



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA DOPRAVNÍ

Vít Vojtěch
Letecký hluk na LKPR

Bakalářská práce

2015



K621..... Ústav letecké dopravy

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Vít Vojtěch

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

B 3710 – LED – Letecká doprava

Název tématu (česky): **Letecký hluk na LKPR**

Název tématu (anglicky): Aircraft Noise at LKPR

Zásady pro vypracování

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

- Úvod
- Vliv hluku na lidské zdraví
- Hlukové limity, hluková pásma a protihluková opatření na LKPR
- Systém měření hluku na LKPR
- Letecký hluk v oblasti přiblížení na RWY 30
- Závěr

- Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího bakalářské práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: LETECKÝ PŘEDPIS LETIŠTĚ L14
LETECKÝ PŘEDPIS OCHRANA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
SVAZEK I - HLUK LETADEL L16/I
Kulčák Ludvík, Kerner Libor, Sýkora Viktor: Provozní aspekty letišť

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Vladimír Fajt**
Ing. Ladislav Capoušek, PhD.

Datum zadání bakalářské práce: **24. října 2014**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

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



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



prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.



Vít Vojtěch
jméno a podpis studenta

V Praze dne 24. října 2014

Poděkování

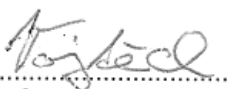
Rád bych poděkoval všem, kteří mi poskytli podklady pro vypracování této práce. Zvláště pak děkuji Ing. Vladimíru Fajtovi za odborné vedení, konzultování bakalářské práce a za rady, které mi poskytoval po celou dobu mého studia. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Radimu Tomešovi a Ing. Dominiku Zimolovi za umožnění přístupu k mnoha cenným informacím, materiálům a především za ochotu při konzultacích. V neposlední řadě mé díky patří rodině a přátelům za to, že mi byli oporou po celou dobu studia.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické 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 22. srpna 2015



Podpis

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

LETECKÝ HLUK NA LKPR

bakalářská práce

srpen 2015

Vít Vojtěch

ABSTRAKT

Předmětem bakalářské práce „Letecký hluk na LKPR“ je popis vlivů hluku na lidské zdraví, který odůvodňuje, proč je nutné se hlukem z letecké dopravy zabývat. Dále je v práci popsáno, jakým způsobem je hluk regulován, ať už na úrovni legislativní tak, ze strany provozovatele LKPR. Součástí práce je popis systému monitorování leteckého hluku a letových tratí. Práce se rovněž zabývá zhodnocením dopadu generální opravy hlavní RWY 06/24 v letech 2012 a 2013 a projektu nové paralelní dráhy 06R/24L na počet exponovaných trvale žijících osob s ohledem na letecký hluk ve zvolené oblasti.

ABSTRACT

The subject of the bachelor thesis „Aircraft Noise at LKPR“ is noise effect description on human health that justifies why it is necessary to deal with air transport noise pollution. There is also described how the noise is regulated on the legislative level and also by LKPR operator. Part of the thesis is a description of the monitoring system of air traffic noise and air lines. Furthermore, the work deals with the impact evaluation and the number of person exposed to air noise on the chosen area after the main overhaul on the years 2012/13. From same aspect is analyzed project for a new parallel runway 06R/24L.

KLÍČOVÁ SLOVA

hluk, lidské zdraví, hlukové limity, ochranné hlukové pásmo, izofona, Letiště Praha, monitoring hluku, paralelní dráha

KEY WORDS

noise, health, noise limits, airport noise protection zone, izophone, Prague airport, noise monitoring, parallel runway

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK:

LKPR- ICAO kód Letiště Václava Havla Praha

ICAO- International Civil Aviation Organization (Mezinárodní organizace pro civilní letectví)

LAeq- ekvivalentní hladina akustického tlaku

RWY- Runway (vzletová a přistávací dráha)

WHO- World Health Organization (Mezinárodní zdravotnická organizace)

REM- Rapid Eye Movement (počáteční fáze spánku)

OHP- ochranné hlukové pásmo

EIA- Enviromental Impact Assessment (vyhodnocení vlivů na životní prostředí)

CHKO- chráněná krajinná oblast

MTOW- Maximum Takeoff Weight (maximální vzletová hmotnost daného typu letadla)

EPNdB- Effectiv Percieved Noise Level in Decibels (efektivní hladina vnímaného zvuku v decibelech)

ILS- Instrument Landing System (systém pro přesné přístrojové přiblížení)

AMSL- Above Mean Sea level (nadmořská výška)

FAF- Final Approach Fix (počáteční bod finální fáze přiblížení)

SID- Standard Instrument Departure (standartní odletová trať)

DME- Distance Measuring Equipment (zařízení sloužící k měření vzdálenosti mezi letadlem a DME majákem)

ATC- Air Traffic Control (řízení letového provozu)

APU- Auxiliary Power Unit (pomocná energetická jednotka)

GP- Glide Path (sestupový maják, součástí ILS)

NTMS- Noise and Track Monitoring System (systém pro monitorování leteckého hluku a letových tratí)

GO- generální oprava

ČSÚ- Český statistický úřad

ZSJ- základní sídelní jednotka

ARR- Arrivals (přiletí)

DEP-Departures (odlety)

Obsah:

1. Úvod	8
2. Vliv hluku na lidské zdraví	10
2.1. Rozdělení negativních účinků hluku	10
2.1.1. Specifické	11
2.1.2. Nespecifické	11
2.1.3. Akutní účinky	11
2.1.4. Chronické účinky	12
2.2. Poškození sluchového aparátu	12
2.3. Ischemická choroba srdeční a vysoký krevní tlak	13
2.3.1. Ischemická choroba srdeční, vysoký krevní tlak a letecký hluk	13
2.4. Ovlivnění kvality spánku hlukem	14
2.5. Zhoršení řečové komunikace	17
2.6. Obtěžování hlukem	18
2.7. Poruchy duševního zdraví	19
2.8. Zvýšení celkové nemocnosti	20
2.9. Účinky hluku obsahující tónovou složku	20
2.10. Účinky nízkofrekvenčního hluku	20
2.11. Synergické účinky hluku (kombinace hluku z několika zdrojů)	22
3. Hlukové limity, ochranná hluková pásma a protihluková opatření na LKPR	23
3.1. Hlukové limity	23
3.2. Hygienické limity hluku v chráněném vnitřním prostoru staveb	23
3.3. Hygienické limity hluku v chráněném venkovním prostoru staveb a v chráněném venkovním prostoru	24
3.3.1. Charakteristický letový den	24
3.3.2. Dráhy letu a rozptyl trajektorií	24
3.3.3. Charakteristická skladba letadel	25
3.3.4. Provozní směr vzletové a přistávací dráhy	25
3.4. Ochranná hluková pásma	25
3.4.1. Vznik ochranného hlukového pásma na LKPR	26
3.4.2. Izofony	27
3.4.3. Ochranné hlukové pásmo a výstavba paralelní RWY 06R/24L na Letišti Václava Havla v Praze	28
3.4.4. Zvláště citlivá území citlivá na hluk v okolí Letiště Václava Havla Praha	31
3.5. Protihluková opatření na LKPR	32
3.5.1. Provozní opatření	32

3.5.1.1.	Zákaz vzletů a přistání letadel bez požadované hlukové certifikace	32
3.5.1.2.	Omezení nočního provozu	32
3.5.1.2.1.	Hlukové kategorie	33
3.5.1.3.	Preference dráhového systému	34
3.5.1.4.	Pravidla pro přílety a odlety	35
3.5.1.4.1.	Přílety	35
3.5.1.4.2.	Odlety	35
3.5.1.5.	Pravidla pro motorové zkoušky	36
3.5.1.6.	Pravidla pro využití reverzního tahu	36
3.5.1.7.	Omezení použití záložního zdroje energie	36
3.5.2.	Ekonomická opatření	37
3.5.3.	Technická opatření	38
3.5.3.1.	Vyhlášení ochranného hlukového pásma na LKPR	38
3.5.3.2.	Program protihlukových opatření a územní plánování	38
4.	Systém měření hluku na LKPR	40
4.1.	NTMS	40
4.1.1.	Přiřazení hlukové události ke konkrétnímu letu	41
4.1.2.	Monitorovací stanice	42
4.2.	ANOMS 9	44
4.2.1.	Monitorování dráhy letu	45
5.	Letecký hluk v oblasti přiblížení na RWY 30	47
5.1.	Generální oprava RWY 06/24	47
5.2.	Letecký hluk v oblasti přiblížení na RWY 30 v roce 2011	50
5.2.1.	Popis metody odhadu počtu lidí v oblasti přiblížení na RWY 30 v roce 2011	51
5.2.2.	Výsledky odhadu počtu trvale žijících obyvatel v oblasti přiblížení na RWY 30 v roce 2011	52
5.3.	Letecký hluk v oblasti přiblížení na RWY 30 v roce 2014	53
5.4.	Letecký hluk v oblasti přiblížení na RWY 30 při výhledovém provozu v roce 2020	55
5.4.1.	Výhledový letecký provoz v roce 2020	55
5.4.2.	Výsledky odhadu počtu trvale žijících obyvatel v oblasti přiblížení na RWY 30 v roce 2020	56
6.	Závěr	58
7.	Použité zdroje	60
8.	Seznam příloh	63

1. Úvod

Téma bakalářské práce Letecký hluk na LKPR jsem si vybral z důvodu, že se již od útlého věku o letectví zajímám. Snažil jsem se spojit odvětví, kterému se od malička věnuji a prvek, který každý den zasahuje do života mnoha lidí na této planetě a tím je hluk. Letecký hluk ovlivňuje kvalitu každodenního života všech obyvatel, kteří se s hlukem potýkají, a v neposlední řadě má vliv na zdraví nás všech. Hluk z letecké dopravy je tedy nezanedbatelný.

Cílem této práce je odůvodnit, proč je nutné se leteckým hlukem zabývat. Dále popsat způsoby, kterými je letecký hluk regulován a popsat systém, který slouží k monitoringu hluku a letových tratí na LKPR. Dalším z cílů této práce je odhad a porovnání počtu trvale žijících osob zasažených leteckým hlukem v oblasti přiblížení na RWY 30 ve zvolených obdobích. Jedná se o hustě osídlenou oblast na území hlavního města Prahy, ve které tak může docházet k poškození hlukem u vysokého počtu osob. K porovnání počtu zasažených obyvatel v dané oblasti byla zvolena tři období. Prvním je rok 2011, jednalo se o rok před generální opravou hlavní RWY 06/24 na LKPR. Právě možnost využití hlavní RWY 06/24 je hlavním ovlivňujícím faktorem provozu na vedlejší RWY 12/30. Druhým obdobím je rok 2014, kdy již byla hlavní RWY 06/24 k dispozici po většinu části roku a nedocházelo tak k zatížení zmíněné oblasti. Třetím obdobím je rok 2020 a posouzení přínosu výstavby nové paralelní dráhy 06R/24L z hlediska počtu osob postižených hlukem v oblasti přiblížení na RWY 30.

První kapitola této práce je věnována problematice vlivu hluku na lidské zdraví. V úvodu kapitoly je popsáno, jak se negativní účinky hluku na lidský organismus dělí. Zbytek kapitoly je věnován nejčastějším problémům, zapříčiněným hlukem, se kterými se lidský organismus setkává.

Kapitola číslo 2 je věnována hlukovým limitům, ochranným hlukovým pásmům a protihlukovým opatřením, která jsou zavedena na LKPR. Je zde popsáno, jakým způsobem se stanovují hygienické limity hluku v chráněném vnitřním prostoru staveb pro jednotlivé druhy chráněného vnitřního prostoru. Dále je popsáno jaké jsou stanoveny hygienické limity v chráněném venkovním prostoru staveb a v chráněném venkovním prostoru pro hluk z leteckého provozu. V problematice ochranných hlukových pásem je vysvětleno, proč se tato pásma zřizují a je zde vyobrazeno jak stávající ochranné hlukové pásmo, tak návrh nového ochranného hlukového pásma pro letecký provoz v roce dosažení cílové kapacity letiště s provozem nové paralelní dráhy. Dále jsou předmětem této kapitoly protihluková opatření na LKPR. Postupně je popsáno, jak se opatření dělí a co konkrétní opatření obnášejí.

Kapitola číslo 3 je věnována systému měření hluku na LKPR. Je zde popsáno, z jakých prvků se systém monitorování hluku a letových tratí skládá. Dále je popsán princip funkce tohoto systému jako celku. Zmiňují se o umístění jednotlivých monitorovacích stanic v okolí LKPR a o tom za jakým účelem jsou meteorologické stanice součástí systému. Část kapitoly je věnována systému ANOMS, který slouží operátorům k interpretaci zpracovaných dat do uživatelsky přívětivé podoby. Závěrečná část této kapitoly je věnována monitoringu letových tratí.

Závěrečná kapitola této práce se věnuje leteckému hluku v oblasti přiblížení na RWY 30. Jsou zde popsány jednotlivé etapy generální opravy hlavní RWY 06/24 v letech 2012 a 2013, která měla v posledních letech značný vliv na letecký provoz. Porovnáním počtu trvale žijících osob v oblasti přiblížení na RWY 30 v letech 2011 a 2014 je zhodnoceno jaký vliv měla generální oprava na počet exponovaných osob leteckým hlukem ve zvolené oblasti. Součástí této kapitoly je popis použité metody pro odhad počtu obyvatel v dané oblasti. Část kapitoly se zabývá výhledovým leteckým provozem pro rok 2020. Závěrem je zhodnoceno, zda bude plánovaná výstavba nové paralelní dráhy 06R/24L z hlediska počtu trvale žijících osob exponovaných hlukem v dané oblasti přínosem či nikoliv.

2. Vliv hluku na lidské zdraví

Zvuky jsou nedílnou součástí každodenního života člověka. Pomocí zvuku člověk přijímá velkou část informací z okolního prostředí, ve kterém žijeme. Dále patří zvuk k jednomu z důležitých varovných smyslů. Zvuk vyvolává aktivitu nervového systému a to může mít vliv jak pozitivní tak i negativní.

Sluch je smysl, který ovlivňuje kvalitu života ve dne v noci. Zvuk může mít velice rozdílný charakter. Je možné zvuk vnímat jako uklidňující tak i dráždivý. V případě že se jedná o zvuky příliš silné či časté, nebo jsme jimi zatíženi v nevhodné době, mohou působit nepříznivě. Zvuky, které nejsou v danou chvíli na daném místě požadovány a zvuky které mohou obtěžovat, nebo dokonce škodí lidskému zdraví, nazýváme hlukem. Při splnění těchto podmínek není podstatná hladina intenzity zvuku. [1]

Nepříznivé následky hluku na lidské zdraví jsou charakterizovány buďto jako morfologické nebo funkční změny organismu, které vedou ke zhoršení nebo poškození jeho funkcí, ke snížení odolnosti organismu vůči stresu nebo zvýšení vnímavosti k jiným nepříznivým vlivům prostředí. [2]

Pro hodnocení konkrétní akustické situace z hlediska fyzikální parametrů hluku a působení na své okolí může být použito Lehmannovo schéma účinků v tabulce 1.

Tabulka 1. Lehmannovo schéma účinků [3]

Hladina akustického tlaku $A L_A$	Zdravotní následky při působení jednotlivých hladin
>120 dB	nebezpečí poškození buněk a tkání
>90 dB	nebezpečí pro sluchový orgán
>60-65 dB	nebezpečí pro vegetativní systém
>30 dB	nebezpečí pro nervový systém a psychiku

2.1. Rozdělení negativních účinků hluku

Podle charakteru dopadu hluku na lidský organismus můžeme rozdělit účinky hluku na specifické a nespecifické. Dále pak můžeme hluk rozdělit dle jeho účinků na akutní účinky, které můžeme chápat jako stres a tomu odpovídající ochranu organismu a na účinky chronické tzv. civilizační choroby. [1]

2.1.1. Specifické

Jedná se o přímé dopady na sluchový orgán. Při expozici hladině akustického tlaku A od 120 – 130 dB dochází k poškození bubínku a převodních kůstek. Při dlouhodobé expozici $LA_{eq,T}$ nad 85 dB dochází k poškození vnitřního ucha. [1]

Označení $LA_{eq,T}$ nese tzv. ekvivalentní hladina akustického tlaku A. V praxi se setkáváme s proměnnými zvukovými poli, kdy dochází k časovým změnám příslušných hladin. Pro tyto případy, kdy hluk s časem mění své fyzikální vlastnosti, se zavádí zmíněná ekvivalentní hladina neboli trvalá konstantní hladina $LA_{eq,T}$. Jedná se tedy o fiktivní konstantní hladinu akustického tlaku nebo hladinu intenzity zvuku, která má stejný účinek na člověka jako proměnný hluk během stejné časové periody. Na základě měření hladiny akustického tlaku lze přímo stanovit hladinu intenzity zvuku, aniž bychom podstatným způsobem ovlivnili přesnost dalších výpočtů a měření zvuku. Při běžných klimatických podmínkách jsou tyto dvě veličiny přibližně stejné. Ekvivalentní hladina se vypočte dle vzorce (1), kde L_i je daná hladina, která se vyskytovala po dobu měření T_i a n je počet měření časových úseků. [28]

$$LA_{eq,T} = 10 * \log \frac{\sum_{i=1}^n T_i * 10^{0,1 * L_i}}{\sum_{i=1}^n T_i} \text{ [dB]} \quad (1)$$

Označení naměřeného akustického tlaku písmenem A znamená, že při měření bylo použito váhového filtru. Váhové filtry se používají k přepočítávání skutečně naměřených hodnot hladin zvuku na jiné hodnoty hladin zvuku z důvodu zkreslené citlivosti lidského sluchu při různých frekvencích. [28]

2.1.2. Nespecifické

U nespecifických dopadů na lidský organismus se jedná o zasažení různých funkcí organismu. Tento typ účinků se projevuje v celém rozsahu intenzit hluku. Nespecifické dopady také ovlivňují vyšší nervové funkce. Těmi může být například kvalita příjmu informací tedy učení a samotné zapamatování si informací, dále ovlivňují motorické funkce člověka a koordinaci. Jistý vliv mají nespecifické účinky i na komunikační schopnosti. [1]

2.1.3. Akutní účinky

- Poškození sluchového aparátu
- Zvýšení krevního tlaku
- Zrychlení tepové frekvence
- Stažení periferních cév
- Zvýšení hladiny adrenalinu
- Vliv na psychiku
- Snížení výkonnosti, paměti a pozornosti

2.1.4. Chronické účinky

- Ztráta sluchu
- Poškození srdce, infarkt myokardu
- Snížení imunitních schopností organismu
- Pocity únavy
- Nepříznivé ovlivnění spánku, nespavost

Je již dostatečně prokázáno, že hluk v denní době má nepříznivý vliv na poškození sluchového aparátu, na kardiovaskulární systém a nepříznivé působení na osvojování řeči a čtení u dětí. V noční době jsou za dostatečně prokázané považovány změny fyziologických reakcí, poruchy spánku a zvýšení užívání léků na spaní. [2]

Dalším z důležitých faktorů je obtěžování hlukem, které je zařazeno mezi psychosociální účinky hluku. [4]

2.2. Poškození sluchového aparátu

K poškození sluchového aparátu dochází u pracovní expozice v závislosti na výši $LA_{eq,T}$ a době trvání expozice. K namáhání a pozdějšímu poškození však dochází i mimo pracovní prostředí při činnostech spojených s vyšší hlukovou zátěží sluchového aparátu. Studie prokázaly, že u více než 95% populace zasažené hlukem nedochází k poškození sluchového aparátu ani při celoživotním vystavení se hluku o hladině intenzity $LA_{eq,24\text{ hod}}=70$ dB. I za těchto předpokladů však nelze vyloučit, že při úrovni hlukové expozice nemůže docházet k mírnému poškození sluchu u citlivějších skupin populace, kterými mohou být děti, osoby exponované například vibracím, chemickým škodlivinám, ale také osoby, které jsou vystavovány zvýšeným hladinám intenzit hluku v pracovním prostředí. [5]

S vyšší mimopracovní (komunální) expozicí hluku se setkáváme ve specifických případech. Může tomu být například u lidí žijících v blízkosti velmi rušných komunikací (převažující nákladní doprava). Dalším případem může být hluk způsobený frekventovaným leteckým provozem. Problematické jsou zejména oblasti přiblížení na přistání a vzletů na velkých mezinárodních a vojenských letištích. [6] [7]

Již při jednorázovém působení vysokých hladin akustického tlaku, kdy dochází k rychlému nárůstu energie, při které není sluchový aparát schopen reagovat a nastavit tak obranné mechanismy středního ucha (tzv. středoušní reflex) dochází k akutnímu akustickému traumatu, jehož následkem může být poranění bubínku, sluchových kůstek nebo blanitého labyrintu. Stává se tak například u výstřelů a výbuchů, kde je dosahováno hodnot LA_{max} více než 120 dB. [2]

LA_{max} je označení pro maximální hladinu akustického tlaku A v průběhu konkrétní hlukové události.

2.3. Ischemická choroba srdeční a vysoký krevní tlak

Podle Mezinárodní zdravotnické organizace je prokázáno, že u populace žijící v hlučných oblastech v okolí letišť, pozemních komunikací s vysokou intenzitou dopravy a hlučných průmyslových částí dochází k ovlivňování kardiovaskulárního systému. Hluk u zmíněné skupiny obyvatel má i psychofyzilogické účinky na lidský organismus. [6] [8]

Náhlá expozice hluku aktivuje hormonální a autonomní systém lidského organismu a vyvolá přechodné změny (viz. část 2.1.). Mezi tyto změny patří zvýšení krevního tlaku (hypertenze) a z toho plynoucí zvýšení srdeční činnosti, které zapříčiní zvýšení frekvence srdečního tepu. Dále ovlivňuje krevní skladbu. Konkrétně se jedná o krevní tuky, glukózu a vápník. V případě dlouhodobějších expozic může docházet u citlivých jedinců k fixování těchto akutních účinků formou účinků chronických, jako je hypertenze a ischemická choroba srdeční. [1]

Výsledky zjištěné v rámci Systému monitorování zdravotního stavu obyvatelstva v ČR ve vztahu k životnímu prostředí vedou k závěru, že lidé, kteří žijí minimálně 5 let v lokalitách s nočním hlukem způsobeným dopravou vyšší než $LA_{eq,T} = 62$ dB mají po zhodnocení tzv. matoucích faktorů, kterými jsou věk, dosažené vzdělání, index tělesné hmotnosti (BMI), četnost fyzické aktivity, kouření, pití alkoholických nápojů a černé kávy) 1,2 x vyšší šanci onemocnět vysokým krevním tlakem. [9]

Na základě několika epidemiologických studií a laboratorních pokusů byla zjištěna podobná situace jako v případě hypertenze. Jako nejnižší $LA_{eq,T}$ s rizikem vzniku ischemické choroby srdeční byla zjištěna hladina intenzity hluku 70 dB. Na základě výše zmíněných studií byl stanoven závěr, že v případě hluku z dopravy jsou účinky na kardiovaskulární systém spojeny s dlouhodobou (mnoholetou) expozicí $LA_{eq,24\text{ hod}} = 65-70$ dB a více. [1]

2.3.1. Ischemická choroba srdeční, vysoký krevní tlak a letecký hluk

V minulosti bylo již zpracováno několik studií, které se zabývaly rizikem výskytu kardiovaskulárních onemocnění v souvislosti s leteckým hlukem. Jedna z takových analýz byla vytvořena a publikována v roce 2001 kanadským ministerstvem zdravotnictví. Tato meta-analýza obsahovala zhodnocení již existujících odborných podkladů. Jedním z nich byla analýza zpracována v Nizozemí. Tato studie se zabývala hlukem v okolí Amsterdamského letiště Schiphol. Závěrem této studie bylo konstatování, že při expozici L_{dn} (hladina akustického tlaku pro den a noc) vyšší než 62 dB byl zjištěn častější výskyt hypertenze a ischemické choroby srdeční a také vyšší návštěvnost u lékařů a spotřeba léků. Tyto závěry však podle výše uvedené analýzy vytvořené kanadskými odborníky

z ministerstva zdravotnictví nelze považovat za dostatečně průkazné. Hlavním z důvodů byl možný rozdíl v socioekonomické úrovni obyvatel v lokalitách odlišně zasažených hlukem (v okolí letiště je situována obytná oblast obyvatel s nižší životní úrovní). [10] [11]

Meta-analýza je analýza, která vyhodnocuje již zpracované studie zabývající se danou problematikou.

Další ze studií zabývající se leteckým hlukem byla provedena v okolí Mnichovského letiště. Tato studie uvádí, že byly u exponovaných dospělých obyvatel zjištěny vyšší hodnoty krevního tlaku a u dětské populace zvýšená hodnota stresových hormonů. Tyto závěry však meta-analýza kanadského ministerstva zdravotnictví označila za nedostatečně průkazné. Důvodem byl možný vliv matoucích faktorů. [1]

Obsáhlý přehled a analýzu výsledků epidemiologických studií zabývajících se rizikem kardiovaskulárních onemocnění ve vztahu k hlukové expozici z dopravy publikoval W.BABISCH. Na základě této studie byly aktualizovány směrnice Mezinárodní zdravotnické organizace pro komunitní hluk. [12]

V roce 2008 byly publikovány výsledky evropské mezinárodní studie HYENA (Hypertenzion and Exposure to Noise Near Airports). Cílem této studie bylo vyhodnocení rizika vzniku hypertenze u obyvatel žijících v okolí letišť. Do této studie bylo zapojeno téměř 5000 obyvatel v okolí 6 velkých evropských letišť. Statistickým zpracováním výsledků byl pro obě pohlaví respondentů zjištěn statisticky významný vztah pro noční hlukovou expozici z letecké dopravy a u mužů i pro 24 hodinovou expozici z pozemní dopravy. Hlavním poznatkem této studie je fakt, že noční hluk je větším rizikem pro vznik hypertenze než hluk denní. [12]

Mezinárodní zdravotnická organizace uvádí odhadovanou prahovou hodnotu hlukové zátěže pro riziko vzniku hypertenze a infarktu myokardu $L_{noc} = 50$ dB, ovšem toto riziko je podmíněno i expozicí v denní době. [1]

L_{noc} je označení pro hladinu intenzity zvuku v noční době.

2.4. Ovlivnění kvality spánku hlukem

Nadměrný hluk způsobený dopravou výrazným způsobem ovlivňuje kvalitu spánku. Zejména se jedná o fázi usínání tzv. fáze REM. Následkem může být zvýšený krevní tlak, zrychlení srdečního tepu, změny dýchání a srdeční arytmie. V problematice rušení spánku hlukem se setkávají dva aspekty působení hluku a tím jsou aspekty fyziologické a psychologické. [1]

V případě narušení spánku dochází k ovlivnění dalšího dne. Může se dostavit rozmrzelost, špatná nálada, únava, snížení kvality výkonu či bolest hlavy. Byla prokázána zvýšená

spotřeba léků a sedativ na spaní. Náchylnější na výše uvedené příznaky při narušení spánku jsou především starší lidé, těhotné ženy, lidé pracující na směny a lidé s funkčními a mentálními poruchami. [1]

Na základě průzkumů je jasná závislost počtu osob obtěžovaných venkovním hlukem ze silniční dopravy, osob s obtížným usínáním, zhoršenou kvalitou spánku a osob užívajících sedativa a to zejména na noční $LA_{eq,T}$. [9]

Nepříznivé ovlivnění nálady následující den bylo prokázáno při hodnotách hluku během spánku vně budov již pod 60 dB. S tím úzce souvisí i ovlivnění pracovní výkonnosti. K narušení spánku dochází jak při ustáleném, tak i při proměnném hluku. Objektívni příznaky narušení spánku se při ustáleném hluku v interiéru začínají projevovat při hladině akustického tlaku $LA_{eq,T} = 30$ dB. Problémem, při experimentálních studiích zaměřených na rušení spánku hlukem může spočívat ve skladbě osob, na kterých se experiment provádí. Jedná se většinou o zdravé jedince bez psychických problémů. [1]

Při přerušovaném hluku roste rušení spánku s maximální hladinou intenzity zvuku LA_{max} , respektive při nízké ekvivalentní hladině intenzity zvuku LA_{max} ovlivňuje negativně spánek už malý počet hlukových událostí, přičemž musíme uvažovat i interval mezi dvěma po sobě jdoucími hlukovými událostech. Z tohoto důvodu je potřeba v případě leteckého hodnotit i LA_{max} nebo hladinu hlukové expozice nejhluchnější hlukové události a zároveň počet těchto událostí. Pravděpodobnost probuzení osob roste s počtem hlukových událostí, přičemž největší pravděpodobnost probuzení je při intervalu 40 minut. [14]

Dle doporučení Mezinárodní zdravotnické organizace by L_{noc} neměla v chráněném venkovním prostoru staveb (v okolí staveb) přesáhnout 42 dB. Tato hodnota je uváděna jako prahová hodnota pro diagnózu nespavosti vyvolané prostředím i subjektivně uváděné poruchy spánku. Hladina $L_{noc} = 40$ dB je pak uváděna jako prahová hodnota pro užívání prášků a sedativ na spaní. [1] [8]

V interiérech budov by hodnoty LA_{max} neměly přesáhnout hodnoty 42 dB. Při této hodnotě dochází k nárůstu vědomých probuzení. Prahová hodnota LA_{max} pro zvýšenou frekvenci samovolných pohybů během spánku a pro změny spánkového rytmu je 32 dB. Počet těchto událostí by neměl být větší než 10-15 za noc (8 hodin). [1] [8]

Z těchto poznatků je zřejmé, že je snaha minimalizovat intenzitu leteckého provozu během noci. V případě, že je toho z nejrůznějších důvodů nemožné dosáhnout je snaha provoz směřovat do začáteční části noci.

V hlučných lokalitách nedochází k adaptaci obyvatel na rušení spánku ani po víceleté expozici. Mezinárodní zdravotnická organizace doporučuje jako cílovou hodnotu $L_{noc} = 30$ dB a vybízí všechny země, aby postupně snižovaly množství populace exponované hladinami $L_{noc} = 40$ až 55 dB. Při hodnocení zdravotních rizik při výstavbě nových projektů, kterými jsou například dálnice, železnice či letiště, doporučuje Mezinárodní zdravotnická organizace cílovou hladinu intenzity zvuku $L_{noc} = 40$ dB. [1]

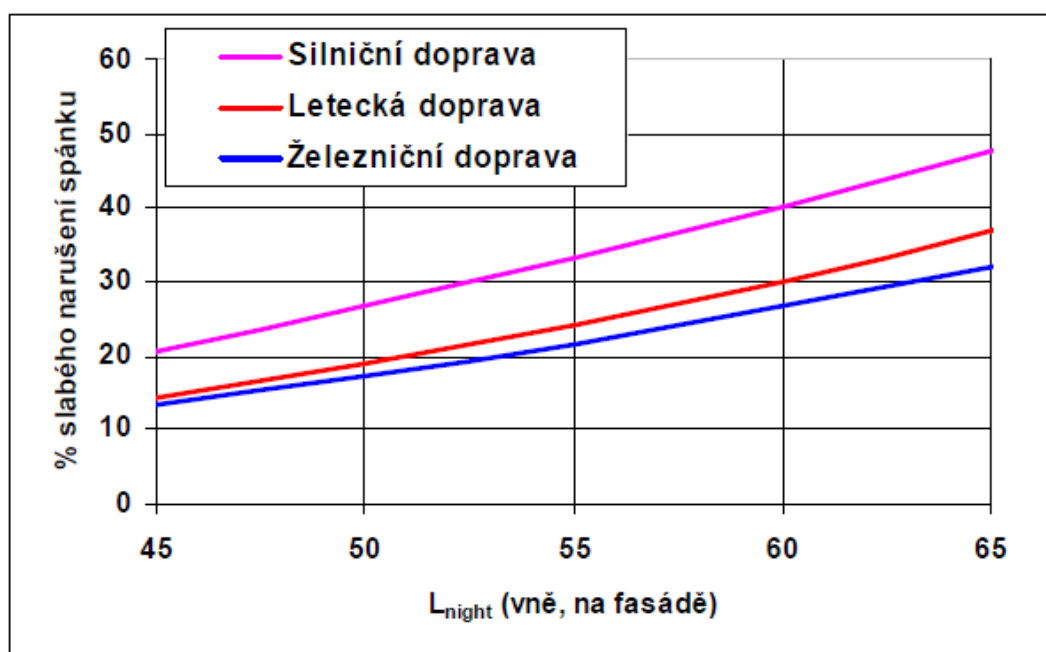
Při výstavbě nové paralelní dráhy na LKPR však nedochází k vnášení nového zdroje hluku do hlukově nezasazeného území, ale k rozšíření stávajícího provozu s cílem snížit expozici hlukem v noční době. [1]

V následujících třech grafech (obrázek 1, 2 a 3) jsou porovnány účinky hluku na rušení spánku pro tři druhy dopravy. V každém z grafů je vyobrazena závislost procentuálního množství narušeného spánku na hladině noční intenzity zvuku, která je monitorována na fasádě domů. Z grafů vyplývá, že při expozicích při stejných nočních hladinách $LA_{eq,8H}$ je pro spánek nejméně rušivý hluk z dopravy železniční. [1]

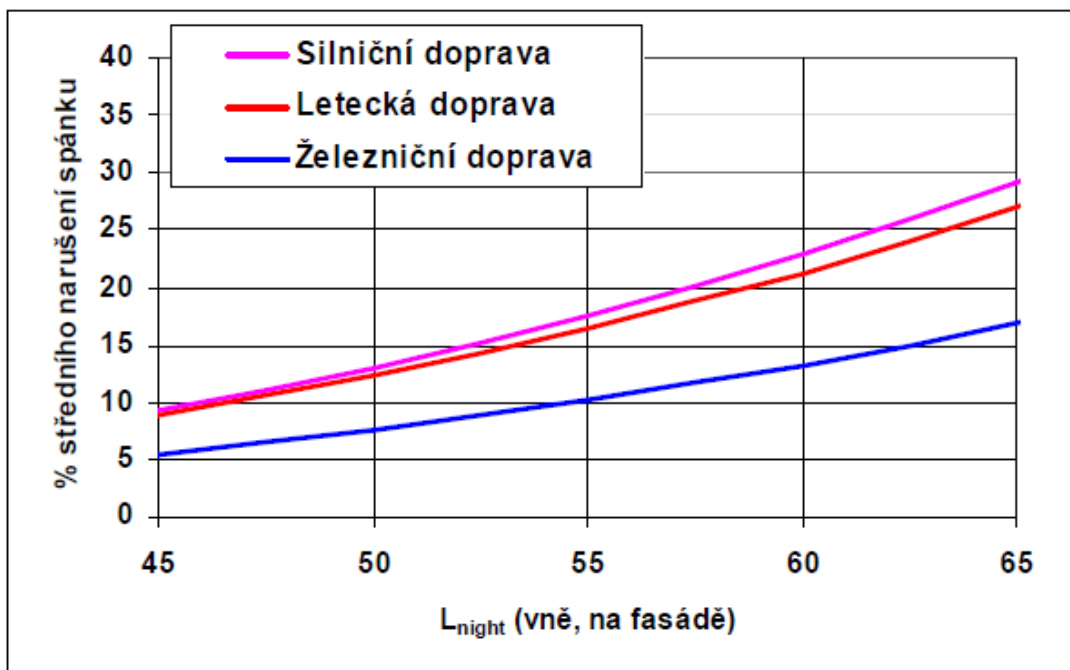
LSD-Lowly Sleep Disturbed, jedná se o první stupeň rušení spánku zahrnující všechny osoby přinejmenším mírně rušení. Zahrnuje rušené osoby ze všech tří stupňů.

SD-Sleep Disturbed, druhý stupeň rušení spánku, zahrnuje osoby alespoň středně rušené. Zahrnuje 2. a 3. Stupeň rušení spánku.

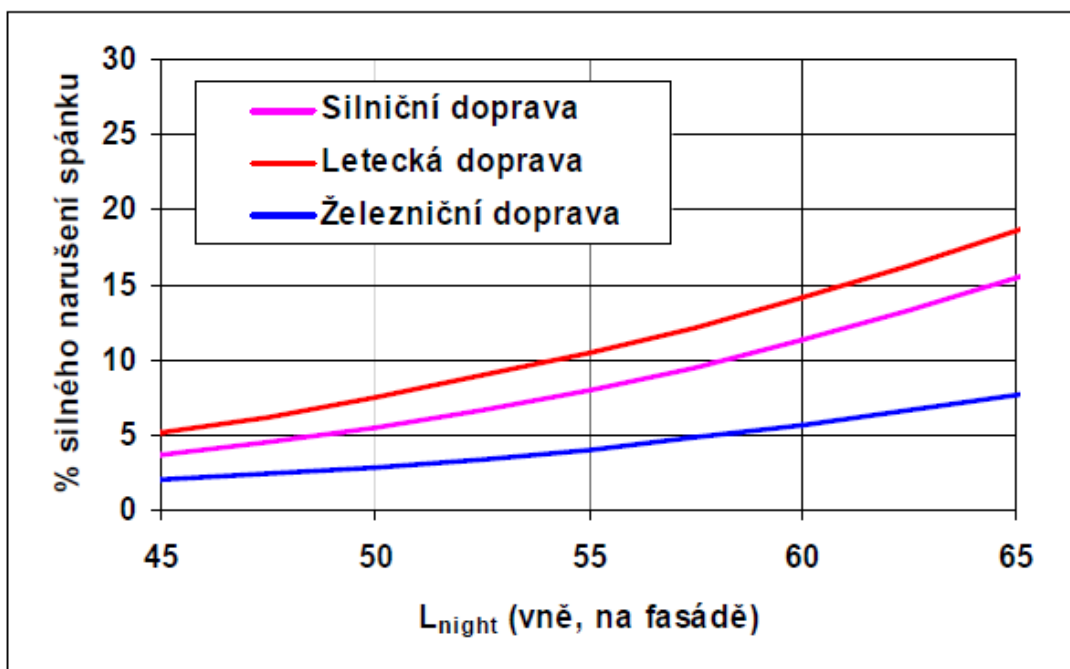
HSD-Highly Sleep Disturbed, třetí stupeň rušení spánku, zahrnuje osoby se silnými subjektivními pocity rušení spánku.



Obrázek 1: Závislost procentuálního slabého narušení spánku na hodnotách intenzit hluku ze tří druhů dopravy. [1]



Obrázek 2: Závislost procentuálního středního narušení spánku na hodnotách intenzit hluku ze tří druhů dopravy. [1]



Obrázek 3: Závislost procentuálního silného narušení spánku na hodnotách intenzit hluku ze tří druhů dopravy. [1]

2.5. Zhoršení řečové komunikace

V případě, že jsme v hlučném prostředí, může být mezilidská komunikace hlukem narušena. Hluk může překrývat důležité zvukové informační signály, kterými může být telefon, alarm, domovní zvonek. Tento jev se nazývá maskovací proces. Vysoká hladina intenzity zvuku vede člověka k nutnosti mluvit hlasitěji a tím dochází k hlasové únavě a pozdější ztrátě srozumitelnosti pro posluchače. Rozdíl mezi intenzitou hluku pozadí a řečí by měl být

minimálně 15 dB. V případě, že je intenzita hluku o více jak 15 dB vyšší než intenzita řeči dochází k neporozumění v předávané zprávě. Průměrná hladina intenzity řeči je 50 dB. [4]

Se zhoršením komunikačních schopností pomocí řeči přímo souvisí řada prokázaných nepříznivých důsledků. Zhoršení komunikace řečí vede k podrážděnosti, nejistotě, poklesu pracovní výkonnosti a pocitům nespokojenosti. I v případě komunikace je zasažena specifická skupina lidí. Jedná se především o starší lidi, malé děti ve fázi osvojování řeči a samozřejmě o lidi se sluchovými vadami. Z důvodu, že se jedná o podstatnou část lidské populace, nesmíme zapomínat, že hluk má vliv i právě na komunikační schopnosti jedince. [6]

Hluk ovlivňuje i výkonnost při poznávacích úlohách, horší osvojení čtení a jazyka u dětí. Prahová hodnota, při které se začíná hluk projevat na kvalitě výuky dětí, je 50 dB. S hlukem přichází i větší množství chyb u školních dětí a roztržitost. Bylo vyzorováno, že tyto příznaky se vyskytují častěji u dětí ve školách v blízkosti letišť. [15]

2.6. Obtěžování hlukem

Obtěžování je definováno jako psychický stav vznikající při mimovolném vnímání vlivů, ke kterým má jedinec záporný postoj a na které reaguje pocity odporu, podrážděností a v některých případech i psychosomatickými poruchami. [5]

Obtěžování hlukem je nejobecnější reakcí člověka na hlukovou zátěž. V případě, že je člověk zatěžován hlukem může tím docházet nepřímo i k ovlivnění životního pohodlí a úrovně. Příkladem mohou být zavřená okna z důvodu hluku, a tím snížena kvalita vzduchu uvnitř obydlí či nevyužívání balkónů. Z hlediska lidského zdraví je podstatné, že tak jako ovlivňování kvality spánku tak i obtěžování hlukem způsobuje stres a stres je jedním z faktorů přispívá ke vzniku kardiovaskulárních onemocnění. [2]

Prahová hodnota, čili hodnota, u které se již dá předpokládat efekt obtěžování hlukem je u populace s normální citlivostí 42 dB. Tento způsob ovlivňování lidského organismu však není zařazen mezi účinky zdravotní, ale mezi účinky psychosociální s působením na kvalitu života. Zde se jedná především o již zmíněný stres, který může v případě vysoké intenzity, frekvence a trvání hluku vést až ke zdravotním následkům. [4] [2]

Míra obtěžování je ovlivněna několika faktory. Jsou to jednak fyzikální vlastnosti zvuku, kterými jsou hladina akustického tlaku, délka trvání hluku a rychlost nástupu, přítomnost tónové složky, nízkofrekvenčního hluku a vibrací, dále přítomnost informačního obsahu hluku (řeč, varovné zvuky). [2]

Dále je důležité zmínit, že obtěžování hlukem je významně ovlivněno individuálními vlastnostmi osoby vystavené hluku. V populaci je 10-20% osob velmi citlivých na hluk a naopak 10-20% osob vysoce odolných vůči hluku. Pro zbylých 60-80% populace platí, že se zvyšující se intenzitou hluku roste obtěžování. [5]

Pro vyhodnocení míry obtěžování hlukem, je důležité přihlídnout k dalším vlivům, jako jsou vlivy sociální, mezi které patří například vzdělání, či ekonomický prospěch ze zdroje hluku. Mezi další dopady patří vlivy zdravotní, mezi které můžeme zařadit poruchu sluchu, dále vliv psychologický (strach spojený se zdrojem hluku) či mezikulturní rozdíly. Při zahrnutí všech těchto účinků dochází k rozdílným výsledkům studií, které prokazují u stejných hladin hluku různého původu rozdílný efekt a naopak rozdílné výsledky při stejných zdrojích i hladinách na různých lokalitách v různých zemích. [2] [6]

Co se týče obtěžování hlukem z letecké dopravy, může být zhoršujícím faktorem i obava z možné havárie letadla v obydleném území. V tomto případě se jedná o příklad psychologického vlivu. Z hlediska obtěžování je obyvateli vnímán hůře hluk z helikoptér než z letadel. Dále byl také zjištěn vyšší stupeň obtěžování u obyvatel žijících v blízkosti vojenských letišť než u obyvatel žijících v okolí civilních letišť a to z důvodu nízkých průletů vojenských letadel. [1]

2.7. Poruchy duševního zdraví

Není dokázáno, že by hluk měl přímý dopad na duševní zdraví člověka. Je však pravděpodobné, že nadměrné vystavování se hluku může přispívat ke zhoršení projevů duševních onemocnění popřípadě urychlit jejich rozvoj. Bylo však zjištěno, že v případě hlukové zátěže je častější výskyt psychiatrických symptomů, hospitalizací a vyšší spotřeba léků. [1]

Studie z okolí londýnského letiště Heathrow naznačovala přímou souvislost nárůstu hospitalizací na psychiatrii u populace obyvatel exponovaných hladinám vyšších než 70 dB v okolí letiště. Tato data se porovnávala s monitoringem skupiny populace, která byla vystavena hladinám nižším než 65 dB. Ani tato studie však nebyla považována za dostatečný důkaz toho, že vystavování se hladinám hluku z leteckého provozu vyvolá negativní účinky s dopadem na duševní zdraví exponovaných osob. [1]

Studie Mezinárodní zdravotnické organizace uvádí prahovou hladinu pro možný vznik psychické poruchy 60 dB. [8]

2.8. Zvýšení celkové nemocnosti

V řadě epidemiologických studií bylo zjištěno zvýšení celkové nemocnosti u obyvatel exponovaných mimopracovně vysokým hladinám hluku. Jako nejpravděpodobnější vysvětlení se uvádí působení chronického stresu. Konkrétně se jedná o výskyt poruchy imunity, zánětlivých onemocnění, onemocnění trávicí soustavy, arteriosklerózy (ztluštění a ztráta elasticity tepen) a poruchy menstruačního cyklu. Dále bylo zjištěno, že k rozdílům v nemocnosti dochází až po dlouhodobé expozici hluku. U nervových onemocnění po 8-10 letech a u chorob kardiovaskulárních dokonce až po 11-15 letech. [5]

Účinky hluku nezpůsobují jednu nebo několik specifických chorob, ale způsobují zhoršování celkového zdravotního stavu u osob, které jsou vystavovány dlouhodobě nadměrnému hluku. Dochází však k výskytům chorob dříve, než by tomu mohlo být, a navíc se může zhoršovat jejich průběh. [9]

Ve studiích zaměřených na účinky hluku z letecké dopravy na gravidní matky nebylo prokázáno snížení porodní váhy ani riziko vrozených vývojových vad u novorozenců. Také nebyl prokázán u exponovaných osob vliv na imunitní systém a následný zvýšený výskyt infekčních onemocnění. [1]

2.9. Účinky hluku obsahující tónovou složku

Účinky hluku jsou závislé na jeho kmitočtovém složení. Širokopásmový hluk má výraznější účinky na oběhové funkce lidského organismu naopak hluk tónový je spojován s intenzivnějším pocitem rušení a má také pronikavější účinek na sluchové ztráty. Významným parametrem je výška tónu neboli jeho frekvence. Hluky s převahou frekvencí nad 2 000 Hz jsou agresivnější než hluky s frekvencemi pod 1 000 Hz. Je prokázáno, že přítomnost nízkých frekvencí (20-100 Hz) nebo vibrací zhoršuje účinky vysokofrekvenčního hluku. [6]

2.10. Účinky nízkofrekvenčního hluku

Nízkofrekvenční zvuk je definován jako slyšitelný zvuk, v jehož frekvenčním spektru převažují frekvenční složky v pásmu kmitočtů nižších než 100 Hz. [1]

Infrazvuk je definován jako zvuk, jehož frekvence je nižší než slyšitelné pásmo kmitočtů sluchového aparátu tj. 16 Hz. [1]

Významnou fyzikální vlastností nízkofrekvenčních akustických signálů je velmi nízké tlumení okolním vzduchem, zemní absorpcí a pevnými překážkami. Pro útlum nízkofrekvenčního hluku obvodovými konstrukcemi je zapotřebí extrémně těžkého materiálu obvodových stěn. Důležitá je samozřejmě i tloušťka absorpčních materiálů pohybující se řádově v metrech.

Není známa obecná metoda výpočtu stavebních konstrukcí pro útlum v oblasti kmitočtů pod 100 Hz, kdy se nacházíme pod tzv. zvukoizolační kmitočtovou oblastí. [1]

Důsledky výše uvedených fyzikálních vlastností nízkofrekvenčních akustických signálů jsou následující:

- Šíří se na velké vzdálenosti, podloží i konstrukcemi.
- Zvukoizolační schopnosti současných stavebních materiálů a konstrukcí jsou v oblasti zmíněného frekvenčního spektra nízké.
- Akustické signály procházejí stavebními konstrukcemi s velmi malým útlumem.
- Dochází navíc k odfiltrování vysokých frekvencí spektra akustického signálu obvodovým materiálem objektů, a tím dochází k transformaci signálu směrem k nízkým frekvencím, které procházejí bez většího útlumu, jak již bylo zmíněno.
- Při filtraci vyšších frekvencí může proniklý signál v prostoru stavby získat tónový charakter.
- Vlnová délka v těchto frekvenčních pásmech je srovnatelná s rozměry místností. [1]

Účinky hluku s nízkou frekvencí na lidský organismus jsou rozladěnost, nevolnost, dezorientace, zvýšená unavitelnost, poruchy spánku nebo spavost a řada dalších kombinací nespécifických příznaků. Účinky mohou být zprostředkovány působením nízkofrekvenčního hluku na lidské tělo. Tím může být vyvolána rezonance orgánů, která může mít negativní vliv na lidské zdraví.[1]

Účinky hladin nízkofrekvenčního zvuku a infrazvuku na lidský organismus:

- 170-180 dB smrtící účinky.
- 160 dB vyvolávají pocit bolesti.
- 120-150 dB působí destruktivně na buněčné struktury.
- Hladiny nižší než 120 dB způsobují rezonanci vnitřních orgánů, z kterých plyne pocit bolesti, změna srdeční a dechové frekvence a následný pocit nevolnosti s negativním odrazem na psychický stav exponovaného člověka.
- 100-130 dB jsou pozorovány poruchy rovnováhy a zrakové ostrosti.
- 90-100 dB pocit nepohodlí, rozladěnosti, bolest hlavy, únava a nevolnost.
- Okolo hladiny 92 dB leží pro frekvenci 16 Hz práh vnímání. Tato hodnota platí pro krátkodobý podnět. Při podnětu trvajícím desítky minut se práh slyšení snižuje postupně o 10 dB a více.
- 80-100 dB tento interval hladin se považuje za zdravotně neškodný.

Obecně nízké frekvence snášejí hůře ženy než muži, kteří jsou vůči nim více odolní. U hluku z leteckého provozu se nepředpokládá přítomnost nízkofrekvenčního hluku ani hluku s tónovou složkou. [1]

2.11. Synergické účinky hluku (kombinace hluku z několika zdrojů)

V předchozích bodech bylo popsáno jaké vlivy, má hluk na lidské zdraví. Předpokládalo se však, že se jedná o jeden zdroj hluku. V praxi se však můžeme setkat s kombinací několika zdrojů hluku z různých typů dopravy. Dřívější výpočty kombinovaného hluku vycházely ze sumace akustické energie nebo z dominantního vlivu nejhluchnějšího zdroje. Současný model ekvivalentu hluku využívá následující postup: hluk z jednotlivých zdrojů je nejprve přepočten na hladinu akustické energie referenčního zdroje vyvolávajícího stejný stupeň obtěžování. Jako referenční zdroj slouží hluk ze silniční dopravy. Výsledná celková hladina akustického tlaku je pak vztažena k obtěžování obyvatel podle vztahu pro silniční dopravu. Jedná se však pouze o matematické vyjádření, na jehož základě nelze posuzovat vliv na veřejné zdraví. [15] [1] [17]

3. Hlukové limity, ochranná hluková pásma a protihluková opatření na LKPR

Důvod, proč je důležité se hlukem zabývat, byl popsán v předešlé kapitole. Jeho ať už přímý vliv nebo nepřímý vliv na zdraví lidského organismu je nepopiratelný. V kapitole číslo 3 bude popsáno, jaké jsou stanoveny hlukové limity pro provoz letecké dopravy, dále budou popsána hluková pásma, která jsou stanovena v okolí LKPR a popsána protihluková opatření na LKPR.

3.1. Hlukové limity

Základní legislativní rámec týkající se problematiky hlukových limitů určuje nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. Na základě tohoto nařízení jsou stanoveny limity nejvýše přípustných hodnot hluku ve vnitřním a venkovním prostoru.

3.2. Hygienické limity hluku v chráněném vnitřním prostoru staveb

Hodnoty hluku se vyjadřují ekvivalentní hladinou akustického tlaku $A LA_{eq,T}$ a hladinou maximálního akustického tlaku $A LA_{max}$. Ekvivalentní hladina akustického tlaku $A LA_{eq,T}$ se v denní době stanoví pro 8 souvislých a na sebe navazujících nejhlučnějších hodin $LA_{eq,8H}$, v noční době pro nejhlučnější 1 hodinu tedy $LA_{eq,1H}$. Pro hluk z dopravy na pozemních komunikacích s výjimkou účelových komunikací, a drahách a pro hluk z leteckého provozu se ekvivalentní hladina akustického tlaku $A LA_{eq,T}$ stanoví pro celou denní dobu $LA_{eq,16H}$ a celou noční dobu $LA_{eq,8H}$. [18]

Hygienický limit v ekvivalentní hladině akustického tlaku A se stanoví pro hluk pronikající vzduchem zvenčí a pro hluk ze stavební činnosti uvnitř objektu součtem základní hladiny akustického tlaku, které jsou pro denní dobu (6:00-22:00) $A LA_{eq,16H}$ 40 dB a pro noční dobu (22:00-6:00) $A LA_{eq,8H}$ 30 dB a korekcí přihlížejících ke druhu chráněného prostoru a denní či noční době viz. tabulka 2. [18]

V případě, že jde o hluk s tónovými složkami nebo má hluk informační charakter, přičítá se k výpočtu limitů korekce -5 dB. [18]

Tabulka 2: Korekční tabulka pro stanovení hygienických limitů hluku v chráněném vnitřním prostoru staveb. [18]

Druh chráněného vnitřního prostoru	Doba pobytu	Korekce
Nemocniční pokoje	6:00-22:00/22:00-6:00	0 dB/-15 dB
Lékařské vyšetřovny, ordinace	Po dobu používání	-5 dB
Obytné místnosti	6:00-22:00/22:00-6:00	0 dB/-10 dB
Přednáškové sítě, školská zařízení	-	+5 dB
Prodejny, sportovní haly	-	+20 dB

3.3. Hygienické limity hluku v chráněném venkovním prostoru staveb a v chráněném venkovním prostoru

Hodnoty hluku, s výjimkou vysokoenergetického impulsního hluku se vyjadřují ekvivalentní hladinou akustického tlaku $A LA_{eq,T}$. V denní době se stanoví pro 8 souvislých a na sebe navazujících nejhluchnějších hodin $LA_{eq,8H}$ a v noční době pro nejhluchnější 1 hodinu $LA_{eq,1H}$. Pro hluk z dopravy na pozemích komunikacích s výjimkou účelových komunikací, a dráhách a pro hluk z leteckého provozu se ekvivalentní hladina akustického tlaku $A LA_{eq,T}$ stanoví pro celou denní dobu $LA_{eq,16H}$ a celou noční dobu $LA_{eq,8H}$. [18]

Hygienický limit v ekvivalentní hladině akustického tlaku A z leteckého provozu se vztahuje na charakteristický letový den a stanoví se pro celou denní dobu ekvivalentní hladinou akustického tlaku $A LA_{eq,16 H}$ je roven 60 dB a pro celou noční dobu ekvivalentní hladinou akustického tlaku $A LA_{eq,8 H}$ se rovná 50 dB. [18]

3.3.1. Charakteristický letový den

Charakteristickým letovým dnem se rozumí průměrný letový den s počtem N pohybů (vzletů a přistání) všech letadel v průběhu jednoho dne, odvozeným jako průměrná hodnota z celkového počtu pohybů za šest po sobě následujících měsíců v letním období ve všech provozních směrech vzletových a přistávacích drah. Letním obdobím rozumíme období květen-říjen. Odděluje se počet pohybů v denní a noční době. Noční doba je stanovena na interval mezi 22:00 a 6:00 a denní doba na interval mezi 6:00 a 22:00. [21]

3.3.2. Dráhy letu a rozptyl trajektorií

Dráhy letu popisují vertikální průměty středních trajektorií letu na rovinu země (stopy letu) včetně i jejich předpokládaného rozptylu. Střední trajektorie letu zpravidla předepisuje

Letecká informační příručka AIP CR pro dané letiště nebo Letištní rád. Trajektorii letu jednotlivých letadel doplňuje závislost okamžité výšky AGL (výška nad úrovní terénu) letadla nad rovinou letiště (profil letu), zpravidla se ale uvažují standardní postupy předepsané v AIP nebo výrobcem letadel. Předepsané postupy jsou součástí databáze matematických modelů pro výpočet hluku. [21]

3.3.3. Charakteristická skladba letadel

Jedná se o počet vzletů a přistání letadel jednotlivých typů nebo kategorií vyjádřený v % z celoročního počtu, která se podílejí na leteckém provozu daného letiště. Dokládají se především typy letadel s významným podílem v hlukové expozici prostředí. Pohyby letadel s ojedinělým výskytem se zahrnuje do počtu pohybů letadel odpovídající hlukové kategorie. [21]

3.3.4. Provozní směr vzletové a přistávací dráhy

Směr, ve kterém se uskutečňují vzlety a přistání, který se především mění podle okamžitého směru větru. Jedná se tedy o průměrné využití jednotlivých provozních směrů a udává se v % z celoročního počtu vzletů a přistání v jednotlivých směrech. [21]

3.4. Ochranná hluková pásma

Důvodem stanovení ochranných hlukových pásem (OHP) je regulace využití území v okolí letiště, omezit tak nárůst počtu osob vystavených nadměrnému hluku z letecké dopravy a regulovat tak výstavbu v blízkém okolí letiště. Je tedy snaha předcházet budoucímu riziku rozporů ohledně přibývajících výstavby. Na územní ochranného hlukového pásma nemusí být splňovány hygienické limity hluku v nechráněném venkovním prostoru.

Zákonem 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů jsou stanoveny podmínky, za jakých může dojít k překročení hygienických limitů hluku a jaká musí v tomto případě provozovatel letiště provést opatření. V případě dokázání, že nelze z vážných důvodů dodržovat limitní hodnoty, vydává příslušná krajská hygienická stanice povolení k provozu. [19]

V případě překročení hygienických limitů hluku z provozu na mezinárodních letištích zajišťující ročně více než 50 000 startů nebo přistání, a vojenských letištích je provozovatel letiště povinen navrhnout vydání opatření obecné povahy podle správního řádu ke zřízení ochranného hlukového pásma. Opatření obecné povahy ke zřízení ochranného hlukového pásma vydává Úřad pro civilní letectví s výše zmíněnou krajskou hygienickou stanicí. [19]

U bytových domů, rodinných domů, staveb pro školní a předškolní výchovu, staveb pro zdravotní a sociální účely a funkčně obdobných staveb umístěných v ochranném hlukovém

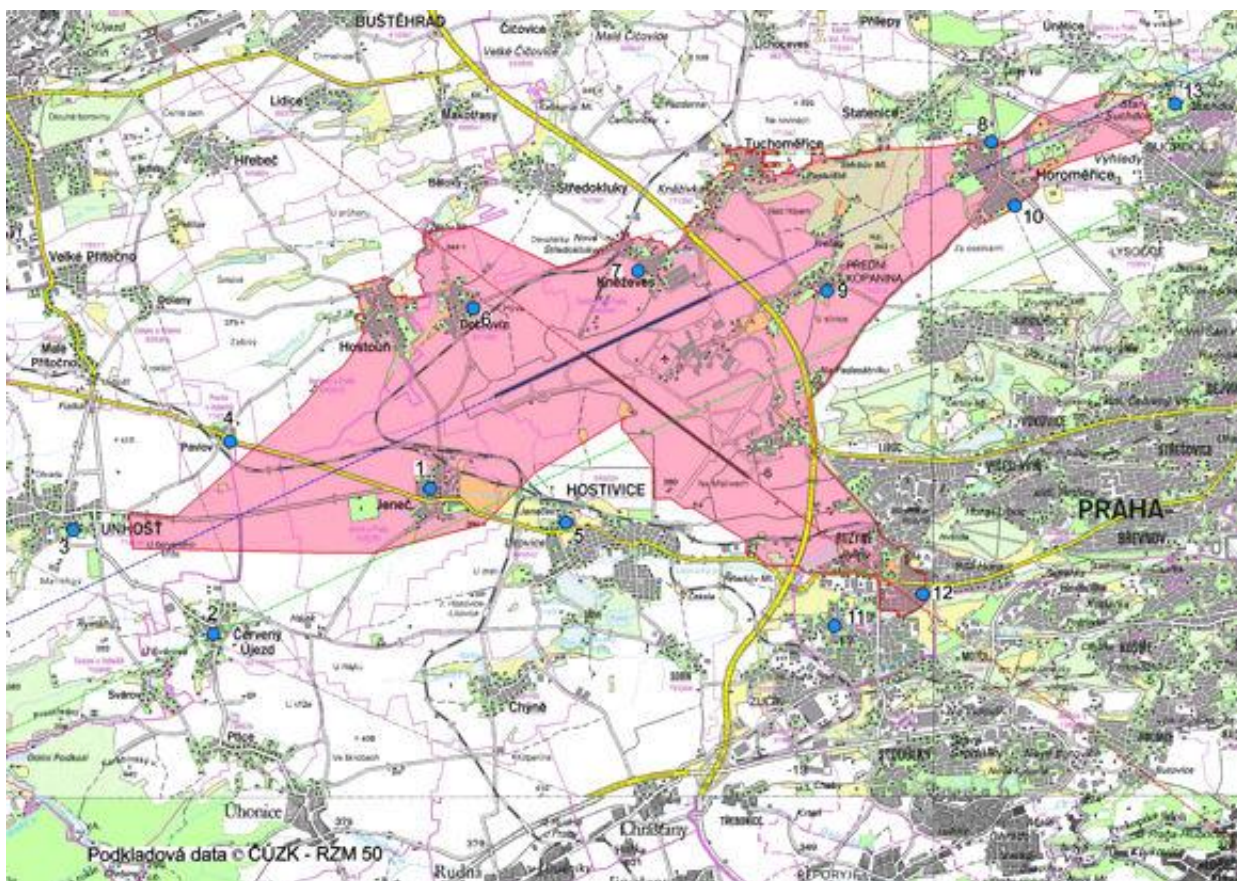
pásmu, je provozovatel letiště na základě odborného posudku vypracovaného na jeho náklad povinen postupně provést nebo zajistit provedení protihlukových opatření v takovém rozsahu, aby byly alespoň uvnitř staveb hygienické limity hluku dodrženy. U výše zmíněných staveb, ve kterých by dle odborného posudku protihluková opatření nezajistila dodržení stanovených hygienických limitů, může správní úřad zahájit řízení o změně v užívání stavby nebo o jejím odstranění. [19]

3.4.1. Vznik ochranného hlukového pásma na LKPR

Současné ochranné hlukové pásmo (obrázek 4) na tehdejší letišti Praha Ruzyně (dnes Letišti Václava Havla v Praze) bylo navrženo v roce 1997. Jeho hlavními cíly bylo přispět:

- k zajištění shody ve využití území v okolí letiště především prostředky územního plánování
- k zabezpečení ochran obyvatel před účinky nadměrného hluku technickými, organizačními a provozními prostředky
- k vymezení území s nadměrným hlukem z leteckého provozu pro uplatnění vhodných zvukoizolačních opatření na citlivých objektech
- k uplatnění vhodných pravidel koexistence mezi letištěm a jeho blízkým okolím [20]

Zmíněné ochranné hlukové pásmo na Letišti Václava Havla v Praze bylo vyhlášeno nejprve na území hlavního města Prahy územním rozhodnutím Odborem územního rozhodování Magistrátu hlavního města Prahy z roku 1998. Po vyřešení kompetencí k územnímu řízení ve věci vyhlášení ochranného hlukového pásma na území dotčených obcí, ležících na území Středočeského kraje, byly pověřenému stavebnímu úřadu v Hostivici postupně předkládány návrhy na zřízení ochranného hlukového pásma pro jednotlivé obce. [20]



Obrázek 4: Ochranné hlukové pásmo zřízené na LKPR. Modré body označují polohu stacionárních monitorovacích stanic leteckého hluku a dráhy letu. [22]

V období mezi roky 2000 a 2006 postupně docházelo k legislativním změnám týkající ochrany zdraví před nepříznivými účinky hluku. Součástí těchto změn byla povinná změna akustických deskriptorů (ukazatele) pro vyjádření hluku z letecké dopravy a hlukových limitů. Tyto změny však na základě důkladných ověření nevedly ke změnám ve zřízeném ochranném hlukovém pásmu. [20]

3.4.2. Izofony

Izofona je křivka spojující body se stejnou hodnotou hluku z leteckého provozu, vyjádřeného předepsaným akustickým deskriptorem zanesena v mapovém podkladu vhodného měřítko. Nejčastěji je jako deskriptor hluku používána ekvivalentní hladina akustického tlaku A pro den LAeqD a pro noc LAeqN. Izofony zobrazují hlukové zatížení území, způsobené leteckým provozem. Izofony se odvozují pro podmínky směrodatného leteckého provozu během charakteristického letového dne a pro obvyklé (jmenovité) dráhy letu, s případným zahrnutím rozptylů reálných trajektorií letu. [21]

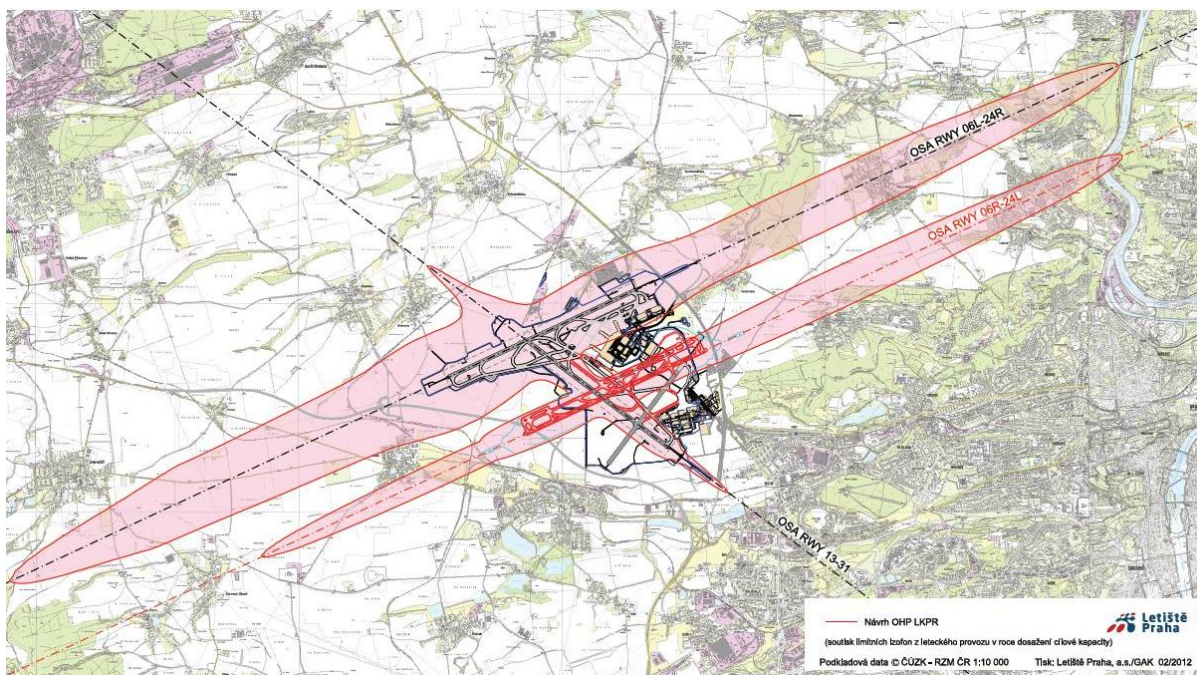
Rozsah vynášených izofon ekvivalentních hladin akustického tlaku je standardně ± 5 dB od stanoveného hygienického limitu pro chráněný venkovní prostor a pro danou denní dobu.

Ve vnitřních zónách, ohraničených limitními izofonami $LA_{eqD}=60$ dB a $LA_{eqN}=50$ dB, je vysoká pravděpodobnost, že hygienický limit hluku z leteckého provozu pro denní nebo noční dobu bude překračován. Vnější zóna s rozmezím ekvivalentních hladin akustického tlaku $LA_{eqD}=55-60$ dB pro denní dobu a $LA_{eqN}=45-50$ dB pro noční dobu se může podle hledisek pro posuzování dopadů hluku z leteckého provozu vnímat jako varovná zóna, v níž je hluk z leteckého provozu vyšší než hluk pozadí, avšak nižší než připouští platný hygienický limit pro hluk z leteckého provozu. V této zóně je malá pravděpodobnost dosažení nebo překročení hygienického limitu. [20]

3.4.3. Ochranné hlukové pásmo a výstavba paralelní RWY 06R/24L na Letišti Václava Havla v Praze

Letiště Václava Havla v Praze je největším mezinárodním letišťem na území České republiky a řadí se již po bok nejvyspělejších letišť v Evropě. S tímto faktem roste i každoročně zájem o využívání jeho služeb. Z tohoto důvodu je nutný postupný rozvoj letiště jako celku. Jedná se o odbavovací kapacitu či parkoviště. Hlavním limitujícím prvkem pro růst celkového výkonu letiště, se kterým přímo souvisí počet pohybů letadel, je kapacita stávajícího dráhového systému. Jelikož letiště přispívá k celkovému rozvoji regionu, je výstavba nové paralelní dráhy s rostoucím zájmem o Letiště Václava Havla Praha nezbytnou podmínkou pro další rozvoj.

V roce 2011 získal provozovatel letiště kladný posudek od Ministerstva životního prostředí České republiky ke studii dopadu na životní prostředí EIA (Environmental Impact Assessment - vyhodnocení vlivů na životní prostředí). V rámci stanoviska k posouzení vlivů provedení záměru výstavby nové paralelní dráhy na životní prostředí bylo stanoveno 71 podmínek, které musí být respektovány v jednotlivých stupních projektové přípravy a realizace záměru, zkušebního a trvalého provozu a zahrnuty jako podmínky návazných správních řízení. Jedna ze zmíněných podmínek specifikuje rozsah nového ochranného hlukového pásma. Konečný rozsah ochranného hlukového pásma musí být navržen v rozsahu limitní izofony. Součástí nového návrhu ochranného hlukového pásma bude zákres limitní izofony pro denní dobu a limitní izofony pro noční dobu (příloha 1 a 2). Zároveň však musí být nové ochranné hlukové pásmo navrženo tak, aby velikost jeho plochy ohraničené limitní izofonou (nové OHP) nebyla větší než velikost plochy ohraničené hranicí stávajícího OHP. Jak je vidět na obrázku 5 návrh nového hlukového pásma vznikl složením limitních izofon pro denní a noční letecký provoz v roce 2020 v době dosažení cílové kapacity letiště. Izofony, které jsou přílohami 1 a 2 byly zpracovány v programu CADNA A FLG. [27]

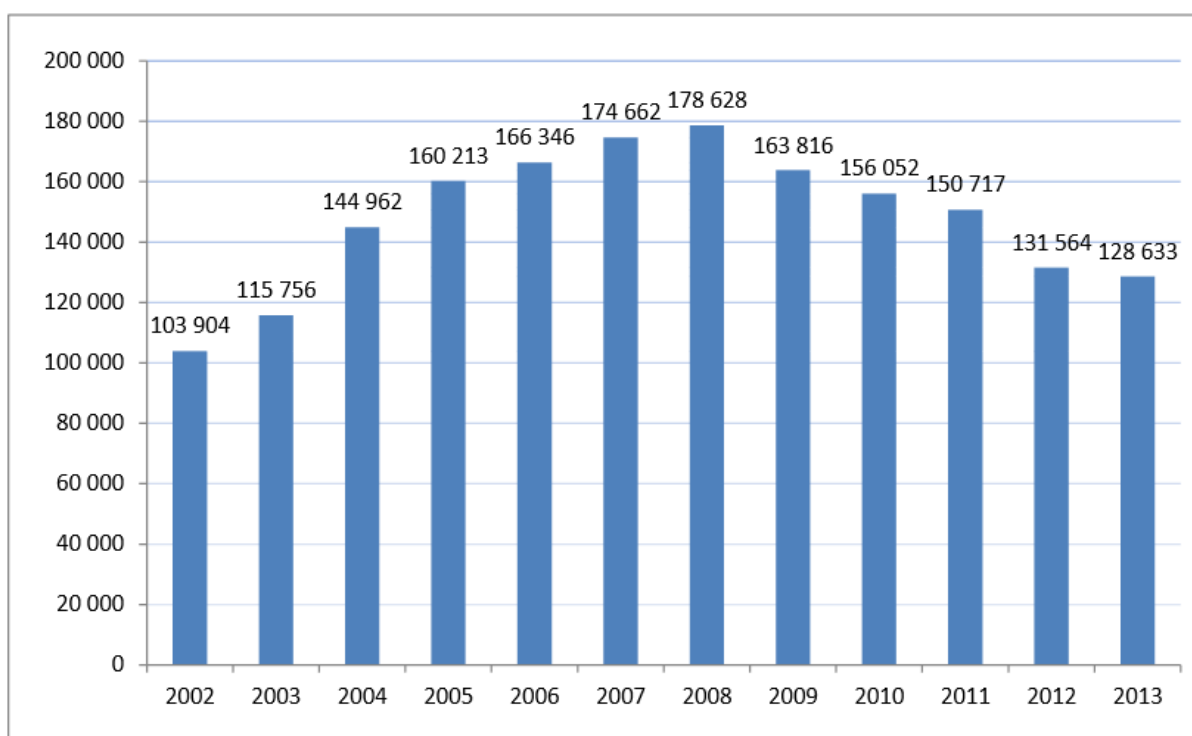


Obrázek 5: Návrh ochranného hlukového pásma pro letecký provoz v roce dosažení cílové kapacity letiště 2020. [21]

V současné době probíhá výběrové řízení na zpracovatele dokumentace pro územní řízení a následné stavební povolení. Letiště Praha, a. s. plánuje novou paralelní dráhu, pojezdové dráhy a nové motorové stání s protihlukovým vybavením uvést do provozu přibližně v roce 2025. Termín závisí především na situaci v územním plánování hl. m. Prahy, se kterým úzce souvisí územní řízení stavby. [22]

Se zvýšeným počtem pohybů však souvisí nárůst akustické energie, která bude zatěžovat okolí letiště. Obecně platí, že se zvyšováním leteckého provozu je nutné především zpříšňovat protihluková opatření a pravidla. V případě, že nám to skladba okolního terénu a dostatek místa, kde by hluk nezatěžoval hustě zalidněné oblasti dovolí je vhodné preferencí používaných drah nebo soustředěním pohybů letadel do předepsaných trajektorií předejít střetům s protichůdnými ekonomickými a ekologickými zájmy. Na možný střet zájmů mezi ekonomickou a ekologickou stránkou věci reagovaly orgány EU přijetím Směrnice Evropského parlamentu v roce 2002, která klade rovnítko mezi zájmy rozvoje kapacity letišť a ochrany životního prostředí. Zdůrazňuje, že protihluková opatření nemají být více omezující než je nezbytně nutné k dosažení cílů ochrany životního prostředí, stanovených pro příslušné letiště. [21]

Hluk v okolí letiště, vyvolávaný pohybem letadel, je jedním z dominantních vnějších projevů leteckého provozu, který negativně ovlivňuje životní prostředí. I přes to, že od roku 2000 postupně narůstal počet pohybů na LKPR, nedochází ke zvýšení hlukové zátěže pro obyvatele z okolí letiště (viz. graf na obrázku 6). Jednou z hlavních příčin je snaha o inovaci pohonných jednotek u modernějších typů letadel, které jsou společnostmi v dnešní době využívány. K těmto krokům jsou provozovatelé letadel nuceni jak mezinárodní legislativou, tak poplatkovou politikou LKPR. Významným krokem je také zpřísnění podmínek pro udělení hlukové certifikace letadel. [21]



Obrázek 6: Počty pohybů na LKPR v letech 2002-2013 [23]

Jak je vidět na obrázku č. 6, počet pohybů od roku 2008 klesá. I přesto je v provozních špičkách dráhová kapacita téměř naplněna.

LKPR se snaží předcházet konfliktním situacím s okolními obcemi, ke kterým by z důvodu nadměrného hluku z letecké dopravy mohlo docházet následujícími opatřeními:

- Vymezení ochranného hlukového pásma s pravidelnými kontrolami jeho rozsahu [21]
- Realizací stavebních opatření na obytných objektech na území ochranného hlukového pásma. Realizace jsou prováděny na náklady provozovatele LKPR. Za posledních 10 let letiště vynaložilo za tato opatření částku téměř 600 milionů korun. [22]
- Vyhlášením provozních omezení směřujících ke snížení hluku v okolí LKPR [21]

- Letiště Václava Havla Praha otevřelo dva finančně podpůrné programy zaměřené na zlepšení životních podmínek a zpříjemnění života občanů v oblastech dotčených leteckým provozem. Program Dobré sousedství podporuje školství, rozvoj kultury a další oblasti veřejného života. Program Žijeme zde společně, podporuje aktivity v oblasti zlepšování životního prostředí v dané oblasti. [22]

Navzdory snaze provozovatele letiště však vzrůstá počet stížností obyvatel zasažených oblastí. Z kapacitních důvodů LKPR dochází k zasažení oblastí, které v dřívějších dobách hlukem zasaženy nebyly. Jedním z řešení, jak zvýšit počet odbavených letadel, je zkrácení intervalu mezi vzlety. Mohlo by toho být dosaženo rychlým uvolněním prostoru pro vzlet, zvláště v případě kdy se střídají letadla proudová a vrtulová. Rozptyl jednotlivých trajektorií letu jsou z pohledu dodržování hluku spíše pozitivní výhodou, neboť vedou k rozptýlení akustické energie z více zdrojů na větší plochu. Tento fakt není však v souladu s psychofyzilogickým vnímáním opakovaných hlukových událostí. Z tohoto důvodu je jediným realizovatelným řešením zmíněné zvýšení kapacity dráhového systému a to dostavěním paralelní dráhy. [21]

Účelem rozšíření stávajícího dráhového systému na LKPR je především navýšení hodinové dráhové kapacity. Při současné konfiguraci dráhového systému je kapacita 46 pohybů za hodinu. V případě dlouhodobého celkového rozvoje letiště by se dráhová kapacita pohybovala přibližně na hodnotě 75 pohybů letadel za hodinu. Stávající konfigurace dráhového systému LKPR významně omezuje možnost aplikací nejdůležitějších protihlukových opatření jako je například omezení nočního provozu a omezení provozu na RWY 12/30. V případě této RWY je zatěžováno území hlavního města Prahy s vysokou hustotou osídlení. O problematice hluku v oblasti přiblížení na RWY 12/30 více v kapitole Letecký hluk v oblasti přiblížení na RWY 30. [21]

3.4.4. Zvláště citlivá území citlivá na hluk v okolí Letiště Václava Havla Praha

Mezi území, která mohou vykazovat zvýšenou citlivost na hluk z leteckého provozu, jsou především obytné oblasti s velkou koncentrací trvale bydlících obyvatel, zdravotnické, sociální a vědecké areály, území určená k odpočinku či chráněná území. Mezi hustě zalidněné oblasti patří okrajové části Prahy 6 dále Praha 5, kde navíc jsou umístěny Fakultní nemocnice v Motole a Nemocnice Na Homolce. Dále mezi tyto oblasti patří oblast Suchdol, kde je umístěn rozsáhlý vysokoškolský a vědecký areál. Fakultní Thomayerova nemocnice a Institut klinické a experimentální medicíny na Praze 4 a Psychiatrická léčebna v Praze 8 Bohnicích jsou též citlivé na hluk způsobený leteckým provozem. [21]

Z výše zmíněných obytných oblastí Prahy 6 a Prahy 5, které jsou situovány v blízkosti LKPR jsou vystaveny jen menší části obcí stálé hlukové zátěži nebo nadlimitnímu hluku z leteckého provozu. Jedná se především o jednotlivé přelety. [21]

Jako další je důležité zmínit oblast Šáreckého údolí s nejstarším Pražským přírodním útvarem Divoká Šárka. Další chráněné části jsou přírodní park Košíře-Motol, chráněné území Břevské rybníky, Přírodní rezervace Tiché údolí-Roztocký háj. Ke vzdálenějším oblastem, které leží v dosahu hluku z letecké dopravy, patří CHKO Křivoklátsko a CHKO Český Kras. [21]

3.5. Protihluková opatření na LKPR

Protihluková opatření jsou vytvářena za účelem minimalizace hlukové zátěže způsobené leteckou dopravou na své okolí. Díky zavádění těchto opatření na LKPR od roku 1998 nedošlo k rozšíření oblastí zasažených hlukem a to i přes to, že došlo k výraznému nárůstu pohybů na LKPR (obrázek 6). Protihluková opatření jsou tak jeden z úspěšných způsobů, jak motivovat provozovatele letadel k používání nejmodernějších typů letadel, která jsou z hlediska životního prostředí nejšetrnější. Jedná se o opatření provozní, ekonomická a technická.

3.5.1. Provozní opatření

3.5.1.1. Zákaz vzletů a přistání letadel bez požadované hlukové certifikace

Zákaz vzletů a přistání mají na Letišti Václava Havla Praha letadla, u kterých byla žádost o typové osvědčení podána před 6.10.1977. [24]

3.5.1.2. Omezení nočního provozu

U podzvukových proudových letounů, u kterých byla žádost o typové osvědčení podána po 6.10.1977 do 1.1.2006 a u vrtulových letounů s MTOW (maximální vzletová hmotnost) vyšší než 8618 kg, u kterých byla žádost o typové osvědčení podána před 1.1.1985 platí, že vzlety a přistání s MTOW větší než 45 tun s výjimkou letadel, která byla zařazena do tzv. Bonus listu, nejsou v době od 21:00 do 5:00 povoleny. [24] [25]

Pro letadla zařazená do Bonus listu jsou v době od 21:00 do 5:00 povoleny vzlety a přistání avšak pouze v rozsahu stanovené hlukové kvóty pro noční provoz. Letadla navíc musí splňovat kritéria pro zařazení do hlukové kategorie 1 nebo 2. Pokud tyto podmínky nesplní je provozovatel letadla účtována sazba ve výši trojnásobku stanoveného hlukového poplatku pro konkrétní kategorii (v tomto případě tedy pro kategorii číslo 3,4 nebo 5). Stejně podmínky platí pro letadla s maximální vzletovou hmotností menší nebo rovnou 45 t. [24]

Zpožděné vzlety a přistání letadel jsou povoleny do 22:00. U letadel zařazených do Bonus listu splňujících podmínku zařazení do 1. a 2. hlukové kategorie a u letadel s MTOW nižší než 45 t splňující stejnou podmínku jsou zpožděné vzlety povoleny bez omezení. [24]

Pravidla pro omezení nočních letů neplatí pro lety následující:

- lety pátrání a záchrany
- přistání letadel z meteorologických, technických nebo bezpečnostních důvodů
- lety Úřadu pro civilní letectví při provádění státního dozoru
- lety letadel Armády České Republiky při zajištění úkolů přepravy ústavních činitelů
- lety pro záchranu lidského života
- humanitární lety v případě nebezpečí prodlení
- lety letadel provádějící letová ověření leteckých pozemních zařízení a letových postupů

3.5.1.2.1. Hlukové kategorie

Princip určení hlukové kategorie letadla spočívá ve výpočtu rozdílů odečtením hodnot hlukových hladin uvedených v osvědčení hlukové způsobilosti od referenčních limitních hodnot, které se určují podle předpisu L 16/1. Hlukové kategorie byly vytvořeny v souladu s mezinárodním předpisem ICAO Annex 16/1. Hlukové kategorie a jim odpovídající kumulované rozdíly v tabulce 3. [24]

Při certifikaci letadel je ke zhodnocení hluku používána tzv. efektivní hladina vnímaného hluku. Tato hladina není měřitelná, ale získáváme jí z výpočtu. Jak již bylo zmíněno v kapitole Vliv hluku na lidské zdraví, je nutné kromě intenzit zvuku sledovat frekvenci daného zvuku. Zvuk o stejné intenzitě, ale rozlišné frekvenci působí na tělo odlišně. Pro určení efektivní hladiny vnímaného hluku musíme změřit tři základní fyzikální charakteristiky hluku letadla a těmi jsou časový průběh, hladina a zmíněné frekvenční rozdělení. Jednotkou efektivní hladiny vnímaného zvuku je EPNdB (Effectiv Percieved Noise Level in Decibels). Podrobný popis výpočtu efektivní hladiny vnímaného hluku je uveden v předpise L16/1. [24]

Tabulka 3: Tabulka hodnot kumulovaného rozdílu efektivních hladin vnímaného zvuku připadající k jednotlivým hlukovým kategoriím. [26]

Hluková kategorie	Kumulovaný rozdíl [EPNdB]
1	15 a více
2	10-14,9
3	5-9,9
4	0-4,9
5	Menší než 0

3.5.1.3. Preference dráhového systému

Při určování použití jednotlivých drah se dodržuje pořadí RWY 24, RWY 06, RWY 30, RWY 12. [24]

Pro RWY 12 platí, že v době od 5:00 do 21:00 jsou vzlety proudových letadel s MTOW větší než 7 t zakázány. Výjimkou jsou následující případy:

- RWY 06/24 mimo provoz
- není v provozu zařízení ILS pro příslušnou RWY
- nepříznivě ovlivněné podmínky povrchu dráhy s následkem brzdícího účinku horším než dobrým
- byl hlášen stříh větru, nebo jsou hlášeny bouřky, které by mohli ovlivňovat bezpečný přílet či odlet
- boční složka větru překračuje hodnotu 15 kt, nebo zadní složka překračuje hodnotu 5 kt

Dále mohou nastat výjimky na žádost velitele letadla a to sice následující:

- jedná se o let pro záchranu lidského života
- jedná se o let pátrání a záchrany
- jedná se o letadlo v nouzi
- jedná se o letadlo Úřadu pro civilní letectví provádějící státní dozor
- jedná se o lety letadel provádějící letová ověření leteckých pozemních zařízení a letových postupů
- je při vzletu z RWY 06/24 dráhová dohlednost menší než 1900 m

Dále může velitel odmítnout v případě ovlivnění bezpečnosti letu dráhu přednostně nabízenou z hlukových důvodů. V takovém případě si však provozovatel letiště vyhrazuje právo požádat provozovatele letadla o zdůvodnění tohoto jednání. [24]

Pro RWY 30 platí, že v době od 5:00 do 21:00 jsou přistání letadel s MTOW větší než 7 t zakázána. Výjimky zde platí stejně jako u RWY 12. [24]

Jak pro RWY 12 tak pro RWY 30 platí, že v době od 21:00 do 5:00 jsou vzlety a přistání letadel zakázány. Výjimky zde platí stejně jako pro dobu od 5:00 do 21:00. [24]

3.5.1.4. Pravidla pro přílety a odlety

3.5.1.4.1. Přílety

Pro přílety na LKPR jsou zakázána vizuální přiblížení. I v případě pravidel pro přílety jsou však určeny výjimky, za kterých je vizuální přiblížení na přistání povoleno. Jedná se o následující případy: jedná se o letadlo s MTOW 7000 kg nebo kategorie LIGHT v době od 5:00 do 22:00 které provádí přiblížení na RWY 06, 12, 30 a ze severní strany prodloužené osy RWY 24 dále jedná-li se o letadlo v nouzi nebo o let pro záchranu lidského života. V případě letu pátrání a záchrany nebo v případě, že se jedná o letadlo Úřadu pro civilní letectví provádějící státní dozor. Vizuální přiblížení je povoleno v případě, že nejsou v provozu systémy pro ostatní způsoby přiblížení. Důvodem může být i vyžádání vizuálního přiblížení velitelem letadla z důvodu bezpečnosti provedení letu, nebo v případě že se jedná o letadlo provádějící letové ověření leteckých pozemních zařízení a postupů. Výjimku můžou způsobit i meteorologické jevy (střih větru, silné bouřky), které by mohly ovlivnit ostatní způsoby přiblížení. [24]

Další z podmínek je, že v případě vizuálního přiblížení na RWY 06, 12, 24 nesmí letadlo sestoupit pod výšku 2500 ft AMSL před nalétnutím prodloužené osy RWY. V případě RWY 30 se jedná o výšku 3500 ft AMSL. Gradient klesání na trati konečného přiblížení nesmí být menší než 3°. [24]

V době od 21:00 do 5:00 může letadlo provádějící přístrojové přiblížení sestoupit pod výšku 4000 ft AMSL až po minutí FAF (počáteční bod konečné fáze přiblížení) příslušné RWY a současně musí být usazeno na trati konečného přiblížení. [24]

3.5.1.4.2. Odlety

Pravidlo při odletech platné jak pro letadla proudová, tak pro letadla vrtulová je stoupat po odpoutání s maximálním gradientem při zachování letové bezpečnosti. [24]

Pro odlety proudových letadel platí pravidlo, že při odletu z RWY 06 je odklon od SID nebo od prodloužené osy RWY při jiném způsobu odletu způsobu odletu stanoveném službou ATC možný až po minutí vzdálenosti 6,2 NM DME OKL (OKL-označení radiomajáku umístěného na LKPR). V případě RWY 24 se jedná o vzdálenost 5,2 NM od DME OKL, u RWY 30 je to 6,4 NM a u RWY 12 vzdálenost 10 NM. [24]

U odletů vrtulových letadel se jedná o podmínky podobné jako u letadel proudových. V případě RWY 06, 24, 30 v době od 5:00 do 21:00 je odklon od SID nebo od prodloužené osy RWY při jiném způsobu odletu stanoveném službou ATC až po minutí výšky 3200 ft (980 m) AMSL. V době od 21:00 do 5:00 je možno tak učinit až po minutí výšky 5000 ft (1530 m) AMSL. V případě RWY 12 je odklon od SID nebo od prodloužené osy RWY možný až po minutí vzdálenosti 10 NM DME OKL. [24]

Výjimku z pravidel pro odlety jak proudových tak vrtulových letadel, tvoří případy bezodkladného zajištění minimálního rozstupu mezi letícími letadly, nebo zajištění bezpečnosti letu, s ohledem na výskyt význačných meteorologických jevů nebo výskyt ptactva. [24]

3.5.1.5. Pravidla pro motorové zkoušky

Motorové zkoušky v jiném než volnoběžném režimu nejsou v době od 21:00 do 5:00 povoleny. Výjimkou můžou být motorové zkoušky prováděné na základě odůvodnění u letadel, která mají plánovaný odlet v nočních nebo ranních hodinách. V tomto případě mohou být zkoušky prováděny i v jiném režimu než volnoběžném a to buďto v době od 21:00 do 22:00, nebo od 4:00 do 5:00. Motorové zkoušky je povoleno provádět jen na místě určeném provozovatelem letiště. [24]

3.5.1.6. Pravidla pro využití reverzního tahu

Reverzní tah při jiném než volnoběžném režimu může být v době od 21:00 do 5:00 použit pouze, v případě je li to nutné z bezpečnostních důvodů. [24]

3.5.1.7. Omezení použití záložního zdroje energie

Neprodleně po zastavení na stání (nejpozději 5 minut po zastavení) musí být k letadlu připojen vnější zdroj napájení 400 Hz a vypnuta jednotka APU. Zapnutí APU je povoleno ne dříve než 20 minut před očekávaným časem odletu. V případě, že by nebyl k dispozici externí zdroj napájení je povoleno použití APU po celou dobu stání. Jestliže není k dispozici vnější klimatizační jednotka, lze při době stání delší než 1 hodina používat APU dle potřeby. [24]

3.5.2. Ekonomická opatření

Na letišti LKPR jsou zavedeny hlukové poplatky, jejichž výše se odvíjí od hlučnosti jednotlivých letadel. Tato opatření tak motivují letecké dopravce používat letadla nejtíšší (nejnižších hlukových kategorií), jak je vidět z tabulky 4. Hlukové poplatky se na LKPR týkají letadel s maximální vzletovou hmotností vyšší než, 9 t. Výnosy z hlukových poplatků jsou použity k pokrytí nákladů za monitorování hluku z leteckého provozu. Dále také přispívá od roku 1998 k financování protihlukových opatření v ochranném hlukovém pásmu a k pokrytí všech dalších aktivit souvisejících s řešením hlukové problematiky na LKPR. [22]

Tabulka 4: Poplatky za každou započatou tunu MTOW pro jednotlivé hlukové kategorie na LKPR [22]

Hluková kategorie	Částka za každou započatou tunu MTOW
1.	5,90 Kč
2.	12,90 Kč
3.	29,90 Kč
4.	61,90 Kč
5.	122,90 Kč

Z tabulky je vidět, že se jedná o velký rozdíl mezi poplatky jednotlivých hlukových kategorií. Letiště Praha vyhlašuje každý rok ve spolupráci s městskou částí Praha 6 soutěž Nejtíšší dopravce. Do soutěže je zapojeno 10 dopravců, která provozují proudová letadla v období od 1.5. do 31.10. Jedná se o dopravce, kteří mají největší počet pohybů na LKPR ve zmíněném období. Hodnocen je provoz pouze na RWY 06/24. Hodnotícími kritérii jsou: Zařazení proudových letadel, která přistanou na LKPR, do hlukové kategorie. Dále procentuální využití sedačkové kapacity. Průměrná úroveň LA_{max} při přistání na monitorovací stanici číslo 13 Suchdol a průměrná úroveň LA_{max} při odletu na monitorovací stanici číslo 1 v Jenči. Dále se hodnotí výška usazení letounu na GP (Glide path-sestupová rovina) při přistání na RWY 24. Důležitým hodnotícím kritériem je také správnost provedení odklonu proudového letadla od osy dráhy při odletu z RWY 24 dle podmínek z kapitoly 3.5.1.4.2. Vítězi této soutěže se staly v posledních třech letech společnosti Holidays Czech Airlines, Aeroflot a KLM. [22]

Tabulka 5: Procentuální podíl jednotlivých hlukových kategorií na LKPR v letech 2006-2014 . [22]

Rok	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Hluková kategorie 1	52,85	54,72	63,25	73,03	73,67	73,29	74,33	75,38	72,49
Hluková kategorie 2	36,78	29,35	24,68	21,69	22,05	23,87	21,89	21,51	24,94
Hluková kategorie 3	9,09	10,18	5,09	3,16	2,71	2,58	3,14	2,25	2,17
Hluková kategorie 4	1,14	3,64	2,03	1,28	0,85	0,07	0,35	0,55	0,12
Hluková kategorie 5	0,14	2,11	4,95	0,94	0,71	0,19	0,29	0,31	0,28

Z tabulky č. 5 je zřejmé, že ekonomická opatření mají kladný vliv na nasazování typů letadel s hlukovými kategoriemi 1 a 2, a dochází tak k přispění lepší hlukové situace na LKPR. Od roku 2006 do roku 2014 vystoupal podíl letadel hlukové kategorie 1 téměř o polovinu.

Mezi další ekonomická opatření patří sankce za porušení slotové koordinace nebo za porušení pravidel nočního provozu. [26]

Hlukovému poplatku se vyhnou letadla, která se vrací na letiště z důvodu poruchy nebo meteorologické situace na letišti vzletu a letadla, nucená provést nouzové přistání. Dále jsou od poplatků osvobozeny lety prováděné výhradně za účelem dopravy hlav států a vlád, členů královské rodiny a ministrů na jejich pracovních cestách a lety za účelem pátrání a záchrany. Od hlukových poplatků jsou osvobozena také letadla Úřadu pro civilní letectví a lety, které jsou uskutečněny výhradně za účelem kontroly nebo ověřování zařízení, používaných nebo určených k použití jako pozemní navigační zařízení s výjimkou letů sloužících k přemístění letadel, provádějící tuto činnost. [26]

3.5.3. Technická opatření

3.5.3.1. Vyhlášení ochranného hlukového pásma na LKPR

Význam a základní vlastnosti ochranného hlukového pásma jsou popsány v kapitole 3.4 a 3.4.1. Na obrázku číslo 4 je mapa vymezující stávající ochranné hlukové pásmo na LKPR.

3.5.3.2. Program protihlukových opatření a územní plánování

V obcích a městských částech ležících na území ochranného hlukového pásma jsou od roku 1998 vyměňována okna a balkónová dveře za protihluková s předepsanou vzduchovou neprůzvučností. Jedná se o chráněné místnosti bytových a rodinných domů, o stavby školních zařízení, stavby pro sociální a zdravotnické účely a funkčně obdobné stavby. [22]

Ochranné hlukové pásmo je zaneseno do územních plánů jednotlivých obcí a ovlivňuje tak další možné využití území. Primárním cílem tak je, aby se předcházelo zvyšování počtu lidí zatěžovaných nadměrným hlukem z letecké dopravy. Provozovatel letiště má právo se průběžně vyjadřovat k územním plánům okolních obcí a rozvojovým záměrům v okolí LKPR. [22]

Mezi technická opatření patří také monitoring leteckého hluku a leteckých tratí, kterému bude věnována kapitola číslo 4.

4. Systém měření hluku na LKPR

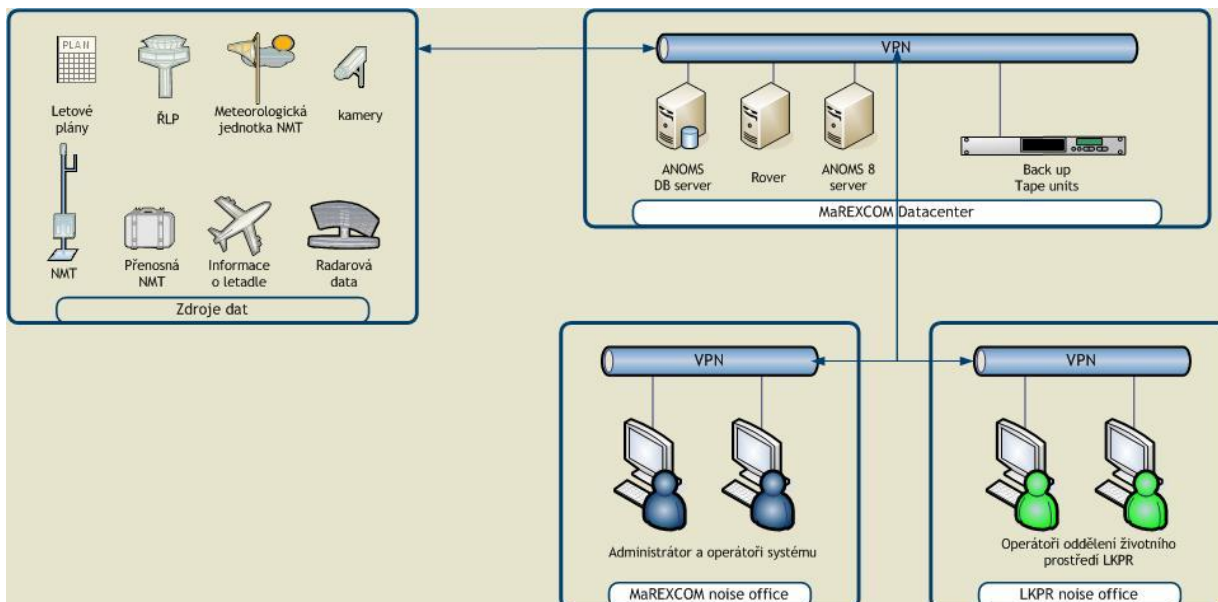
V této kapitole je popsán systém, který je využíván k monitorování leteckého hluku a letových tratí (NTMS-Noise and Track Monitoring System) na LKPR. Část této kapitoly je věnován systému ANOMS9 (Advanced Noise and Operations Monitoring System), který slouží k interpretaci již zpracovaných dat, která vstupují do NTMS.

4.1. NTMS

Monitoring hluku a letových tratí se provádí na základě dat o hlukových situacích z jednotlivých monitorovacích stanic. Další data, která do NTMS vstupují, jsou radarová data poskytnuta ŘLP a data z databáze letových plánů Letiště Praha. Dalším důležitým faktorem je znalost meteorologické situace v místě měření hluku. Datové centrum, kde dochází ke zpracování vstupních dat, se nachází v sídle laboratoře společnosti MaREXCOM, která systém pro monitorování leteckého hluku a letových tratí na LKPR provozuje. Operátoři z oddělení životního prostředí LKPR vstupují do tohoto systému na uživatelské úrovni. V případě výpadku datových serverů jsou data zálohována na externí datová média. Schéma NTMS systému, které je popsáno výše je vidět na obrázku 7.

Systém monitorování leteckého hluku a letových tratí se skládá z následujících prvků:

- 13 stacionárních měřících stanic EMU
- 13 meteorologických stanic
- 2 mobilní měřící stanice
- Centrální stanice
- Hardware pro přenos dat
- Software ANOMS9

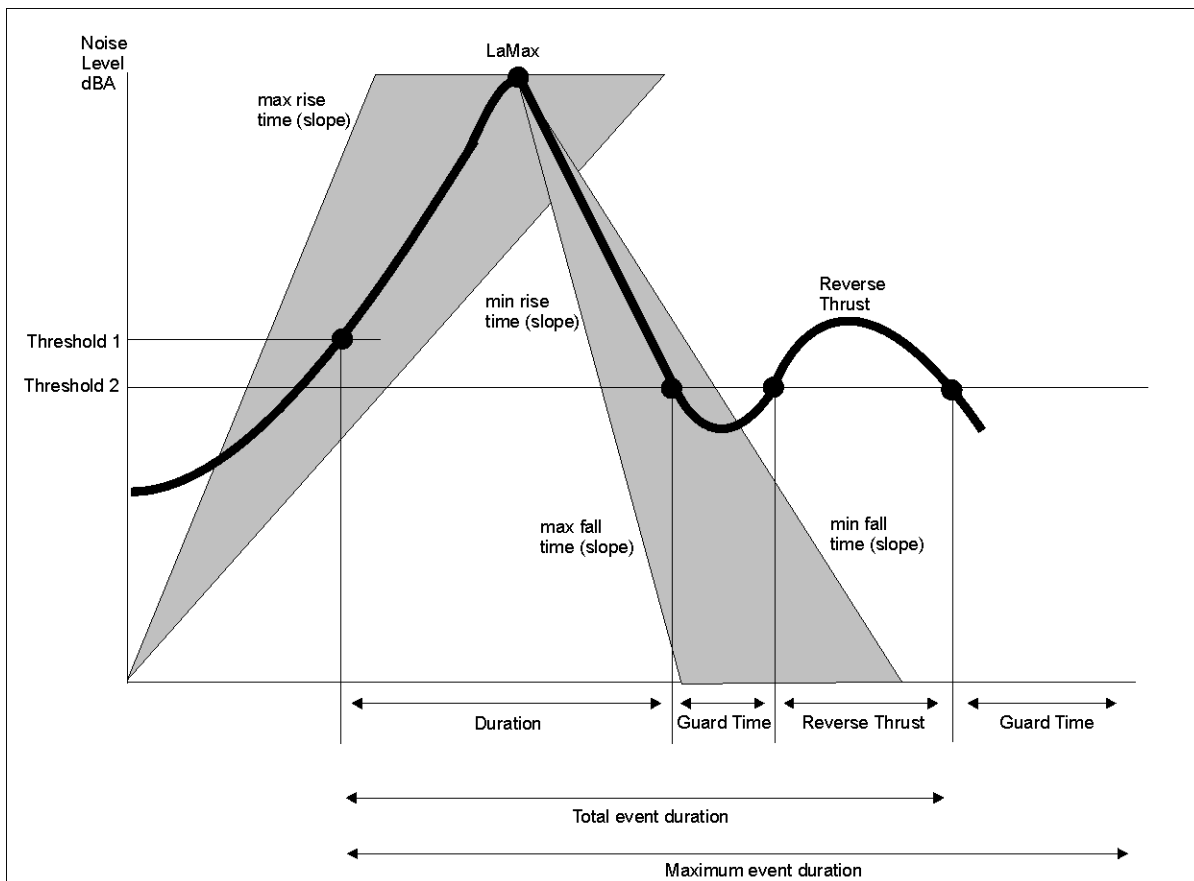


Obrázek 7: Schéma NTMS systému na LKPR. [30]

4.1.1. Přiřazení hlukové události ke konkrétnímu letu

Přiřazení jednotlivých hlukových situací ke konkrétním letům dochází na základě tzv. detekčního algoritmu, který je znázorněn na obrázku 8. Jelikož hlukové mikrofony na jednotlivých stacionárních měřicích stanicích monitorují hluk spojitě v čase, dochází k zaznamenání hluků, které pocházejí z jiných zdrojů než z letadel prolétávajících nad danou stanicí. Z tohoto důvodu je nutné hluk z letecké dopravy od nežádoucích hluků odlišit.

Na základě charakteristického průběhu hluku, který generuje prolétávající stroj nad danou stanicí, je možné letecký hluk odlišit. Ve fázi, kdy dojde k překročení úrovně Threshold 1, se daná hluková situace dá považovat za hluk z letecké dopravy a začíná se tak analyzovat. Charakteristická je také doba letecké hlukové události, ve které proběhne perioda mezi úrovní Threshold 1 a Threshold 2. Referenční hodnoty úrovní Threshold 1 a Threshold 2 jsou nastaveny rozdílně pro dobu denní a pro dobu noční. V případě, že se letadlo nachází podle radarových dat, které do systému vstupují v předem nadefinované vzdálenosti od monitorovací stanice, a zároveň dojde k zaznamenání hlukové události, která svými fyzikálními parametry odpovídá leteckému hluku, dochází ke korelaci leteckého hluku s daným letem. Pro rozšíření informací o daném letu do systému navíc vstupují letové plány z databáze Letiště Praha.



Obrázek 8: Algoritmus pro detekci hluku z letecké dopravy. [30]

4.1.2. Monitorovací stanice

Rozmístění měřících jednotek (stanic) v okolí LKPR je znázorněno na obrázku číslo 4. Čísla na mapě odpovídají následujícím měřícím stanicím:

- 1) Jeneč
- 2) Červený Újezd
- 3) Unhošť
- 4) Pavlov
- 5) Hostivice
- 6) Dobrovíz
- 7) Kněževés
- 8) Horoměřice-střed obce
- 9) Přední Kopanina
- 10) Horoměřice-jihovýchodní okraj
- 11) Řepy
- 12) Řepy-Bílá Hora
- 13) Suchdol

Jednou z podmínek souhlasného stanoviska k záměru výstavby paralelní dráhy RWY 06R/24L na LKPR je rozšíření počtu měřících stanic systému monitoringu hluku, a to do takové míry, aby bylo možné provádět komplexní kontrolu hluku z provozu na všech dráhách dráhového systému a z motorových zkoušek na Letišti Václava Havla Praha. Na obrázku 9 je vidět monitorovací stanice, jejíž součástí je i meteorologická jednotka, která obsahuje anemometr, teploměr, vlhkoměr a barometr. Podmínky v místě měření je nutné monitorovat z důvodu regulérnosti měření.

K monitorování stojánek pro motorové zkoušky je běžně na velkých letištích využíván kamerový systém. Na Letišti Václava Havla Praha je tato varianta monitoringu prostorů určených pro motorové zkoušky ve fázi příprav.



Obrázek 9: Monitorovací stanice hluku a letových tratí. [30]

4.2. ANOMS 9

ANOMS9 je v současné době nejmodernější dostupný systém pro monitorování leteckého hluku od dánské firmy Brüel & Kjær, která se v roce 2009 spojila s australskou firmou Lochard. Firma Brüel & Kjær má zkušenosti s monitorováním hluku na více než 200 letištích po celém světě. Mezi nejznámější letiště, kde je tento systém využíván, patří letiště Londýn Heathrow, Chicago, San Francisco, Amsterdam a mnoho dalších. Systém ANOMS se začal používat na LKPR začátkem roku 2008. Od zprovoznění systému do roku 2019 provozovatel letiště počítá s vynaložením částky 160 milionů Kč na provoz monitorovacího systému. [22] [16] [13]

Primárními funkcemi monitorovacího systému ANOMS 9 je:

- monitorování dráhy letu
- měření hluku a zpracování naměřených údajů
- modelování hlukových situací z leteckého provozu
- reporting (poskytnutí komplexních informací všem stranám, které jsou do procesu monitorování začleněny).
- řízení stížností na překročení hlukových limitů

Výhodou tohoto systému je pravidelná kontrola hranic ochranného hlukového pásma pomocí monitorovacích stanic umístěných na okraji ochranného hlukového pásma a kontrola stanovených limitů hluku pro obytná území. Jednou z funkcí systému ANOMS je navrhování nových protihlukových postupů a následné posouzení dopadů těchto návrhů pomocí modelovacího softwarového modulu (INM). Tento modul je schopný reálného výpočtu a zobrazení izofon na základě historických provozních informací uložených v systému monitoringu hluku z leteckého provozu a letových tratí a to i jejich predikce na základě předdefinovaného leteckého provozu. [30]

Usnadnění práce operátorů systému je automatický reporting. ANOMS zpracovává protokoly o nedodržení trajektorie letu, protokoly o překročení mezních hodnot hluku na jednotlivých stanicích a pravidelně vydává zprávy o celkových výsledcích monitorování hlukové zátěže. Dále je možno zpětně vytvořit zprávu o hlukové situaci dle aktuálních specifických požadavků například při řešení stížností. Zpracování podkladů pro řešení stížností na hluk z leteckého provozu zajišťuje oddělení životního prostředí Letiště Praha. [30]

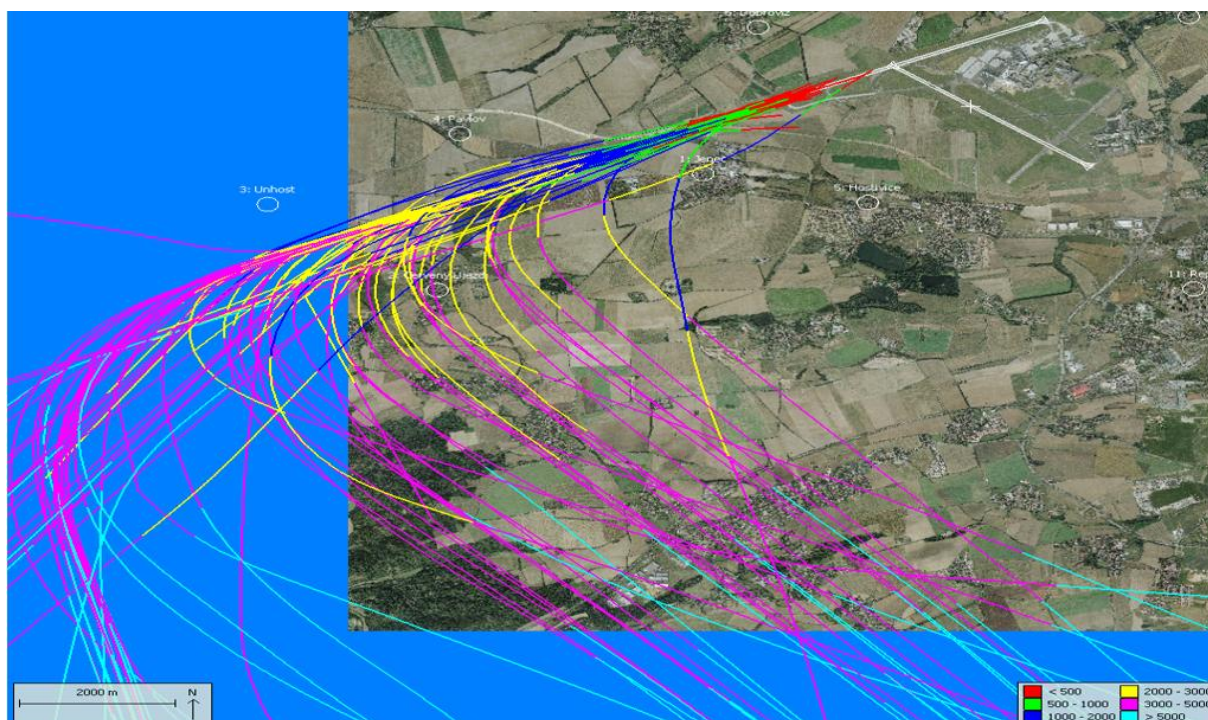
Pracovníci oddělení životního prostředí v oddělení hluku na LKPR mají do systému ANOMS přístup na uživatelské úrovni. Jeden pracovník má práva rozšířenější a to za účelem dohledu nad funkčností datového propojení mezi LKPR a správcem ANOMS MAREXCOM, které je

nezbytně nutné pro správnou funkci systému jako celku. MAREXCOM zpracovává data ze systému jen do takové míry, aby mohla zpracovat výsledky měření ze všech stacionárních měřících stanic a vyhodnotit tak jednotlivé hlukové situace. Jedná se o předložení zpracovaných dat a základní provozní statistiky zaměstnancům LKPR. Na základě podrobněji zpracovaných dat ze systému monitoringu hluku a letových tratí se upravují a nastavují protihlukové postupy pro vzlety a přistání, které jsou uvedené v AIP ČR. O těchto pravidlech se zmiňují v kapitole 3.5.1.4. [30]

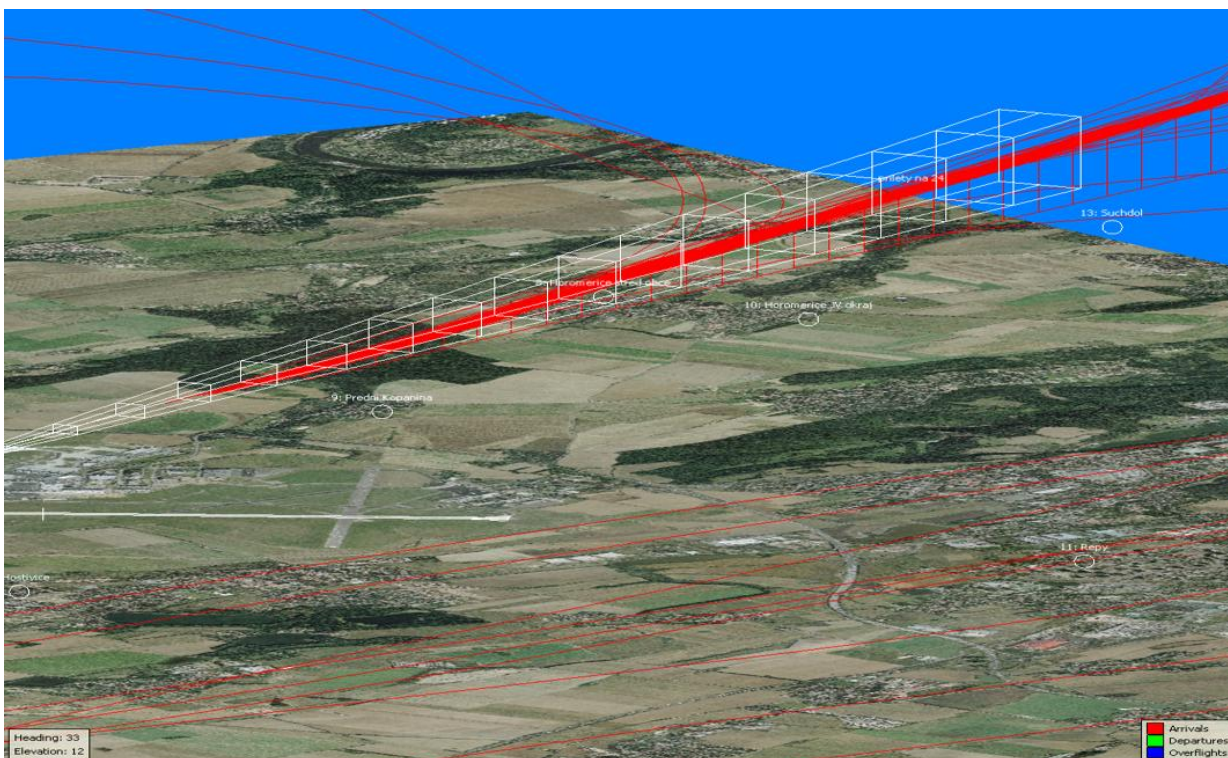
Nejaktuálnější verze systému ANOMS9, která je k dispozici pro operátory na LKPR od srpna roku 2015 umožňuje díky implementované funkci jednoduše vyhledávat hlasovou komunikaci mezi piloty a řídicími na příslušných stanovištích ŘLP. Tato funkce by ulehčovala řešení při nedodržování stanovených postupů pro vzlety a přistání. Je však zapotřebí zajistit tok těchto dat z ŘLP, k čemuž na LKPR zatím nedošlo.

4.2.1. Monitorování dráhy letu

Systém je schopen zaznamenávat všechny trajektorie letů na LKPR, které mohou později sloužit jako podklad pro stanovení sankcí za překročení hlukových limitů nebo naopak jako důkaz o tom, že k překročení limitů nedošlo. Záznam trajektorií je důležitý i pro řešení situací, kdy došlo k porušení příletových či odletových postupů. Na obrázku 10 je vidět zobrazení dráhy letů ve 2D a na obrázcích 11 a 12 trajektorie letů ve 3D zobrazení. Data potřebná k monitorování dráhy letu poskytuje ŘLP ČR, s.p. [30]



Obrázek 10: 2D záznam drah jednotlivých letů v prostředí systému ANOMS 8. Barevné rozlišení znázorňuje aktuální výšku letu, která je rozhodujícím parametrem pro zahájení točení od osy ranveje. [30]



Obrázek 11: 3D záznam trajektorií jednotlivých letů ve směru přiblížení na RWY 24 včetně kontrolní výšece pro stanovené postupy na přiblížení. Zobrazení v prostředí systému ANOMS 8. [30]



Obrázek 12 : Záznam trajektorie přiletu a odletů v oblasti přiblížení na RWY 30 zobrazeném v prostředí systému ANOMS 9. [30]

5. Letecký hluk v oblasti přiblížení na RWY 30

Poslední kapitolou této práce je problematika hluku v oblasti přiblížení na RWY 30. Zejména se budu věnovat porovnání počtu obyvatel postižených leteckým hlukem v období před generální opravou (2011) hlavní RWY 06/24 a po generální opravě hlavní RWY a to konkrétně v roce 2014 v oblasti přiblížení na RWY 30. Zmíním se i o výhledovém provozu na rok 2020, kdy by měla být zprovozněna nová RWY 24L/06R a vliv výstavby nové dráhy na již zmíněnou oblast v souvislosti s počtem osob postižených hlukem.

Intenzita leteckého provozu v této oblasti byla v posledních letech značně ovlivněna technickým stavem hlavní RWY 06/24. Provoz v době pravidelných údržeb na hlavní RWY a v době generální opravy byl primárně soustředěn na vedlejší RWY 30/12. Dráha 06/24 je v provozu na LKPR od roku 1963 čemuž odpovídal její technický stav. Rok od roku zhoršující se stav hlavní RWY na LKPR ovlivňoval délku každoroční jarní a podzimní údržby. Tyto údržby v posledních letech trvaly až tři týdny, ve kterých bylo možné tuto dráhu využívat omezeně nebo vůbec. Jednalo se tedy o značné omezení kapacity kompletního dráhového systému na LKPR. Z těchto důvodů se vedení LKPR rozhodlo pro generální opravu hlavní RWY 06/24. [22]

5.1. Generální oprava RWY 06/24

Generální oprava RWY 06/24 probíhala ve dvou etapách a to v letech 2012 a 2013. Původně však byla oprava rozplánována do tří etap v letech 2012, 2013 a 2014. Z důvodu tlaku okolí zasaženého hlukem z leteckého provozu na RWY 30/12 však byly dvě poslední etapy sloučeny do jedné. Tímto krokem došlo ke zkrácení doby, po kterou byla uzavřena hlavní RWY z původních sedmi měsíců během dvou let na čtyři a půl měsíce v roce 2013. [22]

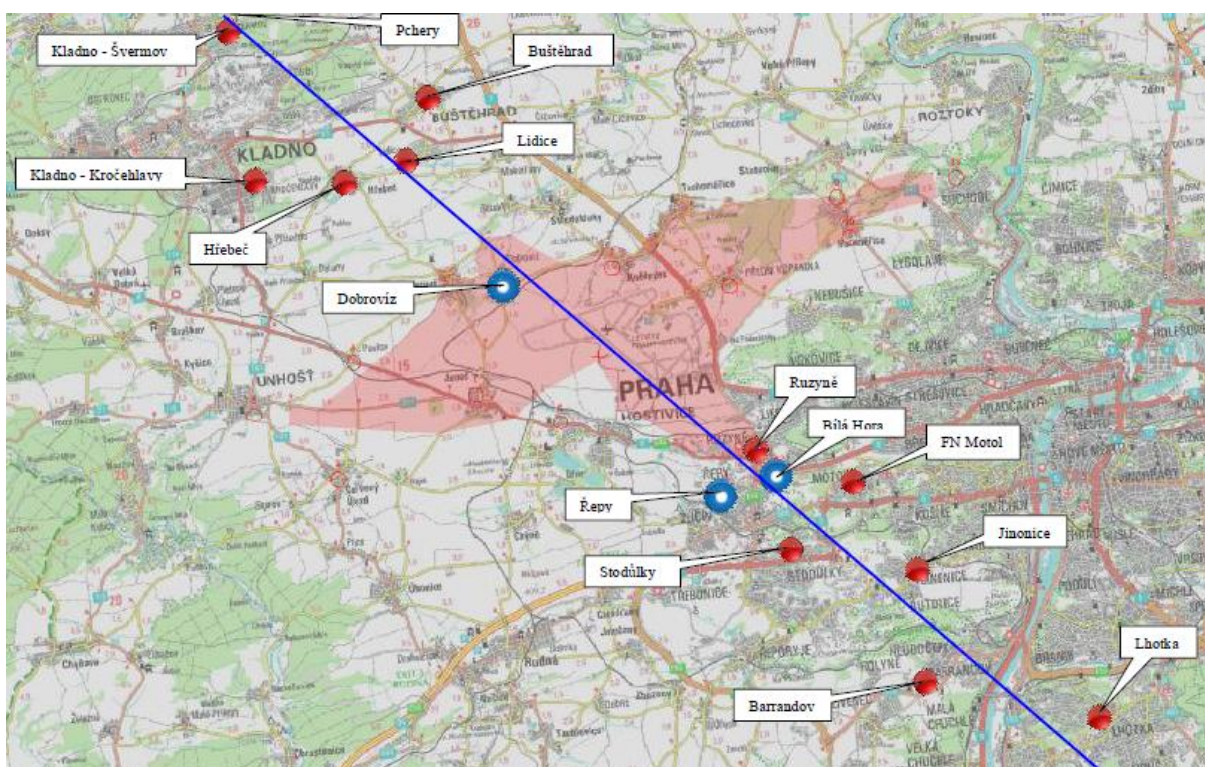
První etapa trvala 3 měsíce a konala se v období od 15.5. do 8.8. roku 2012. S hlavní myšlenkou ovlivnit co nejmenší počet obyvatel v okolí letiště byla první etapa rozdělena do dvou fází. V první fázi první etapy tedy od 15.5. do 30.5. došlo k vybourání stávajícího povrchu v plné šířce 45 metrů v délce 900 m a k jejímu nahrazení novou betonovou vozovkou. Ve stejné době byla prováděna na zbylých 2815 metrech RWY 24/12 každoroční jarní údržba. V tomto období byla tedy hlavní RWY kompletně uzavřena a veškerý provoz přesunut na vedlejší RWY 30/12. K dispozici byla vedlejší dráha pouze v době od 5:00 do 24:00. Od 24:00 do 5:00 bylo letiště uzavřeno. Plánované zpožděné lety mohly přistávat do 1:00. První fáze generální opravy vyšla Letiště Praha na 158 milionů Kč bez DPH. [22]

Druhá fáze první etapy opravy trávající od 30.5. do 8.8. 2012 již umožňovala při dobrých meteorologických podmínkách využití alespoň 2815 metrů hlavní RWY 24 pro vzlety. Hlavní RWY v tomto období byla schopna odbavit 75% všech vzletů na LKPR. Přistání byla možná

pouze na vedlejší RWY a to z důvodu vyřazení radionavigačních systémů pro přesné přiblížení na RWY 24 z provozu z důvodu stavebních prací. Přistání na vedlejší RWY byla od 23:00 do 6:00 zakázána a u vzletů tomu bylo v časovém úseku 24:00 až 6:00. V tomto časovém intervalu byly všechny lety realizovány na zkrácené hlavní RWY. [22]

Druhá etapa generální opravy, která probíhala od 15.5. do 30.9. 2013 vyřadila z provozu kompletní dráhu 06/24. Veškerý provoz se tak odehrával na vedlejší RWY 30/12. Z tohoto důvodu byl provoz korigován tak, aby byla přistání při standardní provozní situaci prováděna ve směru 30 a vzlety ve směru 12. V době od 0:00 do 5:00 nebyly žádné pravidelné lety plánovány. Konečná cena za druhou etapu generální opravy činila 359,7 milionů Kč. [22]

V době druhé etapy generální opravy hlavní RWY 06/24 byl rozšířen monitoring hluku v lokalitách podél osy vedlejší RWY 30/12 o měření pomocí dvou mobilních monitorovacích stanic po dobu jednoho měsíce. Místa měření mobilními monitorovacími stanicemi na obrázku číslo 13. [22]



Obrázek 13: Monitorovací stanice v okolí prodloužené osy vedlejší RWY 30/12 v době generální opravy hlavní RWY. Modré body-stacionární stanice, červené body-mobilní stanice. [22]

Jak již bylo zmíněno v době generálních oprav hlavní RWY 06/24 byla primárně využívána vedlejší RWY 30/12, což mělo za následek zvýšení počtu obyvatel zasažených hlukem v oblasti přiblížení na vedlejší dráhu 30.

Český statistický úřad (ČSÚ) vypracoval odhad počtu postižených osob hlukem z leteckého provozu v letech 2012 a 2013. Tabulka 6 uvádí hodnoty pro denní dobu a tabulka 7 hodnoty pro noční dobu. Obyvatele postižení hlukem žijí v oblastech, které jsou určeny jednotlivými izofonami v ukazateli LAeqD a LAeqN. Pro denní dobu jsou hodnoty ekvivalentních hladin 55, 60 a 65 dB a pro noční dobu 45, 50 a 55 dB. [23]

Tabulka 6: Odhad počtu osob postižených hlukem v letech 2012 a 2013 v denní době. [23]

Hlukové pásmo LAeqD	2012	2013
>55 dB	6255	8028
>60 dB	1209	1568
>65 dB	0	470

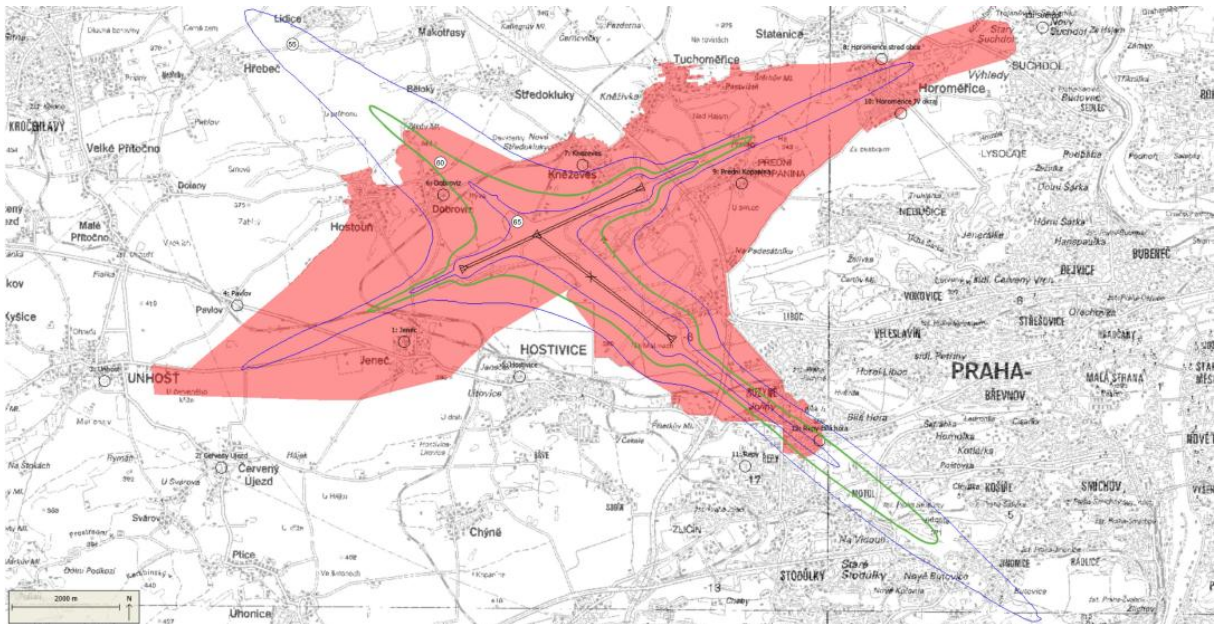
Tabulka 7: Odhad počtu osob postižených hlukem v letech 2012 a 2013 v noční době. [23]

Hlukové pásmo LAeqN	2012	2013
>45 dB	17413	44261
>50 dB	4343	6629
>55 dB	962	1361

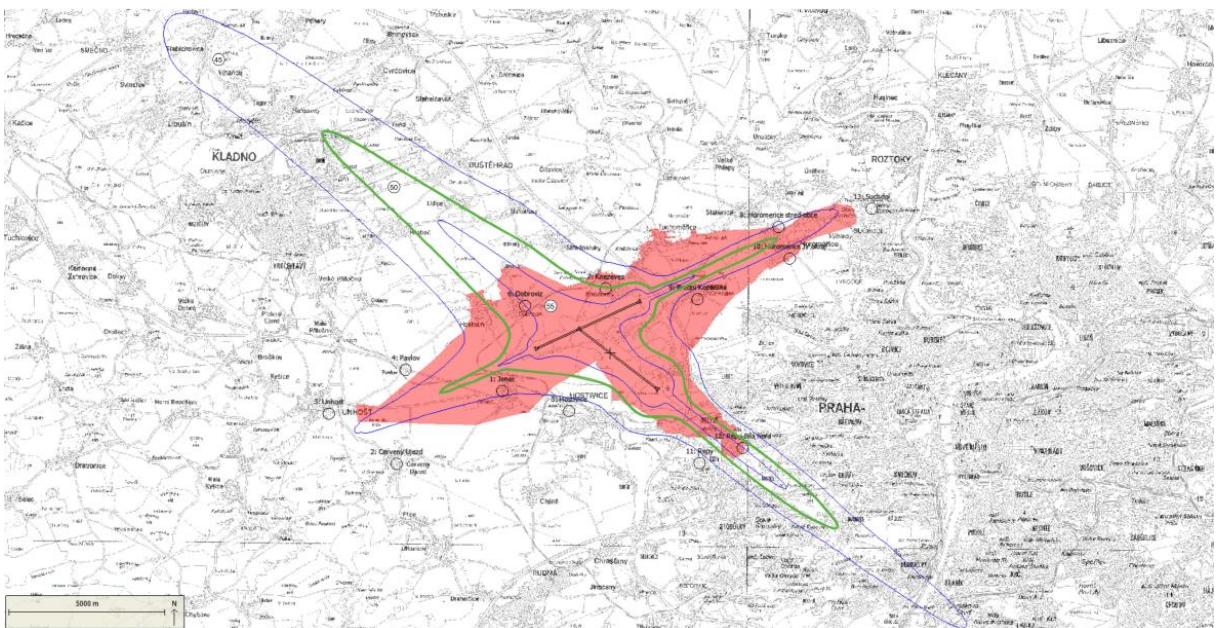
Jak je vidět z tabulky 7, k nejvýznamnějšímu nárůstu počtu obyvatel ovlivněných leteckým hlukem došlo především v průběhu druhé etapy generální opravy. Z hlukových důvodů byla sice vedlejší dráha ve většině noční doby mimo provoz, ale již naplánovaný noční provoz se na této dráze přesto realizoval. Jednalo se sice především o okrajové hodiny noční doby, i přes to však bylo značné území zasaženo nadlimitním leteckým hlukem. Ve směru přiblížení na RWY 30 se jednalo o městské části Řepy, Motol, Jinonice, Košíře, Stodůlky a Nové Butovice. [23]

V letech 2012 a 2013, kdy probíhala generální oprava hlavní RWY 06/24 se jednalo z provozního hlediska o nestandardní období. Z tohoto důvodu nelze z počtu lidí zasažených hlukem v tomto období vyvozovat závěry dlouhodobého charakteru. Na obrázku 14 a 15 jsou izofony vztažené k charakteristickému letovému dni v roce 2013. Při porovnání velikostí zasažených území v oblasti přiblížení na RWY 30 je vidět, že v letech 2013 (obrázky 14 a 15) a 2014 (obrázky 17 a 18) je rozsah zasaženého území velice rozdílný. [23]

Generální oprava však umožnila zkrátit každoroční jarní a podzimní údržbu hlavní RWY. V roce 2011 trvaly tyto údržby z důvodu velice špatného technického stavu déle než měsíc, naproti tomu v roce 2014 se jarní a podzimní údržby stihly vždy do pěti dnů. Jedná se tak o značný rozdíl doby, kdy byla hlavní RWY 24/06 plně k dispozici.



Obrázek 14: Izofony vztažené k charakteristickému letovému dni v roce 2013 pro denní dobu. Zelená hranice určuje limitní izofonu LAeqD. [23]



Obrázek 15: Izofony vztažené k charakteristickému letovému dni v roce 2013 pro noční dobu. Zelená hranice určuje limitní izofonu LAeqN. [23]

5.2. Letecký hluk v oblasti přiblížení na RWY 30 v roce 2011

Český statistický úřad vypracoval odhad počtu osob postižených hlukem z letecké dopravy v roce 2011 jako součást zprávy o hlukové situaci na Letišti Praha / Ruzyně. V době vypracování této analýzy však ještě nebyly k dispozici výsledky ze sčítání lidu v roce 2011. Z toho důvodu byla použita k zmíněnému odhadu neaktuální data ze sčítání lidu z roku 2001.

Cílem této kapitoly je porovnání počtu obyvatel postižených leteckým hlukem v oblasti přiblížení na RWY 30 v obdobích před generální opravou hlavní RWY 06/24 (2011), po generální opravě (2014) a v období, kdy by již měla být v provozu nová paralelní RWY 24L/06R (2020). Pro tato tři období je tedy zapotřebí čerpat ze stejných dat o počtu obyvatel ve zmíněných oblastech. Aby se počet exponovaných osob co nejvíce přiblížil skutečným a aktuálním počtům bylo použito k porovnání počtu obyvatel v této práci dat Českého statistického úřadu ze sčítání lidu v roce 2011.

Zmíněnou zprávu pro rok 2011, kterou zpracoval ČSÚ pro Letiště Praha, a.s. nebylo tedy možno pro srovnání těchto tří období použít ze dvou důvodů. Jedním je již zmiňovaný neaktuální datový podklad ze sčítání lidu pro rok 2001. Druhým důvodem je, že se jedná o součet exponovaných osob z kompletního leteckého provozu a to tedy i na hlavní RWY 06/24. Tato data jsou tak z těchto důvodů pro srovnání počtů hlukem postižených obyvatel v oblasti zasažené provozem z RWY 30 nevhodná.

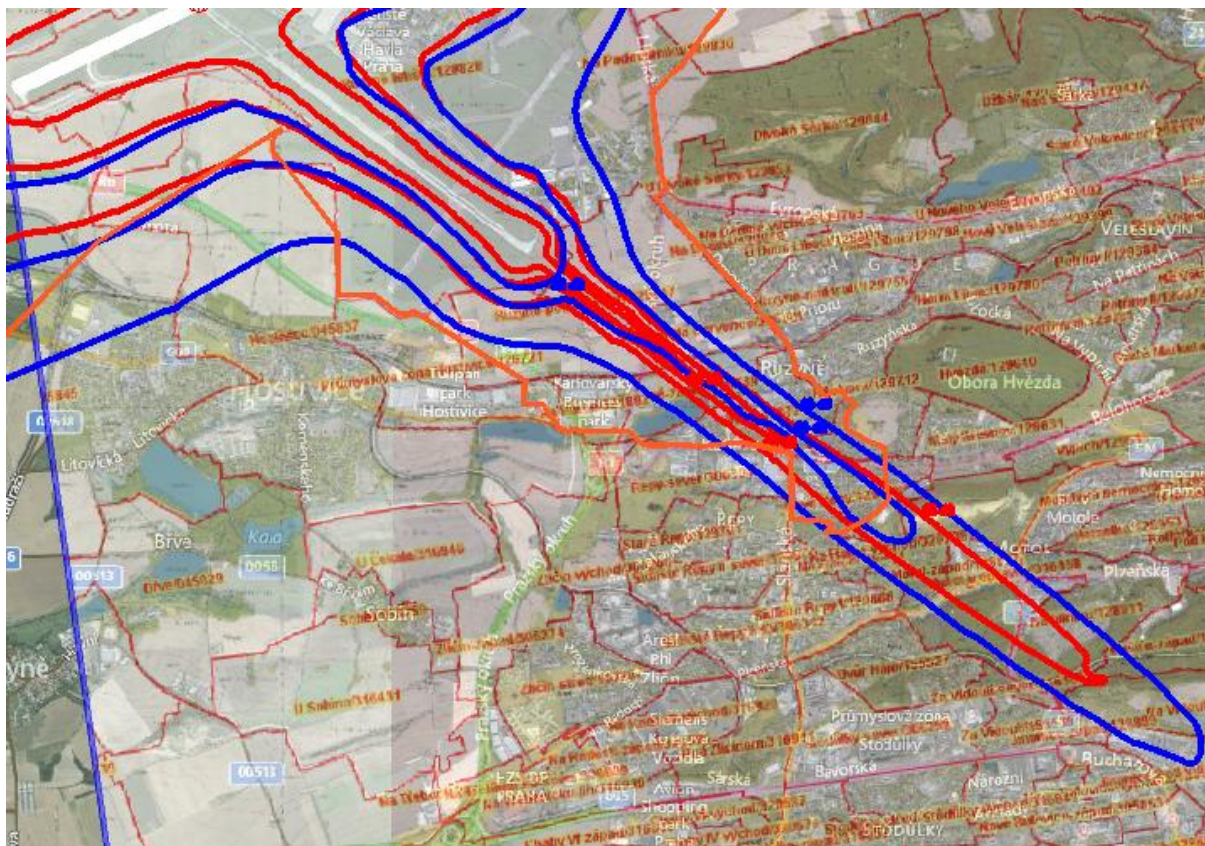
5.2.1. Popis metody odhadu počtu lidí v oblasti přiblížení na RWY 30 v roce 2011

Pro určení počtu obyvatel v oblasti přiblížení na RWY 30 v roce 2011 byly použity izofony LAeqD a LAeqN z daného roku. Tyto izofony byly vloženy do mapového podkladu v prostředí programu AutoCAD 2014. Pro účely analýzy v této práci byl zvolen mapový podklad vytvořený satelitními snímky. Dalším krokem bylo vložení druhé vrstvy a to sice mapového podkladu zobrazujícího rozložení Základních sídelních jednotek (ZSJ), které jsou dostupné na stránkách ČSÚ v Registru sčítacích obvodů a budov. Po sjednocení měřítek dvou mapových podkladů (ZSJ a výchozího mapového podkladu programu AutoCAD 2014) již lze pomocí programu AutoCAD 2014 vypočítat plochu zasaženou jednotlivými izofonami v ZSJ. Konečná podoba po složení více vrstev do jednoho obrazu je vidět na obrázku 16.

Pro zvýšení přesnosti výpočtu bez specializovaných softwarů, kterými disponuje například ČSÚ, jsem se snažil zohlednit, zda li se jedná o plochy zastavěné či nezastavěné. Počet obyvatel byl tedy počítán jako poměr zastavěné plochy ZSJ, která je zasažena izofonou a celkové zastavěné plochy v ZSJ. Tento poměr byl poté vynásoben celkovým počtem obyvatel v ZSJ. Sčítání byli trvale žijící obyvatelé v daných oblastech.

Základní sídelní jednotkou se rozumí jednotka představující části území obce s jednoznačnými územně technickými a urbanistickými podmínkami nebo spádová území seskupení objektů obytného nebo rekreačního charakteru. ZSJ je skladebnou součástí sídelní struktury a je určena pro prostorovou identifikaci a sledování sociálně ekonomických

a územně technických jevů, přímo vázaných na osídlení, zejména výsledků Sčítání lidu, domů a bytů. [29]



Obrázek 16: Izofony vztažené k charakteristickému letovému dni pro rok 2011 a mapa základních sídelních jednotek vloženy do mapového podkladu v oblasti přiblížení na RWY 30 v prostředí programu AutoCAD 2014.

Modré křivky na obrázku 16 jsou izofony pro noční dobu a červené křivky jsou izofony pro denní dobu. Oranžovou barvou je znázorněna stávající hranice ochranného hlukového pásma na LKPR.

5.2.2. Výsledky odhadu počtu trvale žijících obyvatel v oblasti přiblížení na RWY 30 v roce 2011

V tabulkách 8 a 9 jsou uvedeny výsledné hodnoty, které byly vypočteny dle metody uvedené v předchozí podkapitole. Do počtu obyvatel v hlukovém pásmu 45 dB pro noční dobu a v hlukovém pásmu 55 dB pro denní dobu jsou započítány počty obyvatel v pásmech 60/65 dB pro den a 50/55 dB pro noc. Kompletní tabulky, které byly zpracovány při výpočtu, jsou přiložené k práci jako příloha 3.

Tabulka 8: Odhad počtu trvale žijících obyvatel postižených hlukem v roce 2011 v denní době.

Hlukové pásmo LAeqD	Počet obyvatel v hlukovém pásmu v roce 2011
>55 dB	1061
>60 dB	37
>65 dB	0

Tabulka 9: Odhad počtu trvale žijících obyvatel postižených hlukem v roce 2011 v noční době.

Hlukové pásmo LAeqN	Počet obyvatel v hlukovém pásmu v roce 2011
>45 dB	2437
>50 dB	612
>55 dB	0

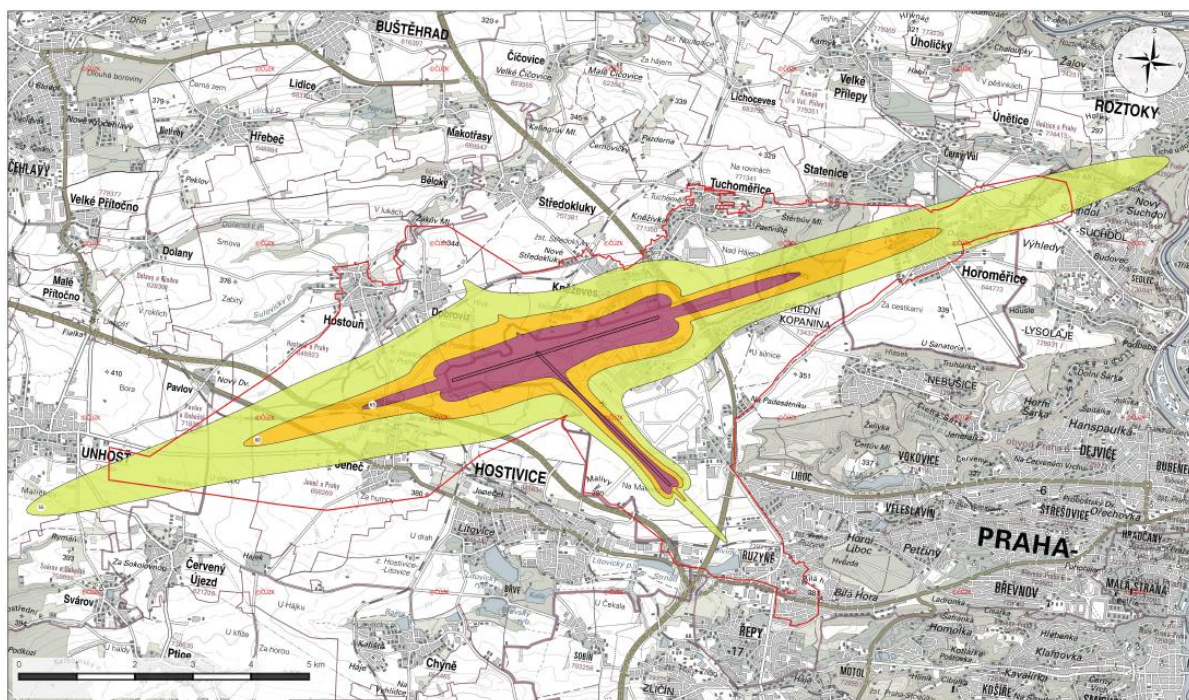
Z tabulek 8 a 9 je vidět, že počet obyvatel zasažených hlukem v noční době je vyšší než pro denní dobu. Z obrázku 16 je zřejmé, že izofony pro noční dobu z důvodu nižších hladin akustického tlaku, které určují rozsah izofon, zaujímají větší území než je tomu u izofon pro denní dobu, z čehož plyne vyšší počet exponovaných osob v noční době.

5.3. Letecký hluk v oblasti přiblížení na RWY 30 v roce 2014

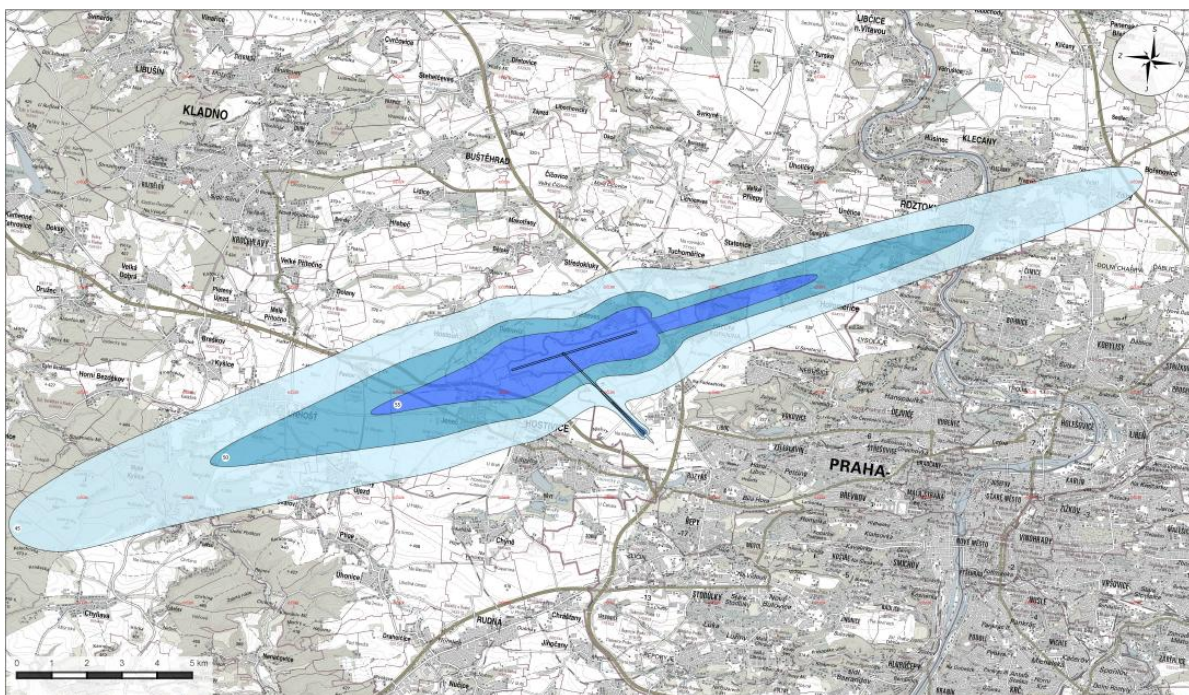
Provoz v roce 2014 byl odlišný od roků předcházejících. Jednalo se o první rok po generální opravě hlavní RWY 06/24. Hlavní dráha tak mohla být využívána po celou dobu roku s výjimkou každoročních jarních a podzimních údržeb, které však díky dobrému technickému stavu hlavní dráhy trvaly v řádu dní a navíc se vždy konaly v denní době. Z těchto důvodů využití vedlejší RWY 30/12 bylo v roce minimální, jak lze odečíst z obrázků 17 a 18. Izofony, které jsou popsány deskriptorem LAeqD (LAeqN) na obrázku oddělují jednotlivá hluková pásma po 5 dB.

Při použití stejné metodiky odhadu počtu obyvatel v oblasti přiblížení na vedlejší RWY 30 jako pro rok 2011 bylo zjištěno, že žádná z izofon z roku 2014 nezasahovala do zastavěné oblasti, z čehož při použití dané metodiky lze usoudit, že počet exponovaných trvale žijících obyvatel z provozu na vedlejší RWY 30 za rok 2014 byl nulový.

Při porovnání let 2011 a 2014 můžeme tedy konstatovat, že generální oprava hlavní RWY 06/24 v letech 2012 a 2013 měla pozitivní dopad na množství osob zasažených leteckým hlukem v řešené oblasti.



Obrázek 17: Izofony vztaženy k charakteristickému letovému dni pro rok 2014. Deskriptorem je ekvivalentní hladina akustického tlaku LAeqD. [30]



Obrázek 18: Izofony vztaženy k charakteristickému letovému dni pro rok 2014. Deskriptorem je ekvivalentní hladina akustického tlaku LAeqN. [30]

5.4. Letecký hluk v oblasti přiblížení na RWY 30 při výhledovém provozu v roce 2020

Začátek provozu nové paralelní RWY 06R/24L na LKPR je plánován dle nejnovějších odhadů na rok 2025. Po uvedení nové dráhy do provozu se základní charakteristiky leteckého provozu na LKPR podstatně nezmění. Významné změny nastanou jen v rozložení pohybů letadel na jednotlivé směry RWY dráhového systému na LKPR a to především v noční době. [21]

Účelem této podkapitoly je zhodnotit vliv výstavby nové paralelní dráhy z hlediska hluku na zvolenou oblast. Pro tuto kapitolu jsou použita data, která byla převzata ze studie Akustického posouzení výhledového leteckého provozu v roce 2020, kterou vypracovala společnost EKOLA group spol. s.r.o., jako podklad pro dokumentaci SEA (Strategic Environmental Assessment). Jedná se tedy o posouzení vlivů na životní prostředí. V době, kdy byla tato studie zpracovávána, se počítalo s dokončením projektu výstavby nové paralelní dráhy 06R/24L na LKPR v roce 2020.

5.4.1. Výhledový letecký provoz v roce 2020

Po dokončení výstavby nové paralelní dráhy bude zavedena tato základní preference jednotlivých RWY dráhového systému na LKPR:

- RWY 24R bude používána především pro vzlety letadel všech kategorií v denní a noční době a pro přistání v noční době
- RWY 24L bude používána především pro přistání letadel všech kategorií v denní době
- RWY 06L bude používána především pro vzlety letadel všech kategorií v denní a noční době a přistání v noční době
- RWY 06R bude používána především pro přistání letadel všech kategorií v denní době
- RWY 30 bude využívána pouze za jasně definovaných mimořádných situací
- RWY 12 bude využívána pouze za jasně definovaných mimořádných situací

Souhrnné údaje o charakteristickém leteckém provozu v roce 2020 jsou v tabulce 10.

Tabulka 10: Souhrnné údaje o výhledovém leteckém provozu na LKPR v roce 2020. [21]

Plánovaný počet přepravených cestujících	21,2 mil
Celkový počet pohybů letadel za rok (ARR+DEP)	274 500
Průměrný počet pohybů za den (celoroční průměr)	752
Průměrný počet pohybu (ARR+DEP) v charakteristickém letovém dni	820
Celkový počet pohybů v noční době (22:00-6:00) za rok	13 700
Průměrný počet pohybů v noční době v charakteristickém letovém dni za jednu noc	40

5.4.2. Výsledky odhadu počtu trvale žijících obyvatel v oblasti přiblížení na RWY 30 v roce 2020

V tabulkách 11 a 12 jsou uvedeny výsledné hodnoty, které byly vypočteny dle stejné metody jako pro rok 2011 a 2014. Pro výpočet dílčích ploch základních sídelních jednotek byly použity izofony, které jsou přílohami 1 a 2. Použité izofony jsou součástí Akustického posouzení výhledového leteckého provozu v roce 2020. Do počtu obyvatel v hlukovém pásmu 45 dB pro noční dobu a v hlukovém pásmu 55 dB pro denní dobu jsou započítány počty obyvatel v pásmech 60/65 dB pro den a 50/55 dB pro noc. Kompletní tabulka zpracována při výpočtu je přiložena k práci jako příloha 4.

Tabulka 11: Odhad počtu trvale žijících obyvatel postižených hlukem z výhledového provozu pro rok 2020 v denní době.

Hlukové pásmo LAeqD	Počet obyvatel v hlukovém pásmu v roce 2020
>55 dB	445
>60 dB	0
>65 dB	0

Tabulka 12: Odhad počtu trvale žijících obyvatel postižených hlukem z výhledového provozu pro rok 2020 v noční době.

Hlukové pásmo LAeqN	Počet obyvatel v hlukovém pásmu v roce 2020
>45 dB	0
>50 dB	0
>55 dB	0

Při pohledu na tabulky 11 a 12 je zřejmé, že výstavba nové paralelní RWY 06R/24L na LKPR bude z hlediska počtu osob zasažených leteckým hlukem v řešené oblasti přínosem a to zejména v noční době.

6. Závěr

V dnešní době, kdy dochází k rychlému rozvoji letecké dopravy, je nutné zabývat se i jejími negativními dopady na své okolí. Vliv letecké dopravy na životní prostředí je sice v porovnání například se silniční dopravou malý, ale rozhodně ne zanedbatelný. Jedním z výrazných faktorů letecké dopravy, který je nejvíce vnímán širokou veřejností, je hluk.

V úvodní kapitole této práce, která se věnuje vlivům hluku na lidský organismus, byla popsána celá řada způsobů, jakými hluk může ovlivňovat lidské životy. Cílem této kapitoly je poukázat na to, jakým nebezpečím pro lidský organismus hluk může být v případě, že se před ním nechráníme a z jakého důvodu je nutné se hlukem zabývat.

Ve druhé kapitole byly popsány způsoby, kterými se jednotlivé subjekty snaží hluk z letecké dopravy regulovat. V rámci kapitoly byly popsány stanovené hygienické limity pro hluk z letecké dopravy, které jsou základem pro řešení hlukové problematiky v oblasti letecké dopravy. Dále byly popsány způsoby, kterými provozovatel Letiště Václava Havla Praha motivuje letecké společnosti k využívání nejmodernějších strojů, které jsou k životnímu prostředí v okolí pražského letiště nejšetrnější. Právě díky legislativnímu rámci v oblasti leteckého hluku a především díky opatřením ze strany provozovatele letiště se letecký hluk i navzdory zvyšujícímu se počtu pohybů za posledních 15 let v dotčených oblastech daří držet na hodnotách, které jsou srovnatelné právě s rokem 2000.

Třetí kapitola této práce byla věnována systému monitorování hluku a letových tratí, který je používán na LKPR. V jednotlivých částech této kapitoly bylo popsáno, z jakých prvků se systém monitorování hluku a letových tratí skládá, a byl popsán princip zpracování vstupních dat. Jedna z částí třetí kapitoly je věnována systému ANOMS, který je k monitorování hluku a letových tratí na LKPR využíván. Zmíněný systém se řadí mezi nejvyspělejší v oblasti monitoringu hluku. Díky tomuto vysoce sofistikovanému systému se řadí Letiště Václava Havla Praha po bok největších a nejmodernějších letišť světa, které tento systém k monitoringu hluku a letových tratí využívají.

Poslední kapitola této práce byla věnována porovnání počtu trvale žijících osob zasažených leteckým hlukem v oblasti přiblížení na RWY 30. Pro porovnání počtu osob v dané oblasti byla zvolena tři období, ve kterých byl značně rozdílný charakter provozu. Vhodně zvolená období umožňují zhodnocení dopadů generální opravy hlavní RWY 06/24 a plánované výstavby nové paralelní dráhy 06R/24L na zvolenou oblast.

Prvním rokem, pro který byl vypracován odhad počtu hlukem postižených osob ve zvolené oblasti, byl rok 2011. Provoz na vedlejší RWY 12/30 v roce 2011 byl ovlivněn již špatným technickým stavem povrchu hlavní RWY 06/24. Z důvodu složitějších každoročních jarních

a podzimních údržeb na hlavní dráze byla doba této údržby v roce 2011 několika násobně delší, než je standardní délka těchto údržeb. V době konání údržeb byla tedy vedlejší dráha využívána intenzivněji než obvykle a docházelo tak k zasažení hustě osídlené oblasti největší české metropole.

Odhad počtu trvale žijících osob byl proveden na základě poměru zastavěné plochy zasažené danou izofonou a celkové zastavěné plochy v dané Základní sídelní jednotce. Při znalosti počtu trvale žijících osob v jednotlivých ZSJ a předpokladu, že tyto osoby žijí v rámci zastavěné oblasti, bylo již jednoduchým výpočtem dosaženo počtu trvale žijících osob, které jsou postiženy leteckým hlukem v jednotlivých zónách.

K výpočtům dílčích ploch byl použit program Autodesk AutoCAD 2014. Data týkající se počtu trvale žijících osob byla čerpána z Registru sčítacích obvodů a budov, který je volně dostupný na internetových stránkách ČSÚ. Počty trvale žijících obyvatel náležících do jednotlivých ZSJ vycházejí z posledního Sčítání lidu, domů a bytů v roce 2011.

Odhad pro rok 2011 poukazuje na fakt, že provoz v tomto roce byl již silně ovlivněn dlouho trvající údržbou hlavní RWY 06/24, z čehož plyne vyšší počet exponovaných obyvatel v tomto roce. Je nutno podotknout, že osoby bydlící v pásmu, kde je vysoká pravděpodobnost dosažení či překročení hygienického limitu pro venkovní chráněný prostor, žijí na území ochranného hlukového pásma, kde stanovené hygienické limity pro letecký hluk nemusí být plněny.

Odhad počtu obyvatel pro rok 2014 ukazuje, že generální oprava hlavní RWY 06/24 v letech 2012 a 2013 měla pozitivní dopad na počet trvale žijících osob v řešené oblasti. V porovnání s rokem 2011 (tedy rokem před GO) počet exponovaných obyvatel klesl.

Výsledky odhadu počtu obyvatel pro výhledový provoz v roce 2020 naznačují, že by se z hlediska počtu trvale žijících exponovaných osob v řešené oblasti mělo jednat v případě výstavby nové paralelní RWY 06R/24L o pozitivní přínos především v noční době.

Hlavním přínosem výstavby nové paralelní dráhy bude navýšení dráhové kapacity na LKPR, která je při stávající dráhové konfiguraci ve špičkových hodinách zcela naplněna.

7. Použité zdroje

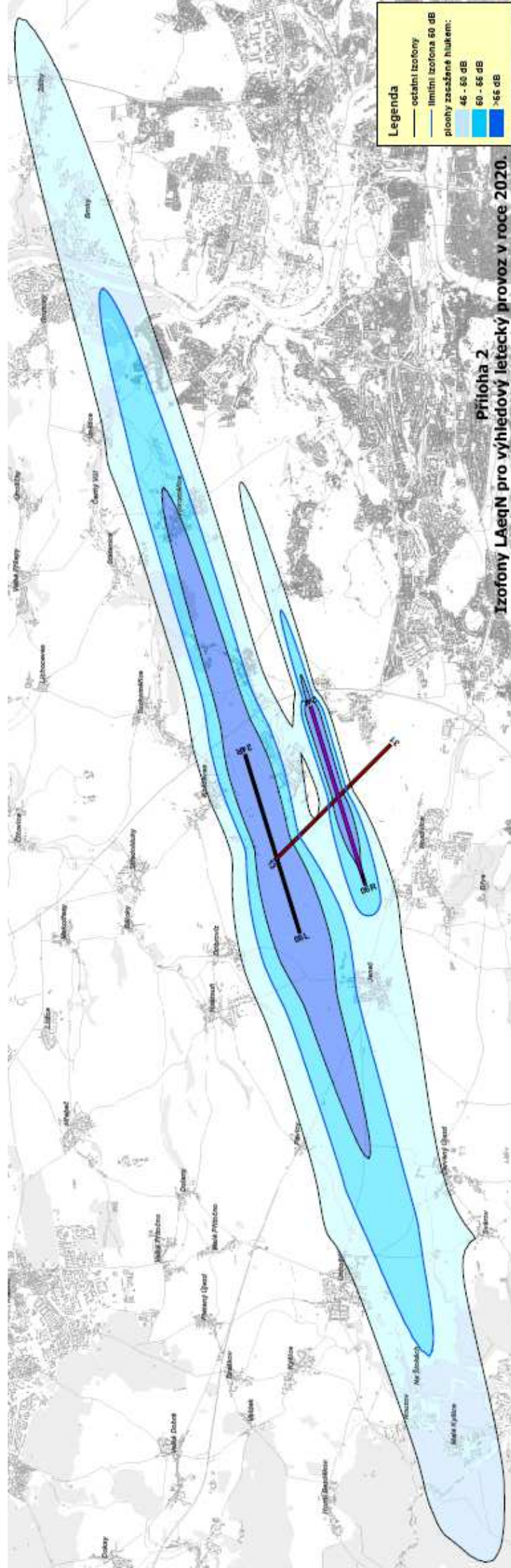
- [1] Posouzení vlivu hluku na veřejné zdraví. In: ING. POTUŽNÍKOVÁ, Dana. *Posouzení vlivu hluku na veřejné zdraví: Dvojice paralelních drah RWY 06R/24L-Praha Ruzyně* [online]. 2009 [cit. 2015-08-19]. Dostupné z: http://www.nerwy.cz/www/eia_rwy_09/p_20_vlivy_na_verejne_zdravi/hluk/pvz+rwy_hluk_final_v3.pdf
- [2] Zdravotní účinky hluku. MUDr. VANDASOVÁ, Zdeňka. *STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚSTAV* [online]. 2014 [cit. 2015-08-19]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/zdravotni-ucinky-hluku>
- [3] Hluk v komunálním prostředí: Účinky hluku na lidský organismus/fyzikální vlastnosti signálu. *Krajská hygienická stanice Královéhradeckého kraje* [online]. 2013 [cit. 2015-08-19]. Dostupné z: http://www.khshk.cz/e-learning/kurs2a/kapitola_22__inky_hluku_na_lidsk_organismus.html
- [4] EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. *Good practice guide on noise exposure and potential health effects* [online]. 2010 [cit. 2015-08-19]. ISBN 978-92-9213-140-1. Dostupné z: <http://www.eea.europa.eu/publications/good-practice-guide-on-noise>
- [5] HAVRÁNEK, Jiří. *Hluk a zdraví*. Praha: Avicenum, 1990. ISBN 8020100202.
- [6] GUIDELINES FOR COMMUNITY NOISE. In: BERGLUND, Birgitta, Thomas LINDVALL a Dietrich H SCHWELA. *GUIDELINES FOR COMMUNITY NOISE* [online]. 1999 [cit. 2015-08-19]. Dostupné z: <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/noise/activities/development-of-who-environmental-noise-guidelines-for-the-european-region>
- [7] VALEŠOVÁ K.: Škodlivý vliv hluku na lidský organismus, *Praktický lékař* 2006, 86, č. 6, str. 310 - 311.
- [8] *Night noise guidelines for Europe*. Copenhagen: World Health Organization Europe, c2009, xviii, 162 p.
- [9] Zdravotní důsledky a rušivé účinky hluku: Odborná zpráva za rok 2004. *STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚSTAV* [online]. Praha, 2005 [cit. 2015-08-19]. Dostupné z: http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/odborne_zpravy/OZ_04/hluk_04.pdf
- [10] Noise from Civilian Aircraft in the Vicinity of Airports: Implications for human Health- Noise, Stress and Cardiovascular Disease. *Health Canada* [online]. 2001 [cit. 2015-08-19]. Dostupné z: <http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/noise-bruit/aircraf-avion/index-eng.php>
- [11] Health Impact Assessment Schiphol airport: Overview of results until 1999. FRANSSES, E.A.M., E. LEBRET a B.A.M. STAATSEN. *National Institute for Public Health* [online]. 1999 [cit. 2015-08-19]. Dostupné z: <http://rivm.openrepository.com/rivm/bitstream/10029/10053/1/441520012.pdf>

- [12] Hypertension and exposure to noise near airports: results of the HYENA study. BABISCH, Wolfgang, Danny HOUTHUIJS, Goran PERSHAGEN, Klea KATSOUYANNI, Manolis VELONAKIS, Ennio CADUM a Lars JARUP. *International Commission on Biological Effects of Noise* [online]. 2008 [cit. 2015-08-19]. Dostupné z: http://www.icben.org/2008/PDFs/Babisch_et_al.pdf
- [13] Systém ANOMS 8 měří hlaniu hluku kolem letiště. *DOPRAVNÍ NOVINY: Týdeník pro dopravu a logistiku* [online]. 2008, (8) [cit. 2015-08-19]. Dostupné z: <http://www.dnoviny.cz/letecka-doprava/system-anoms-8-meri-hladinu-hluku-kolem-letiste-3526>
- [14] Community Noise. BERGLUND, Birgitta a Thomas LINDVALL. *Noise Solutions* [online]. 1995 [cit. 2015-08-19]. Dostupné z: <http://www.noisesolutions.com/uploads/images/pages/resources/pdfs/WHO%20Community%20Noise.pdf>
- [15] Autorizační návod k hodnocení zdravotního rizika expozice hluku. *STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚSTAV* [online]. 2012 [cit. 2015-08-19]. Dostupné z: http://www.szu.cz/uploads/documents/ska/autorizace/AN_15_04_verze3.pdf
- [16] Kontinuální měření leteckého hluku. *MaREXCOM* [online]. 2015 [cit. 2015-08-19]. Dostupné z: <http://www.marexcom.cz/kontinualni-mereni-leteckeho-hluku>
- [17] The "Genlyd" Noise Annoyance Model. *The "Genlyd" Noise Annoyance Model: Dose-Response Relationships Modelled by Logistic Functions* [online]. 2007 [cit. 2015-08-19]. Dostupné z: http://share.madebydelta.com/wp-content/publications/akustik/paper_og_rapport/The_Genlyd_Noise_Annoyance_Model.pdf
- [18] Zákon o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. *272/2011 Sb.* 2011.
- [19] Zákon o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů. *258/2000 Sb.* 2000. Dostupné také z: <https://portal.gov.cz/app/zakony/zakon.jsp?page=0&nr=258~2F2000&rpp=15#seznam>.
- [20] Nerwy. ING. ŠULC, Jiří. *HLUKOVÉ ZÓNY A NÁVRH OCHRANNÉHO HLUKOVÉHO PÁSMU LETIŠTĚ PRAHA RUZYNĚ PRO LETECKÝ PROVOZ S DVOJICÍ PARALELNÍCH RWY 06R/L 24R/L* [online]. 2009 [cit. 2015-08-19]. Dostupné z: http://www.nerwy.cz/www/eia_rwy_09/p_16_ohp/221_07%20%20navrh%20ohp%20lkr%20bis-final_14_11_2009.pdf
- [21] EKOLA group, spol. s r.o. ING. LÁDYŠ, Libor a Mgr. Pavel DUŠEK. *Akustické posouzení výhledového leteckého provozu v roce 2020: Podklad pro dokumentaci SEA* [online]. 2009 [cit. 2015-08-19]. Dostupné z: http://servis.prahamesto.cz/uzplan/uzemni_plan_hmp/zmeny_08_uphmp_celom1_2/NAVRH/zm939_SEA%5CLete_hluk_2020%5CLKPR_SEA_2020_pr%C5%AFvodn%C3%AD%20zpr%C3%A1va-fin_1.pdf
- [22] Letiště Praha. *Letiště Václava Havla Praha, Ruzyně* [online]. 2015 [cit. 2015-08-19]. Dostupné z: <http://www.prg.aero/cs/>

- [23] ZPRÁVA O HLUKOVÉ SITUACI NA LETIŠTI PRAHA / RUZYNĚ ZA ROKY 2012 A 2013. *Ministerstvo dopravy* [online]. 2014 [cit. 2015-08-19]. Dostupné z: http://www.mdcr.cz/NR/rdonlyres/94D2A8FF-E56C-4BA4-967F-B501C26E2E09/0/Zprava_hlk_20122013.pdf
- [24] AIP CR. *LKPR AD 2.21 POSTUPY PRO OMEZENÍ HLUKU* [online]. 2015 [cit. 2015-08-19]. Dostupné z: http://lis.rlp.cz/ais_data/www_main_control/frm_cz_aip.htm
- [25] LETECKÝ PŘEDPIS OCHRANA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ SVAZEK I - HLUK LETADEL: L16/1. *HLAVA 2 - PODZVUKOVÉ PROUDOVÉ LETOUNY, HLAVA 5 – VRTULOVÉ LETOUNY NAD 8 618 kg* [online]. 2015 [cit. 2015-08-19]. Dostupné z: <http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.html> L 16/1 Hlava 2 a Hlava 5
- [26] GEN 4. POPLATKY ZA POUŽITÍ LETIŠŤ/HELIPORTŮ A ZA LETOVÉ NAVIGAČNÍ SLUŽBY. 4.1.1.4 *Hlukový poplatek - letiště Praha/Ruzyně* [online]. 2012 [cit. 2015-08-19]. Dostupné z: http://lis.rlp.cz/ais_data/www_main_control/frm_cz_aip.htm
- [27] Informační systém EIA. *STANOVISKO K POSOUZENÍ VLIVŮ PROVEDENÍ ZÁMĚRU NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ* [online]. 2011 [cit. 2015-08-19]. Dostupné z: http://portal.cenia.cz/eiasea/detail/EIA_MZP090
- [28] ÚSTAV FYZIKY A MATERIÁLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ. *Decibelové veličiny v akustice, kmitočtová pásma* [online]. 2010 [cit. 2015-08-19]. Dostupné z: http://ufmi.ft.utb.cz/texty/env_fyzika/EF_03.pdf
- [29] Územní a evidenční prvky. *Základní sídelní jednotka* [online]. 2013 [cit. 2015-08-19]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/rso/zsj_rso
- [30] Interní archiv ODDĚLENÍ ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ Letiště Praha, a.s.

8. Seznam příloh

- Příloha 1 Izofony LAeqD pro výhledový letecký provoz na LKPR v roce 2020.
- Příloha 2 Izofony LAeqN pro výhledový letecký provoz na LKPR v roce 2020.
- Příloha 3 Tabulky odhadů počtu obyvatel zasažených leteckým hlukem v denní a noční době v oblasti přiblížení na RWY 30 v roce 2011.
- Příloha 4 Tabulka odhadu počtu obyvatel zasažených leteckým hlukem v denní době v oblasti přiblížení na RWY 30 při výhledovém provozu v roce 2020.



Příloha 2
Izofony LAeqN pro výhledový letecký provoz v roce 2020.

Pořadí ZSJ	Název základní sídelní jednotky (ZSJ)	Číslo ZSJ	Celková výměra ZSJ [m2]	Zastavěná plocha v rámci ZSJ [m2]	Počet trvale žijících obyvatel v ZSJ	Plocha zasažená izofonou LAeqD > 65 dB [m2]	Zastavěná plocha zasažená izofonou LAeqD > 65 dB [m2]	Plocha zasažená izofonou LAeqD > 60 dB [m2]	Zastavěná plocha v ZSJ zasažená izofonou LAeqD > 60 dB [m2]	Podíl zastavěné plochy zasažené izofonou LAeqD > 60 dB a celkové zastavěné plochy v ZSJ [%]	Počet trvale žijících obyvatel v oblasti zasažené izofonou > LAeqD 60 dB	Plocha zasažená izofonou LAeqD > 55 dB [m2]	Zastavěná plocha v ZSJ zasažená izofonou LAeqD > 55 dB [m2]	Podíl zastavěné plochy zasažené izofonou LAeqD > 55 dB a celkové zastavěné plochy v ZSJ [%]	Počet trvale žijících obyvatel v oblasti zasažené izofonou LAeqD > 55 dB
1	Ruzyň-Letiště	129828	9459038	1652762	179	144169	0	67562	0	0%	0	14756	0	0%	0
2	Průmyslová zóna Hostovice	326721	945249	360546	25	0	0	0	0	0%	0	0	0	0%	0
3	Ruzyň-pod letištěm	129747	1748665	129747	0	20261	0	89776	0	0%	0	25583	0	0%	0
4	Ruzyň-Na Července	306321	346897	104766	24	3291	0	7706	0	0%	0	17943	0	0%	0
5	Na Hůrce	324892	272555	137664	0	0	0	0	0	0%	0	0	0	0%	0
6	Ruzyň-západ	129739	0	432874	0	2567	0	62323	0	0%	0	75423	0	0%	0
7	Jiviny	129721	620404	578746	458	0	0	47003	47003	8,1%	37	156399	107016	18,5%	85
8	Bílá Hora	129712	799868	799868	2432	0	0	0	0	0%	0	9994	9994	1%	30
9	Řepy-sever	306304	622261	179379	14	0	0	0	0	0%	0	25040	4393	2%	0
10	Sídlisté Řepy II sever	129674	593937	488024	8224	0	0	0	0	0%	0	0	0	0%	0
11	Nové Řepy	129658	539145	406058	1860	0	0	0	0	0%	0	238804	193548	47,7%	887
12	Na Flakce	306827	77699	61881	519	0	0	0	0	0%	0	0	0	0%	0
13	Na Flakce-východ	329738	253429	26842	4	0	0	0	0	0%	0	123969	7554	28,1%	1
14	Motol-západ	128937	13594	1117070	93	0	0	0	0	0%	0	338129	3978	14,6%	14
15	Motol u opravy	316458	257708	123512	8	0	0	0	0	0%	0	95817	42498	34,4%	3
16	Na hliníku	128911	906563	28421	18	0	0	0	0	0%	0	148795	6443	22,7%	4
17	Kolář-západ	128902	519273	29946	2	0	0	0	0	0%	0	3306	0	0%	0
18	Na Vidouli	128741	860205	32882	21	0	0	0	0	0%	0	4599	0	0%	0
19	Ža Vidouli-sever	316369	90914	0	0	0	0	0	0	0%	0	0	0	0%	0
20	Ža Vidouli	155535	253202	193179	630	0	0	0	0	0%	0	0	0	0%	0
21	Jinonice-západ	128899	80329	43793	109	0	0	0	0	0%	0	0	0	0%	0
22	Jinonice-Pod Vidouli	324850	428990	288081	1173	0	0	0	0	0%	0	0	0	0%	0

Hlukové pásmo určeno izofonou LAeqD	Celkový počet obyvatel zasažených leteckým hlukem v hlukových pásmech
> 55 dB	1061
> 60 dB	37
> 65 dB	0

pozn.: v pásmu zasaženém hlukem LAeqD 65 dB a vyšším je velikosti zastavěné plochy nulová z tohož usuzují, že počet obyvatel v této oblasti je rovněž nulový
pozn.: v celkovém počtu obyvatel zasažených leteckým hlukem v hlukovém pásmu >55 dB jsou zahrnuti i obyvatelé z pásem >60 dB a >65 dB

Pořadí ZSJ	Název základní sídelní jednotky (ZSJ)	Číslo ZSJ	Celková výměra ZSJ [m2]	Zastavěná plocha v rámci ZSJ [m2]	Počet trvale žijících obyvatel v ZSJ	Plocha zasažená izofonou LAeqN > 55 dB [m2]	Zastavěná plocha zasažená izofonou LAeqN > 55 dB [m2]	Plocha zasažená izofonou LAeqN > 50 dB [m2]	Zastavěná plocha v ZSJ zasažená izofonou LAeqN > 50 dB [m2]	Podíl zastavěné plochy zasažené izofonou LAeqN > 50 dB a celkové zastavěné plochy v ZSJ [%]	Počet trvale žijících obyvatel v oblasti zasažené izofonou > LAeqN 50 dB	Plocha zasažená izofonou LAeqN > 45 dB [m2]	Zastavěná plocha v ZSJ zasažená izofonou LAeqN > 45 dB [m2]	Podíl zastavěné plochy zasažené izofonou LAeqN > 45 dB a celkové zastavěné plochy v ZSJ [%]	Počet trvale žijících obyvatel v oblasti zasažené izofonou LAeqN > 45 dB
1	Ruzyň-Letiště	129828	9459038	1652762	179	128676	0	11528	0	0%	0	65167	30581	1,9%	3
2	Průmyslová zóna Hostovice	326721	945249	360546	25	0	0	0	0	0%	0	0	0	0%	0
3	Ruzyň-pod letištěm	129747	1748665	129747	0	5483	0	307392	0	0%	0	693161	25388	59,6%	0
4	Ruzyň-Na Července	306321	346897	104766	24	0	0	35819	0	0%	0	90975	5012	4,8%	1
5	Na Hůrce	324892	272555	137664	0	0	0	0	0	0%	0	6451	0	0%	0
6	Ruzyň-západ	129739	0	432874	0	0	0	64162	0	0%	0	221921	0	0%	0
7	Jiviny	129721	620404	578746	458	0	0	84787	63456	11,0%	50	285028	217204	41,0%	188
8	Bílá Hora	129712	799868	799868	2432	0	0	5086	5086	0,6%	15	50346	36215	4,5%	110
9	Řepy-sever	306304	622261	179379	14	0	0	0	0	0%	0	109102	73357	40,9%	6
10	Sídlisté Řepy II sever	129674	593937	488024	8224	0	0	0	0	0%	0	1754	1754	0,4%	30
11	Nové Řepy	129658	539145	406058	1860	0	0	136614	118906	29,3%	545	237930	170993	42,1%	783
12	Na Flakce	306827	77699	61881	519	0	0	0	0	0%	0	28403	28403	45,9%	238
13	Na Flakce-východ	329738	253429	26842	4	0	0	71502	11665	43,5%	2	98637	0	0%	0
14	Motol-západ	128937	13594	1117070	93	0	0	12050	0	0%	0	543749	5123	37,7%	35
15	Motol u opravy	316458	257708	123512	8	0	0	0	0	0%	0	190644	121944	98,7%	8
16	Na hliníku	128911	906563	28421	18	0	0	0	0	0%	0	364659	17723	62,4%	11
17	Kolář-západ	128902	519273	29946	2	0	0	0	0	0%	0	54355	3033	10,1%	0
18	Na Vidouli	128741	860205	32882	21	0	0	0	0	0%	0	286998	0	0%	0
19	Ža Vidouli-sever	316369	90914	0	0	0	0	0	0	0%	0	1052	0	0%	0
20	Ža Vidouli	155535	253202	193179	630	0	0	0	0	0%	0	0	0	0%	0
21	Jinonice-západ	128899	80329	43793	109	0	0	0	0	0%	0	7588	0	0%	0
22	Jinonice-Pod Vidouli	324850	428990	288081	1173	0	0	0	0	0%	0	121799	101136	35,1%	412

Hlukové pásmo určeno izofonou LAeqN	Celkový počet obyvatel zasažených leteckým hlukem v jednotlivých hlukových pásmech
> 45 dB	2437
> 50 dB	612
> 55 dB	0

pozn.: v pásmu zasaženém hlukem LAeqN 55 dB a vyšším je velikosti zastavěné plochy nulová
pozn.: v celkovém počtu obyvatel zasažených leteckým hlukem v hlukovém pásmu >55 dB jsou zahrnuti i obyvatelé z pásem >50 dB a >65 dB

PŘÍLOHA 3
Tabulky odhadů počtu obyvatel zasažených leteckým hlukem v denní a noční době v oblasti přiblížení na RWY 30 v roce 2011.

Pořadí ZSI	Název základní sídelní jednotky (ZSJ)	Číslo ZSJ	Celková výměra ZSJ [m2]	Zastavěná plocha v rámci ZSJ [m2]	Počet trvale žijících obyvatel v ZSJ	Plocha zasažena izofonou LAeqD > 65 dB [m2]	Zastavěná plocha zasažena izofonou LAeqD > 65 dB [m2]	Plocha zasažena izofonou LAeqD > 60 dB [m2]	Zastavěná plocha v ZSJ zasažena izofonou LAeqD > 60 dB [m2]	Podíl zastavěné plochy zasažené izofonou LAeqD > 60 dB a celkové zastavěné plochy v ZSJ [%]	Počet trvale žijících obyvatel v oblasti zasažené izofonou > LAeqD 60 dB	Plocha zasažena izofonou LAeqD > 55 dB [m2]	Zastavěná plocha v ZSJ zasažena izofonou LAeqD > 55 dB [m2]	Podíl zastavěné plochy zasažené izofonou LAeqD > 55 dB a celkové zastavěné plochy v ZSJ [%]	Počet trvale žijících obyvatel v oblasti zasažené izofonou LAeqD > 55 dB
1	Ruzyně-Letišťe	129828	9459038	1652762	179	29365	0	124664	0	0%	0	24741	0	0%	0
2	Průmyslová zóna Hostovice	326721	945249	360546	25	0	0	0	0	0%	0	0	0	0%	0
3	Ruzyně-pod letištěm	129747	1746565	42591	0	0	0	96124	0	0%	0	43873	0	0%	0
4	Ruzyně-Na Cervence	306321	104760	340897	24	0	0	0	0	0%	0	68898	0	0%	0
5	Na Hůrce	324892	272555	137664	0	0	0	0	0	0%	0	0	0	0%	0
6	Ruzyně-západ	129739	432874	0	0	0	0	0	0	0%	0	161322	0	0%	0
7	Javny	129721	620404	578746	458	0	0	0	0	0%	0	203413	114581	19,8%	91
8	Bílá hora	129712	799868	799868	2432	0	0	0	0	0%	0	5432	5432	1%	17
9	Řepy-sever	306304	622261	179379	14	0	0	0	0	0%	0	8158	0	0%	0
10	Sídliště Řepy II sever	129674	593937	488024	8224	0	0	0	0	0%	0	0	0	0%	0
11	Nové Řepy	129658	539145	460658	1860	0	0	0	0	0%	0	94211	7377	18,2%	338
12	Na Falce	306827	61981	77695	519	0	0	0	0	0%	0	0	0	0%	0
13	Na Falce-východ	329738	253429	26842	4	0	0	0	0	0%	0	0	0	0,0%	0
14	Motol-západ	128937	13594	117070	93	0	0	0	0	0%	0	0	0	0,0%	0
15	Motol u opravny	315458	257708	133512	8	0	0	0	0	0%	0	0	0	0,0%	0
16	Na Hlínku	128911	906563	28421	18	0	0	0	0	0%	0	0	0	0,0%	0
17	Košíře-západ	128902	29946	519727	2	0	0	0	0	0%	0	0	0	0,0%	0
18	Na Vidouli	128741	860205	32682	21	0	0	0	0	0%	0	0	0	0%	0
19	Za Vidouli-sever	316369	90354	0	0	0	0	0	0	0%	0	0	0	0%	0
20	Za Vidouli	155535	253202	193179	630	0	0	0	0	0%	0	0	0	0%	0
21	Jimonic-západ	128899	80329	43793	109	0	0	0	0	0%	0	0	0	0%	0
22	Jimonic-Pod Vidouli	324850	428990	288081	1173	0	0	0	0	0%	0	0	0	0%	0

Hlukové pásmo určeno izofonou LAeqD	Celkový počet obyvatel zasažených leteckým hlukem v hlukových pásmech
>55 dB	445
>60 dB	0
>65 dB	0

pozn.: v pásmu zasažením hlukem LAeqD 60 dB a vyšším je velikost zastavěné plochy nulová z čehož usuzují, že počet obyvatel v této oblasti je rovněž nulový

pozn.: v celkovém počtu obyvatel zasažených leteckým hlukem v hlukovém pásmu >55 dB jsou zahrnuti i obyvatelé z pásem >60 dB a >65 dB

pozn.: plánovaný noční provoz na RWY 30 bude v roce 2020 nulový, z čehož plyne nulový počet obyvatel zasažených leteckým hlukem v noční době

PŘÍLOHA 4
Tabulka odhadu počtu obyvatel zasažených leteckým hlukem v denní době v oblasti přiblížení na RWY 30 v roce 2020.