?fbclid=IwAR2psvd5VR20tXGBOdavXKOW4g0Ok6pEposZBKjvfkX8YJ-Auv4wKhpXH5M>
- [32] Hellenic Air Navigation Service Provider. *Aeronautical Information Services (AIS)* [online]. Glyfada: AIP Greece, [2022] [cit. 2022-10-07]. Dostupné z: <https://aisgr.hcaa.gr/main.php?rand=0.9554361799455617#home>
- [33] Mapa. *Prg.aero* [online]. Praha: Letiště Praha [cit. 2022-10-07]. Dostupné z: <https://www.prg.aero/sites/default/files/obsah/O-letisti/zivotni-prostredi/obrazky/Mapa%20NMT.png>
- [34] Aircraft Noise Management at Helsinki Airport: Samu Tuparinne UC Davis Aviation Noise & Emissions Symposium 2020 March 3rd, 2020. *Ane symposium* [online]. Vantaa: Finavia, 2020 [cit. 2022-10-11]. Dostupné z: [https://anesymposium.aqrc.ucdavis.edu/sites/g/files/dgvnsk3916/files/inline-files/%5B3%5D%20Aircraft%20Noise%20Management%20at%20Helsinki%20Airport\\_0.pdf](https://anesymposium.aqrc.ucdavis.edu/sites/g/files/dgvnsk3916/files/inline-files/%5B3%5D%20Aircraft%20Noise%20Management%20at%20Helsinki%20Airport_0.pdf)
- [35] Route and noise monitoring service. *Finavia* [online]. Vantaa: Finavia, c2022 [cit. 2022-10-11]. Dostupné z: <https://www.finavia.fi/en/about-finavia/responsibility/environment/noise/webtrak>

- [36] BARCELONA AIRPORT: WEBTRAK – NOISE MAP AND OTHER DATA. *Barcelona Airport* [online]. Barcelona: Aeroportosenred, c2022 [cit. 2022-10-11]. Dostupné z: <https://www.aeroportobarcelona-elprat.com/ingl/webtrak-barcelona-airport.htm?fbclid=IwAR3iJ1roKtBrZGL6Q8xQNfGJuyeMHyTBJe3jgXnxEaDzy8Pv9RU0KYCb03A>
- [37] Surveillance du bruit. *Le Laboratoire: Surveillance, mesures et contrôles* [online]. Orly: AEROPORTS DE PARIS - ORLY Laboratoire - Communication [cit. 2022-10-11]. Dostupné z: [https://ev-labo.aeroportsdeparis.fr/environnement/bruit/surveillance-du-bruit?fbclid=IwAR2I45cckWveLQe7jLHjBu\\_Z39fT4vxMT00ePKet325XwU2Nah7d4teEX1A](https://ev-labo.aeroportsdeparis.fr/environnement/bruit/surveillance-du-bruit?fbclid=IwAR2I45cckWveLQe7jLHjBu_Z39fT4vxMT00ePKet325XwU2Nah7d4teEX1A)
- [38] AIP. *Hungaro Control* [online]. Budapest: HungaroControl Hungarian Air Navigation Services, [2022] [cit. 2022-10-11]. Dostupné z: <https://ais-en.hungarocontrol.hu/aip/>
- [39] Noise map. *Bud: Budapest Airport* [online]. Budapest: Budapest Airport, [2021] [cit. 2022-10-11]. Dostupné z: [https://www.bud.hu/en/budapest\\_airport/responsibility/environmental\\_responsibility/noise\\_protection/noise\\_map](https://www.bud.hu/en/budapest_airport/responsibility/environmental_responsibility/noise_protection/noise_map)
- [40] Ecology. *Sofia Airport* [online]. Sofia: Sofia Airport, c2022 [cit. 2022-10-11]. Dostupné z: <https://sofia-airport.eu/en/about-us/ecology/>
- [41] AIP. *Republic of Lithuania: Aeronautical Information Publication* [online]. Vilnius: ORO NAVIGACIJA, 2022 [cit. 2022-10-11]. Dostupné z: [https://www.ans.lt/a1/aip/003\\_14Jul2022/2022-07-14-AIRAC/html/index.html?fbclid=IwAR3p170litFAvn-NUILpfq4bp8DzJE2V0DMm-wBiQIPJKHRP21wZdaJ2XFU](https://www.ans.lt/a1/aip/003_14Jul2022/2022-07-14-AIRAC/html/index.html?fbclid=IwAR3p170litFAvn-NUILpfq4bp8DzJE2V0DMm-wBiQIPJKHRP21wZdaJ2XFU)
- [42] Successful new stage of aircraft noise management in Vilnius as over 15 measures are implemented in this area over the period of two years. *Vilnius airport* [online]. Vilnius: SE Lithuanian Airports Vilnius Branch, c2022 [cit. 2022-10-17]. Dostupné z: <https://www.vilnius-airport.lt/en/news/successful-new-stage-of-aircraft-noise-management-in-vilnius-as-over-15-measures-are-implemented-in-this-area-over-the-period-of-two-years?fbclid=IwAR2-OA9WCxfuUUWwz27IP0jnRoFaKtYkRVzU2zcixV5QfN88l0rfImHvflg>
- [43] AD 2.20 PRAVIDLA PRO MÍSTNÍ PROVOZ. *AIP: Letecká informační příručka* [online]. Jeneč: Řízení letového provozu ČR, 2022 [cit. 2022-10-17]. Dostupné z: [https://aim.rlp.cz/ais\\_data/aip/data/valid/a2-pr-txt2.pdf](https://aim.rlp.cz/ais_data/aip/data/valid/a2-pr-txt2.pdf)
- [44] SIA. *SIA* [online]. Paris: Service de l'Information Aéronautique de la Direction Générale de l'Aviation Civile du Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, 2021 [cit. 2022-10-17]. Dostupné z: [https://www.sia.aviation-civile.gouv.fr/dvd/eAIP\\_14\\_JUL\\_2022/France/AIRAC-2022-07-14/html/index-fr-FR.html](https://www.sia.aviation-civile.gouv.fr/dvd/eAIP_14_JUL_2022/France/AIRAC-2022-07-14/html/index-fr-FR.html)
- [45] Slot Application. *Letiště Praha* [online]. Praha: Letiště Praha, c2022 [cit. 2022-10-17]. Dostupné z: <https://www.prg.aero/slot-application>
- [46] Guideline for the slot coordination within the Night Period in Summer Season S22. *Slot Coordination Czech Republic* [online]. Praha: Slot Coordination Czech Republic, [2021] [cit. 2022-10-17]. Dostupné z: [https://www.slot-czech.cz/downloads/S22\\_night\\_guide.pdf](https://www.slot-czech.cz/downloads/S22_night_guide.pdf)
- [47] Nordic Airport Coordination: Helsinki Vantaa Airport / level 3. *Nordic Airport Coordination* [online]. Vantaa: Airport Coordination Finland – ACF, c2022 [cit. 2022-10-17]. Dostupné z: [https://airportcoordination.com/fi-hel-helsinki/?fbclid=IwAR3TzzJ8Xvra5BVP\\_eBvx-fY7SjKquV1vdk5H\\_gMg3j5YH9lwXpF\\_4U7A2U](https://airportcoordination.com/fi-hel-helsinki/?fbclid=IwAR3TzzJ8Xvra5BVP_eBvx-fY7SjKquV1vdk5H_gMg3j5YH9lwXpF_4U7A2U)

- [48] Spanish slot coordination, AECFA started operations. *Flight Consulting* [online]. Madrid: Flight Consulting, 2014 [cit. 2022-10-17]. Dostupné z: [http://www.flightconsulting.com/spanish-slot-coordination-aecfa-started-operations/?fbclid=IwAR1RjUeYn\\_kAJmjchghMU1yTg6j6z7Pj5MLu4CeOaCdvrR4y7QLLSYeb\\_CU](http://www.flightconsulting.com/spanish-slot-coordination-aecfa-started-operations/?fbclid=IwAR1RjUeYn_kAJmjchghMU1yTg6j6z7Pj5MLu4CeOaCdvrR4y7QLLSYeb_CU)
- [49] Paris Charles de Gaulle airport (CDG). *COHOR* [online]. Orly: Cohor, c2022 [cit. 2022-10-17]. Dostupné z: <https://www.cohor.org/en/aeroport-paris-charles-de-gaulle-cdg/>
- [50] Airport Coordination. *Hungaro Control* [online]. Budapest: HungaroControl Hungarian Air Navigation Services, [2022] [cit. 2022-10-17]. Dostupné z: [https://en.hungarocontrol.hu/about-us/airport-coordination?fbclid=IwAR2bayif8nzsmeSkdHlXgKdPdfkts7JPVtzVmGunEvw\\_IkiwjDi5FvnjXQ4](https://en.hungarocontrol.hu/about-us/airport-coordination?fbclid=IwAR2bayif8nzsmeSkdHlXgKdPdfkts7JPVtzVmGunEvw_IkiwjDi5FvnjXQ4)
- [51] Slot coordination. *Sofia Airport* [online]. Sofia: Sofia Airport, c2022 [cit. 2022-10-17]. Dostupné z: <https://sofia-airport.eu/en/business/for-airlines/slot-coordination/?fbclid=IwAR2PGR9ACWlwXx0B0KNHiUK34c6FNsv6UWj0VNogU37-ZmxEoENfNII4CI4>
- [52] AIU Airport Performance Dashboard. *Aviation Intelligence Unit Portal* [online]. Brussels: Eurocontrol, c2022 [cit. 2022-10-17]. Dostupné z: <https://ansperformance.eu/dashboard/stakeholder/airport/db/>
- [53] Letiště Praha. *Letiště Praha* [online]. Praha: Letiště Praha, c2022 [cit. 2022-10-17]. Dostupné z: <https://www.prg.aero/#/>
- [54] Frankfurt Airport. *Frankfurt Airport* [online]. Frankfurt: Fraport AG Frankfurt Airport Services, c2004-2022 [cit. 2022-10-17]. Dostupné z: <https://www.frankfurt-airport.com/en.html>
- [55] Helsinki Airport. *Finavia* [online]. Vantaa: Finavia, c2022 [cit. 2022-10-17]. Dostupné z: <https://www.finavia.fi/en/airports/helsinki-airport>
- [56] BARCELONA AIRPORT (BCN). *Barcelona Airport* [online]. barcelona-airport.com, c2022 [cit. 2022-10-17]. Dostupné z: <https://www.barcelona-airport.com/>
- [57] Paris Aéroport is there for you. *Paris Aéroport* [online]. Paris: Paris Aéroport [cit. 2022-10-17]. Dostupné z: <https://www.parisaeroport.fr/en>
- [58] Bts.aero: Bratislava Airport. *Letisko Bratislava (BTS) - oficiálna stránka* [online]. Bratislava: Letisko M. R. Štefánika – Airport Bratislava, c2022 [cit. 2022-10-17]. Dostupné z: <https://www.bts.aero/>
- [59] Bud: Budapest Airport. *Bud: Budapest Airport* [online]. Budapest: Budapest Airport [cit. 2022-10-17]. Dostupné z: <https://www.bud.hu/en>
- [60] Sofia Airport. *Sofia Airport* [online]. Sofia: Sofia Airport, c2022 [cit. 2022-10-17]. Dostupné z: <https://sofia-airport.eu/en/>
- [61] Vilnius Airport. *Vilnius Airport* [online]. Vilnius: SE Lithuanian Airports Vilnius Branch, c2022 [cit. 2022-10-17]. Dostupné z: <https://www.vilnius-airport.lt/en/>
- [62] Welcome to Athens International Airport. *Athens International Airport* [online]. Spata: AIA.GR, c2022 [cit. 2022-10-17]. Dostupné z: <https://www.aia.gr/en/traveler>
- [63] Mapy Google. *Mapy Google* [online]. Mountain View (Kalifornie): Google, c2022 [cit. 2022-10-17]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps?hl=cs>

- [64] Noise country fact sheets 2017. *European Environment Agency* [online]. Copenhagen: European Environment Agency, [2017] [cit. 2022-10-17]. Dostupné z: [https://www.eea.europa.eu/themes/human/noise/noise-fact-sheets-noise-country-fact-sheets-2017?fbclid=IwAR3VI8BghNeqK-Vo\\_QGNYsBw2xPF7gNeLZlruibfS2ULeJL8rihB5P\\_PC18](https://www.eea.europa.eu/themes/human/noise/noise-fact-sheets/noise-country-fact-sheets-2017?fbclid=IwAR3VI8BghNeqK-Vo_QGNYsBw2xPF7gNeLZlruibfS2ULeJL8rihB5P_PC18)
- [65] The NOISE Observation & Information Service for Europe. *European Environment Agency* [online]. Copenhagen: European Environment Agency [cit. 2022-10-17]. Dostupné z: <https://noise.eea.europa.eu/>
- [66] Noise country fact sheets 2021. *European Environment Agency* [online]. Copenhagen: European Environment Agency, [2021] [cit. 2022-10-17]. Dostupné z: <https://www.eea.europa.eu/themes/human/noise/noise-fact-sheets>
- [67] SHAPIRO, A., Riemer, R. Biomechanical energy harvesting from human motion: theory, state of the art, design guidelines, and future directions. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* [online]. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation, [2011] [cit. 2022-10-17]. Dostupné z: <https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/1743-0003-8-22?fbclid=IwAR3d5hxirtzDqp1QYUqLrYY3dHOkqGbG19rW6O5yQnCv3xn2TNTZRDgIt5g>
- [68] Flightradar24: Live air traffic. *Flightradar24* [online]. Stockholm: Flightradar24 AB, c2022 [cit. 2022-10-22]. Dostupné z: <https://www.flightradar24.com/>
- [69] Required Navigation Performance Authorization Required (RNP AR) Procedure Design Manual: Doc 9905 AN/471. *ICAO* [online]. Montréal: International Civil Aviation Organization, [2009] [cit. 2022-10-22]. Dostupné z: [https://www.icao.int/meetings/pbn-symposium/documents/9905\\_cons\\_en.pdf?fbclid=IwAR2ZteKG6J5AnyalpGnf7XNC1FXWQN0BswPmZK9AgP8chOCAhWIXgyKNOE0](https://www.icao.int/meetings/pbn-symposium/documents/9905_cons_en.pdf?fbclid=IwAR2ZteKG6J5AnyalpGnf7XNC1FXWQN0BswPmZK9AgP8chOCAhWIXgyKNOE0)
- [70] *737-700/-800/-900ER Flight Crew Operations Manual*. Chicago.
- [71] Type Certificate Data Sheets (TCDS). *EASA: European Union Aviation Safety Agency* [online]. Kolín nad Rýnem: European Union Aviation Safety Agency, c2022 [cit. 2022-10-17]. Dostupné z: <https://www.easa.europa.eu/en/document-library/type-certificates>
- [72] Základní definice. *MEF: Fyzika* [online]. MEF, c2006-2022 [cit. 2022-10-22]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/208-zakladni-definice?fbclid=IwAR0pFJmqFug4ejlxCepRiynPei17We1V653hOmAggyA4gygrPtySgnyiPT4>
- [73] NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (EU) č. 598/2014 ze dne 16. dubna 2014: o pravidlech a postupech pro zavedení provozních omezení ke snížení hluku na letištích Unie v rámci vyváženého přístupu, kterým se zrušuje směrnice 2002/30/ES. *EUR-Lex* [online]. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2014 [cit. 2022-10-17]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R0598&from=CS>
- [74] VANDASOVÁ, MUDr. Zdeňka a RNDr. Alena FIALOVÁ, PH.D. Vztahy mezi hlukovými ukazateli L<sub>dvn</sub> a L<sub>dn</sub>. *Státní zdravotní ústav* [online]. Praha: Státní zdravotní ústav [cit. 2022-10-17]. Dostupné z: [http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/hluk/Hluk\\_2.pdf?fbclid=IwAR3UYRyrlAZPH36EO11FPstkj13Etwpad6oy8nL17xIWmaW7CFVWvk3ekyk](http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/hluk/Hluk_2.pdf?fbclid=IwAR3UYRyrlAZPH36EO11FPstkj13Etwpad6oy8nL17xIWmaW7CFVWvk3ekyk)
- [75] ZPRÁVA O HLUKOVÉ SITUACI NA LETIŠTI PRAHA / RUZYNĚ ZA ROKY 2016 A 2017. *Letiště Praha* [online]. Praha: Letiště Praha, [2017] [cit. 2022-10-17]. Dostupné z: [https://www.prg.aero/sites/default/files/obsah/O-letisti/zivotni-prostredi/Soubory/Zpr%C3%A1va\\_hlk\\_2016-2017\\_final.pdf](https://www.prg.aero/sites/default/files/obsah/O-letisti/zivotni-prostredi/Soubory/Zpr%C3%A1va_hlk_2016-2017_final.pdf)

[76] Program snižování hluku (Akční plán) letiště Praha / Ruzyně 2019. *Ministerstvo dopravy* [online]. Praha: Letiště Praha, [2019] [cit. 2022-10-17]. Dostupné z: <https://www.mdcz.cz/MDCR/media/MDCR/AP-LKPR-2019-text-final.pdf>

[77] LETECKÝ PŘEDPIS OCHRANA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ SVAZEK I - HLUK LETADEL L16/I. *Řízení letového provozu ČR* [online]. Praha: MINISTERSTVO DOPRAVY ČESKÉ REPUBLIKY, [2007] [cit. 2022-10-17]. Dostupné z: <https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-16i/index.htm>

[78] Case Study – Barcelona Airport. *ANIMA* [online]. ANIMA, [2020] [cit. 2022-10-17]. Dostupné z: [https://anima-project.eu/fileadmin/user\\_upload/3.4.1.5. Full Study Barcelona.pdf](https://anima-project.eu/fileadmin/user_upload/3.4.1.5. Full Study Barcelona.pdf)

[79] SWOT analýza. *MANAGEMENT MANIA* [online]. Plzeň: MANAGEMENT MANIA, c2011-2016 [cit. 2022-10-25]. Dostupné z: [https://managementmania.com/cs/swot-analyza?fbclid=IwAR1GJfP23xO8GoCADZNNnMn\\_1nRHAgj9mhN93egPNUNb6\\_7pqQpO3iDRsIM](https://managementmania.com/cs/swot-analyza?fbclid=IwAR1GJfP23xO8GoCADZNNnMn_1nRHAgj9mhN93egPNUNb6_7pqQpO3iDRsIM)