

PROTOKOL POSOUZENÍ VLIVŮ NA VEŘEJNÉ ZDRAVÍ

HODNOCENÍ ZDRAVOTNÍCH RIZIK

Zadání: **HODNOCENÍ ZDRAVOTNÍCH RIZIK
AKTUALIZACE HLUKOVÉ STUDIE LETIŠTĚ KARLOVY
VARY**

Zadavatel: **Karlovarský kraj
Krajský úřad – Odbor regionálního rozvoje**

Vypracoval: **Ing. Jitka Růžičková**
Držitelka osvědčení odborné způsobilosti pro oblast posuzování vlivů na
veřejné zdraví, pořadové číslo osvědčení 5/2019
Krokova 31
360 20 Karlovy Vary

Datum zpracování: **červenec 2020**

OBSAH

	strana
1. Zadání	3
2. Informace o záměru	3
3. Zdravotní rizika hluku v mimopracovním prostředí	5
3.1 Identifikace nebezpečnosti	5
3.2 Charakterizace nebezpečnosti	10
3.3 Charakterizace rizika	17
3.4 Analýza nejistot	18
4. Závěr	19
Použitá literatura	21

POUŽITÉ ZKRATKY

WHO	World Health Organization
ČSÚ	Český statistický úřad
čp.	Číslo popisné
dB	Decibel
EU	Evropská unie
GA	Letadla všeobecného letectví
L_{Aeq}	Ekvivalentní hladina hluku
L_{dvn}	hlukový ukazatel (též indikátor) pro den-večer-noc
L_n, L_{night}	hlukový ukazatel pro noc
MTOW	Celková vzletová hmotnost
MZ	Ministerstvo zdravotnictví
RWY	Vzletová a přistávací dráha

1. Zadání

Na základě objednávky Krajského úřadu – Odboru regionálního rozvoje je zpracováno posouzení zdravotních rizik hluku pro „Aktualizaci hlukové studie Letiště Karlovy Vary“ podle zákona č. 100/2001 Sb.

Posudek se zpracovává za účelem zhodnocení zdravotního rizika ve smyslu zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví ve znění pozdějších předpisů, za použití metodik Agentury pro ochranu životního prostředí USA – US EPA a Světové zdravotnické organizace – WHO a s přihlédnutím k nařízení evropské komise ES 1488/94.

Zdravotní riziko vyjadřuje pravděpodobnost změny zdravotního stavu exponovaných osob. Při hodnocení zdravotních rizik se standardně postupuje ve čtyřech následných krocích:

1. Identifikace nebezpečnosti – v tomto kroku se zjišťuje, zda je sledovaná látka, faktor nebo komplexní směs schopná vyvolat nežádoucí zdravotní účinek.
2. Charakterizace nebezpečnosti – odhad dávkové závislosti tohoto efektu, tedy jak se intenzita, frekvence nebo pravděpodobnost nežádoucích účinků mění s dávkou, což je nezbytným předpokladem pro možnost odhadu míry rizika
3. Hodnocení (odhad) expozice – to znamená, zda a do jaké míry je populace vystavena působení sledované látky nebo faktoru v daném prostředí. Na základě znalosti situace se při něm sestavuje expoziční scénář, tedy představa, jakými cestami a v jaké intenzitě a množství je konkrétní populace exponována dané látce a jaká je její dávka.
4. Charakterizace rizika – je konkrétním krokem v odhadu rizika. Znamená integraci (syntézu) poznatků získaných v předchozích krocích, včetně zvážení všech nejistot, závažnosti i slabých stránek dokumentace. Účelem je dospět, pokud to dostupné informace umožňují ke kvantitativnímu vyjádření míry konkrétního zdravotního rizika v posuzované situaci, která může sloužit jako podklad pro rozhodování o opatřeních, tedy pro řízení rizika.

Pro daný protokol byla předložena:

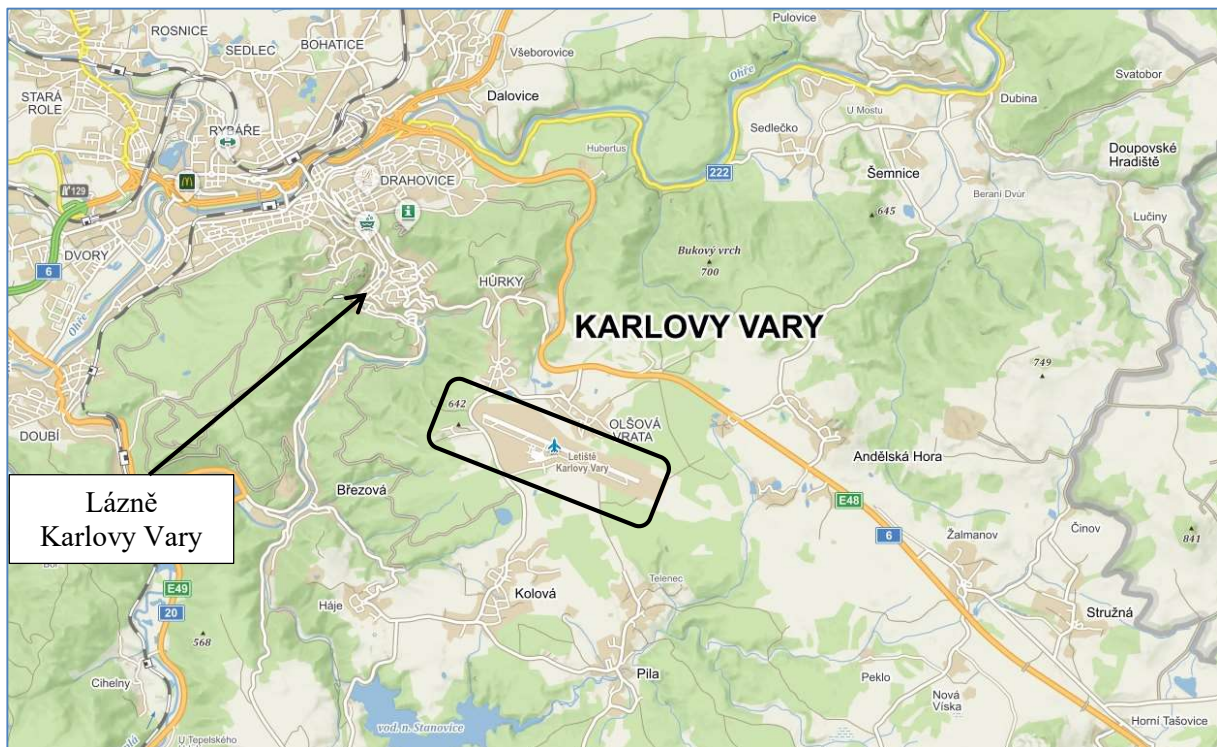
- Aktualizace hlukové studie Letiště Karlovy Vary (2019), stanovení hlukové zátěže z leteckého provozu pro výhledový rok 2025, zpracovaná Ing. Milanem Kamenickým, firma EUROAKUSTIK, s.r.o., Letisko M. R. Štefánika 63, 820 01 Bratislava 21

2. Informace o záměru

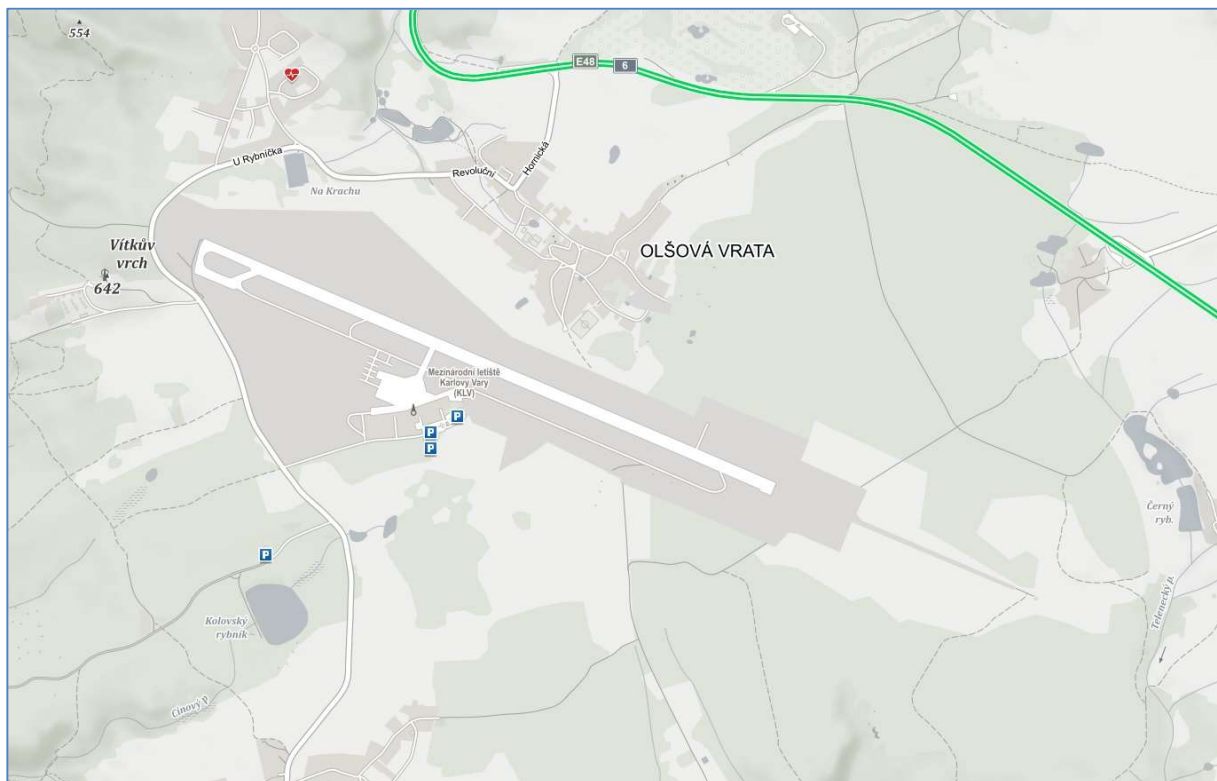
Umístění záměru

Letiště Karlovy Vary se nachází východně od města Karlovy Vary. Letiště má status veřejného mezinárodního letiště. Vzátažný bod letiště se nachází ve vzdálenosti cca 4,5 km, východně od středu města Karlovy Vary a cca 2,8 km východně od lázeňského centra. Vlastníkem letiště je Karlovarský kraj, provozovatel společnost Letiště Karlovy Vary, s.r.o. Nejbližší území s funkcí bydlení (chráněný venkovní prostor staveb a chráněný venkovní prostor, ve smyslu znění zákona č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, v platném znění) se nachází severně, resp. severozápadně od letiště ve vzdálenosti 230 m až 300 m od hlavní vzletové a přistávací dráhy, městská část Karlovy Vary Olšová Vrata a městská část Karlovy Vary Hůrky. Jižně, ve vzdálenosti 1000 m až 1300 m od vzletové a přistávací dráhy jsou území s funkcí bydlení v obcích Kolová a Pila.

Obr. 1: Poloha Letiště Karlovy Vary v území (převzato z hlukové studie)



Obr. 2: Bližší okolí Letiště Karlovy Vary v území (převzato z hlukové studie)



Letiště má v současnosti jednu pravidelnou linku, která zabezpečuje 5x týdně spojení Karlových Varů s Moskvou. V roce 2009 byla dokončena stavba nového terminálu, který

v současnosti zabezpečuje kapacitu 5 mil cestujících / rok. Za posledních deset let, bylo nejvíce pohybů (7632) v roce 2009, nejvíce cestujících bylo odbaveno v roce 2013 (104 469). V posledních letech se počet pohybů stabilizoval na cca 5500 – 5700 pohybů /rok. Počet odbavených cestujících po poklesu v letech 2016 a 2017 na cca 25 tis. resp. 21 tis. cestujících/rok, vzestup nastal v roce 2018 na 45 tis. cestujících /rok. Zvýšení počtu cestujících, při zachování zhruba stejného počtu pohybů, bylo způsobeno především zvýšením počtu obsazenosti letounů na pravidelných linkách a zároveň nárůstem pohybů letounů na pravidelných linkách vůči pohybům letounů všeobecného letectví.

V roce 2008 byla zpracována aktualizace hlukové studie, popisující hlukovou zátěž v okolí Letiště Karlovy Vary, pro predikovaný provoz v roce 2025. S ohledem na vývoj provozu na letišti za poslední roky, koncem roku 2018 a začátkem roku 2019, byla zpracovaná nová analýza a predikce pro pravidelný i nepravidelný provoz na letišti v roce 2025. Na základě nové predikce pro celkový počet pohybů pro rok 2025 (i pro jednotlivé typy letounů), byl zjištěn výrazný pokles v předpokládaném počtu pohybů pro rok 2025, vůči údajům uvedeným v Aktualizaci hlukové studie Karlovy Vary, NORSONIC Slovensko, s.r.o., december 2008.

V roce 2019 bylo mezi letištní společností a firmou F-AIR, spol. s r.o. dohodnuta spolupráce při výcviku pilotů. Na základě uvedené dohody, se v budoucnosti na Letišti Karlovy Vary budou vykonávat lety související s výcvikem pilotů. Výcvik pilotů bude prováděn na letounech kategorie všeobecného letectví (dále GA), Cessna 152 a Tecnam P2006T. Tato skutečnost, způsobí zvýšení počtu pohybů letounů všeobecného letectví (GA) na letišti vůči predikci z počátku roku 2019 i vůči údajům uvedeným v Aktualizaci hlukové studie Karlovy Vary, NORSONIC Slovensko, s.r.o., december 2008.

Z těchto uvedených důvodů byl zpracován nový posudek, se stanovením hlukové zátěže způsobené provozem na Letišti Karlovy Vary, pro nové predikované počty pohybů v roce 2025, při zohlednění leteckého provozu souvisejícím s výcvikem pilotů firmou F-AIR, spol. s r.o.

Použité zdroje informací:

- Aktualizace hlukové studie Letiště Karlovy Vary (2019), stanovení hlukové zátěže z leteckého provozu pro výhledový rok 2025, zpracovaná Ing. Milanem Kamenickým, firma EUROAKUSTIK, s.r.o., Letisko M. R. Štefánika 63, 820 01 Bratislava 21

3. Zdravotní riziko hluku v mimopracovním prostředí

3.1 Identifikace nebezpečnosti

Zvuky jsou přirozenou a důležitou součástí prostředí člověka, jsou základem řeči a příjmu informací, mohou přinášet příjemné zážitky. Zvuky příliš silné, příliš časté nebo působící v nevhodné situaci a době však mohou na člověka působit nepříznivě. Obecně se tyto nechtěné, obtěžující nebo škodlivě působící zvuky nazývají hlukem, a to bez ohledu na jejich intenzitu. Proto je nutné hluk do jisté míry považovat za bezprahově působící noxu.

Nepříznivé účinky hluku na lidské zdraví jsou obecně definovány jako morfologické nebo funkční změny organismu, které vedou ke zhoršení jeho funkcí, ke snížení kompenzační kapacity vůči stresu nebo zvýšení vnímavosti k jiným nepříznivým vlivům prostředí. Dlouhodobé nepříznivé účinky hluku na lidské zdraví je možné s určitým zjednodušením rozdělit na účinky specifické, projevující se při dlouhodobé ekvivalentní hladině akustického tlaku A nad 70 dB poruchami činnosti sluchového analyzátoru, a na účinky nespecifické (mimosluchové), kdy dochází k ovlivnění funkcí různých systémů organismu. Nespecifické systémové účinky se projevují prakticky v celém rozsahu intenzit hluku, často se na nich podílí stresová reakce a ovlivnění neurohumorální a neurovegetativní regulace,

biochemických reakcí, spánku, vyšších nervových funkcí, jako je učení a zapamatování, ovlivnění smyslově motorických funkcí a koordinace. V komplexní podobě se mohou manifestovat ve formě poruch emocionální rovnováhy, sociálních interakcí i ve formě nemocí, u nichž působení hluku může přispět ke spuštění nebo urychlení vlastního patologického děje.

Za dostatečně prokázané nepříznivé zdravotní účinky hluku v denní době je v současnosti považováno poškození sluchového aparátu, vliv na kardiovaskulární systém a nepříznivé ovlivnění osvojování řeči a čtení u dětí. V době noční době, tj. v době spánku a fyziologické regenerace jsou za dostatečně prokázané považovány změny fyziologických reakcí (kardiovaskulární aktivita, EEG zaznamenaná aktivita mozku), subjektivně udávané rušení spánku a zvýšené užívání léků na spaní. Omezené důkazy jsou např. u vlivů hluku na hormonální a imunitní systém, na některé biochemické funkce, ovlivnění placenty a vývoje plodu, nebo u vlivů na mentální zdraví sociální chování a výkonnost člověka. U nočního hluku jsou navíc (kromě výše uvedených) omezené důkazy také u vlivů na kardiovaskulární systém, obezitu, poruchy duševního zdraví, pracovní úrazy a zkrácení očekávané délky života. Působení hluku v životním prostředí je ovšem nutné posuzovat i z hlediska ztížené komunikace řečí a zejména pak z hlediska obtěžování, pocitů nespokojenosti, rozmrzelosti a nepříznivého ovlivnění pohody lidí. V tomto smyslu vychází hodnocení zdravotních rizik hluku z definice zdraví WHO, kdy se za zdraví nepovažuje pouze nepřítomnost choroby, nýbrž je chápáno v celém kontextu souvisejících fyzických, psychických a sociálních aspektů. WHO proto vychází při doporučení limitních hodnot hluku pro místa mimopracovního pobytu lidí především ze současných poznatků o nepříznivém vlivu hluku na komunikaci řečí, pocity nepohody a rozmrzelosti a rušení spánku v nočním době.

Souhrnně lze podle zmíněného dokumentu WHO a dalších zdrojů současné poznatky o nepříznivých účincích hluku na lidské zdraví a pohodu lidí stručně charakterizovat takto:

Poškození sluchového aparátu je dostatečně prokázano u pracovní expozice hluku v závislosti na výši ekvivalentní hladiny hluku a trvání let expozice. Riziko sluchového postižení však existuje i u hluku v mimopracovním prostředí při různých činnostech spojených s vyšší hlukovou zátěží. Z fyziologického hlediska jsou podstatou poškození zprvu přechodné a posléze trvalé funkční a morfologické změny smyslových a nervových buněk Cortiho orgánu vnitřního ucha.

Epidemiologické studie prokázaly, že u více než 95 % exponované populace nedochází k poškození sluchového aparátu ani při celoživotní expozici hluku v životním prostředí a aktivitách ve volném čase do 24hodinové ekvivalentní hladiny hluku $L_{Aeq,24h} = 70$ dB. S vyšší expozicí hluku v mimopracovním prostředí se můžeme setkat jen ve velmi specifických případech např. u lidí žijících v těsné blízkosti frekventovaného letiště nebo velmi rušných komunikací.

Nelze však zcela vyloučit možnost, že by již při nižší úrovni hlukové expozice mohlo dojít k malému sluchové poškození u citlivých skupin populace, jako jsou děti, nebo osoby současně exponované i vibracím nebo ototoxickým lékům či chemikáliím. Je též známé, že zvýšená hlučnost v místě bydliště přispívá k rozvoji sluchových poruch u osob profesionálně exponovaným rizikovým hladinám hluku na pracovišti. Nezanedbatelně může zvyšovat expozici hlukem, zejména u mládeže, dlouhodobý poslech velmi hlasitě reprodukováné hudby doma (sluchátka), účast na diskotékách, případně koncertech populárních hudebních skupin. K odhadu rizika sluchových ztrát je možné využít normu ČSN ISO 1999 s tím, že hlukovou expozici je třeba přepočítat na dobu trvání 8 hodin. Tuto normu je možné použít i pro odhad rizika poškození sluchu při profesionální a neprofesionální expozici.

Zhoršení komunikace řečí v důsledku zvýšené hladiny hluku má řadu prokázaných nepříznivých důsledků v oblasti chování a vztahů, vede k podrážděnosti, nejistotě, poklesu

pracovní kapacity a pocitům nespokojenosti. Může však vést i k překrývání a maskování důležitých signálů, jako je domovní zvonek, telefon, alarm. Nejvíce citlivou skupinou jsou starší lidé, osoby se sluchovou ztrátou a zejména malé děti v období osvojování řeči. Jde tedy o podstatnou část populace.

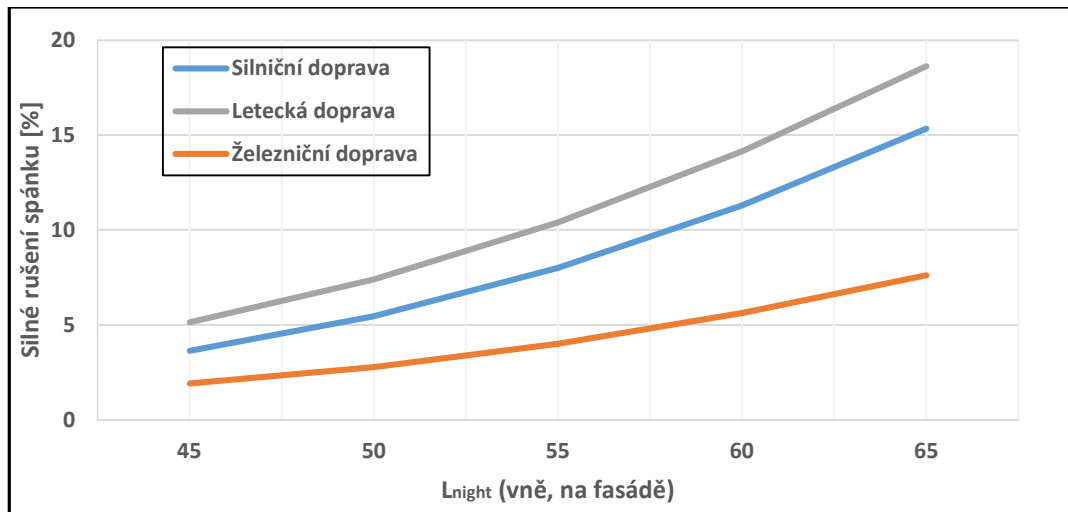
Pro dostatečně srozumitelné vnímání složitějších zpráv a informací (cizí řeč, výuka, telefonická konverzace) by rozdíl mezi hlukovým pozadím a hlasitostí vnímané řeči měl být nejméně 15 dB, a to nejméně v 85 % doby. Při průměrné hlasitosti řeči 50 dB by tak nemělo hlukové pozadí v místnostech převyšovat 35 dB. Zvláštní pozornost zde zasluhují domy, kde bydlí malé děti, třídy předškolních a školních zařízení, neboť neúplné porozumění řeči u dětí ztěžuje a poškozuje proces osvojení řeči a schopnosti číst s dalšími nepříznivými důsledky pro jejich duševní a intelektuální vývoj. Zvláště citlivé jsou pak děti s poruchami sluchu, potížemi s učením a děti, pro které vyučovací jazyk není jejich mateřským jazykem.

Obtěžování hlukem je nejobecnější reakcí lidí na hlukovou zátěž. Uplatňuje se zde jak emoční složka vnímání, tak složka poznávací při rušení hlukem při různých činnostech. Vyvolává celou řadu negativních emočních stavů, mezi které patří pocity rozmrzelosti, nespokojenosti a špatné nálady, deprese, obavy, pocity beznaděje nebo vyčerpání. U každého člověka existuje určitý stupeň citlivosti, respektive tolerance k rušivému účinku hluku, jako významně osobnostně fixovaná vlastnost. V normální populaci je 10-20 % vysoce senzitivních osob, stejně jako velmi tolerantních, zatímco u zbylých 60-80 % populace víceméně platí kontinuální závislost míry obtěžování na intenzitě hlukové zátěže. Při působení hluku zde však kromě senzitivity a fyzikálních vlastností hluku velmi záleží i na řadě dalších neakustických faktorů sociální, psychologické nebo ekonomické povahy. To vede k různým výsledkům studií, které prokazují u stejných hladin hluku různého původu rozdílný efekt u exponované populace, a naopak rozdílné výsledky při stejných zdrojích i hladinách hluku na různých lokalitách v různých zemích. Významnou úlohu zde hraje vztah ke zdroji hluku, pocit, do jaké míry jej člověk může ovlivňovat nebo zda pro něj má nějaký ekonomický význam. Menší rozmrzelost působí hluk, u něž je předem známo, že bude trvat jen po určité vymezenou dobu, např. hluk ze stavební činnosti.

Závislost je i mezi nepříznivým prožíváním hluku a délkou pobytu v hlučném prostředí. Rozmrzelost může vzniknout po víceleté latenci a s délkou konfliktní situace se prohlubuje a fixuje. Kromě toho však může být významně ovlivněna zdravotním stavem. Kromě negativních emocí je možné obtěžování hlukem hodnotit i podle nepřímých projevů, jako je zavírání oken, nepoužívání balkónů, stěhování, stížnosti a petice. Vysoké hladiny hluku vedou i k nepříznivým projevům v sociálním chování, mohou u predisponovaných jedinců zvyšovat agresivitu a redukovat přátelské chování a ochotu k pomoci. Svoji úlohu zde hraje i zhoršená verbální komunikace, výsledky studií ukazují, že je více snížena ochota ke slovní pomoci než k pomoci fyzické. Epidemiologické studie prokazují, že stejná úroveň hlukové expozice z průmyslových zdrojů nebo různých typů dopravy vede k rozdílnému stupni obtěžování exponované populace. Intenzivnější reakce obyvatel byly pozorovány vůči hluku doprovázenému vibracemi, hluku obsahujícímu nízké frekvenční složky a hluku impulsního charakteru. Nepříjemnější je též hluk s kolísavou intenzitou nebo obsahující tónové složky. Hodnocení obtěžujícího účinku kombinované expozice hluku z různých zdrojů je velmi obtížné a doposud k tomu s výjimkou hluku z různých typů dopravy neexistuje obecně přijatý model. K objasnění vztahů mezi hlukovou expozicí a intenzitou obtěžování exponovaných lidí byla provedena řada studií a pokusů dospět k odvození kvantitativního vztahu mezi expozicí a účinkem.

V EU jsou v současné době k hodnocení obtěžování obyvatel hlukem z různých typů dopravy doporučeny vztahy mezi hlukovou expozicí v L_{dn} nebo L_{dvn} a procentem obtěžovaných obyvatel. Tyto vztahy potvrzují poznatek z dotazníkových šetření a průzkumů, že letecký hluk

více obtěžuje nežli hluk z automobilové pozemní dopravy. Relativně nejnižší obtěžující účinek má hluk z dopravy železniční. V následujícím grafu je znázorněn rušivý účinek z jednotlivých druhů dopravy. Vyplyvá z něho, že při expozici stejným hlukem v noční době $L_{Aeq,8h}$ je nejméně rušivým hluk ze železniční dopravy a naopak hluk z letecké dopravy je nejrušivější.



Výraznější účinek leteckého hluku se vysvětluje jeho nepravidelným výskytem a vysokou intenzitou hlukových událostí a též směrem šíření hluku shora, což proti hluku z pozemní dopravy brání možnosti přestěhování klidových místností na neexponovanou stranu domu. U obyvatel okolí letišť může být přitěžujícím prvkem obava ze zřícení letadla na obydlí. Specifickým problémem může být hluk z helikoptér, který se liší od letadel charakteristickým hlukem rotoru a skutečností, že letí pomaleji, krouží nad zemí a jsou tudíž slyšet delší dobu. Ve srovnání s hlukem z civilního leteckého provozu byl při stejné ekvivalentní hladině akustického tlaku zjištěn podstatně vyšší stupeň obtěžování způsobovaný hlukem s velkým gradientem růstu akustického tlaku z nízko letících vojenských letadel.

Nepříznivé ovlivnění spánku se prokazatelně projevuje změnami fyziologických reakcí během spánku, jako jsou změny kardiovaskulární aktivity, EEG známky probuzení (spící si toto probuzení často následně neuvědomuje), změny v trvání stádií spánku (redukce REM fáze), fragmentace spánku, zvýšená pohyblivost ve spánku, obtížné usínání, probuzení v noci nebo příliš brzy ráno, zkrácení spánkového času. Dostatečný důkaz existuje také pro subjektivně vnímanou poruchu spánku, popř. pro lékařem diagnostikovanou environmentální insomnií a pro zvýšené užívání léků na spaní. Přestože rušení spánku vyvolané hlukem je samo o sobě zdravotní problém, navíc vede k dalším následkům pro zdraví a životní pohodu. Setkávají se zde jak fyziologické, tak psychologické aspekty působení hluku.

V rovině fyzického zdraví jsou popisovány tyto následky rušení spánku nočním hlukem: změny v hladinách stressových hormonů, kardiovaskulární onemocnění (hypertenze a infarkt myokardu), deprese (u žen) a jiné psychické poruchy, obezita, zkrácení očekávané délky života a zvýšený výskyt pracovních úrazů. V rovině psychologicko-sociální je popisována ospalost a únava, rozmrzelost a zvýšená denní dráždivost, snížená výkonnost, zhoršení poznávacích schopností, narušení sociálních kontaktů a stížnosti. Pro tyto fyziologické a psychologické následky narušení spánku existují pouze omezené důkazy. Senzitivní skupinou populace jsou děti, starší osoby, nemocní, těhotné ženy a lidé pracující na směny. Děti sice mají vyšší práh probuzení, ale pro ostatní účinky nočního hluku jsou stejně nebo více citlivé než dospělí.

Zatímco k subjektivnímu vnímání rušení spánkem a vědomému probouzení může vzniknout po několika dnech až týdnech určitá tolerance, na fyziologické reakce typu změn srdečního rytmu, krevního tlaku nebo zvýšené frekvence samovolných pohybů během spánku, se adaptace neprojevuje. K narušení spánku vede jak ustálený, tak i proměnný hluk. I při nízké ekvivalentní hladině akustického tlaku A již malý počet hlukových událostí s vyšší hladinou akustického tlaku ovlivňuje spánek. Pro různé účinky byly stanoveny prahové hladiny hluku, od kterých se účinky začínají objevovat nebo začínají být závislé na úrovni expozice. Prahová hodnota L_{night} pro užívání sedativ a prášků na spaní je 40 dB. Pro objektivně prokázanou zvýšenou frekvenci pohybů ve spánku, subjektivní pocit rušení spánku a problémy s nespavostí je prahová hladina hluku 42 dB. Z neúplně prokázaných účinků udává WHO prahovou hladinu hluku 60 dB pro psychické poruchy. Při přerušovaném hluku narůstá rušení spánku s maximální hladinou hluku. I při nízké ekvivalentní hladině akustického tlaku ovlivňuje spánek již malý počet hlukových událostí s vyšší hladinou akustického tlaku.

Význam zřejmě má i rozdíl mezi hladinou akustického tlaku pozadí a vlastní hlukové události a taktéž délka intervalu mezi dvěma hlukovými událostmi. K adaptaci obyvatel na rušení spánku hlukem nedochází v hlučných lokalitách ani po více letech. Dle doporučení WHO z roku 2007 je pro primární prevenci subklinických nepříznivých účinků nočního hluku doporučeno, aby populace nebyla vystavována nočním hladinám hluku větším než $L_{night,outside}$ 30 dB v době, kterou většina lidí tráví na lůžku. Tato hodnota je konečným cílem směrnice pro noční hluk (Night Noise Guideline - NNGL) k ochraně před nepříznivými zdravotními účinky nočního hluku pro celou populaci včetně rizikových skupin, jako jsou děti, chronicky nemocné a starší osoby. Pokud konečný cíl nemůže být v krátké době dosažen, jsou navrhovány dva prozatímní cíle: 55 dB a 40 dB. Tyto cíle mají být použity při provádění aktivit hodnocení a řízení rizik.

Nepříznivé ovlivnění výkonnosti hlukem bylo zatím sledováno převážně v laboratorních podmínkách u dobrovolníků. Zvláště citlivá na působení zvýšené hlučnosti je tvůrčí duševní práce a plnění úkolů spojených s nároky na paměť, soustředěnou a trvalou pozornost a komplikované analýzy. Rušivý účinek hluku je významný zejména při činnostech náročných na pracovní paměť, kdy je třeba udržovat část informací v krátkodobé paměti, jako jsou matematické operace a čtení. Ve školách v okolí letišť byla u dětí chronicky exponovaných leteckému hluku při ekvivalentní hladině hluku nad 70 dB měřené vně školy pozorována snížená schopnost motivace, nižší výkonnost při poznávacích úlohách a deficit v osvojení čtení a jazyka. Děti byly více roztržité a dělaly více chyb. Nepříznivý účinek byl větší u dětí s horšími školními výkony. Zdá se také, že pravděpodobnější je deficit v osvojení čtení u dětí chronicky exponovaných hluku doma i ve škole ve srovnání s dětmi pouze navštěvujícími školu v hlučném prostředí. Nepříznivé ovlivnění výkonnosti je také popisováno jako následek narušení spánku nočním hlukem.

Ovlivnění kardiovaskulárního systému byly dle WHO prokázány v řadě epidemiologických a klinických studií u populace (včetně dětí) žijící v hlučných oblastech kolem letišť, průmyslových závodů nebo hlučných komunikací. Akutní hluková expozice aktivuje autonomní a hormonální systém a vede k přechodným změnám, jako je zvýšení krevního tlaku, tepu a vasokonstrikce. Po dlouhodobé expozici se u citlivých jedinců z exponované populace mohou vyvinout trvalé účinky, jako je hypertenze a ischemická choroba srdeční (nedostatečné prokrvení srdečního svalu projevující se klinicky jako angina pectoris až infarkt myokardu).

V případě hypertenze je významná teorie, podle které se zde současně uplatňuje i nedostatek hořčíku, který je vlivem hluku uvolňován z buněk a vylučován z organismu a není u evropské populace dostatečně saturován příjmem z potravy. Deficit hladiny hořčíku v krvi může

příspěvat k vasokonstrikci a nedostatečnému prokrvení s následnou hypertenzí a srdeční ischemií.

Od vydání doporučení WHO bylo na téma vztahu expozice hluku a rizika kardiovaskulárních onemocnění publikováno několik souborných prací, které se shodují na dřívějších závěrech. Statisticky významný vztah k riziku hypertenze je prokázán u profesionální expozice hluku a mírně zvýšené riziko prokazují studie u expozice hluku z letecké dopravy. U hluku z pozemní dopravy se na základě průřezových studií předpokládá, že může přispívat k prevalenci kardiovaskulárních onemocnění. Směrnice o nočním hluku vydaná WHO v roce 2007 považuje za dostatečně prokázaný vliv hluku v denní době na zvýšení rizika infarktu myokardu, avšak v případě nočního hluku je důkaz omezený z důvodu nedostatku studií, zaměřených cíleně na noční hluk.

Pozorování mnoha účinků hlukové expozice v **době těhotenství** nejsou natolik průkazná a konzistentní, aby mohla sloužit k hodnocení zdravotních účinků hluku. Podobně nejsou jednoznačné ani výsledky studií zaměřených na vztah hlukové expozice a **projevů poruch duševního zdraví**. Nepředpokládá se, že by hluk působící v denní době mohl být přímou příčinou duševních nemocí, ale patrně se může podílet na zhoršení jejich symptomů nebo urychlit rozvoj latentních duševních poruch. Zvýšená citlivost vůči rušivým účinkům hluku může být indikátorem subklinické duševní poruchy. U nočního hluku existují pouze omezené důkazy o vlivu na duševní poruchy jako např. depresi u žen. Omezené důkazy jsou také pro problémy z oblasti ležící na pomezí mentálního zdraví a životní pohody, jako např. zvýšená dráždivost, únavnost a narušení sociálních kontaktů, které jsou pravděpodobně následkem narušení spánku a jeho nedostatku.

3.2 Charakterizace nebezpečnosti – vztahy expozice a účinku

Prahové hodnoty prokázaných účinků hluku pro kvalitativní charakterizaci rizika

Pro orientační posouzení nebezpečí výskytu nepříznivých účinků hluku je možné použít prahové hodnoty hlukové expozice. Byly stanoveny na základě epidemiologických studií pro ty účinky hluku, které se dnes považují za dostatečně prokázané. Prahová hodnota je úroveň expozice, od které se daný účinek začíná objevovat nebo začíná stoupat nad bazální hodnotu danou obvyklým výskytem účinku v populaci. Po překročení prahové hodnoty není vyloučena možnost výskytu daného nepříznivého účinku v případě dlouhodobé expozice hluku u příslušníků většinové populace s průměrnou citlivostí. Při interpretaci je nezbytné mít na paměti, že hluk je s ohledem na individuální rozdíly v citlivosti v podstatě bezprahová noxa. U citlivých podskupin a jednotlivců je proto nutné nepříznivé účinky předpokládat i při hodnotách hluku ve venkovním prostoru významně nižších, nežli jsou úrovně expozice statisticky vyhodnocené pro celou populaci. Prahové hodnoty prokázaných zdravotních účinků hluku a účinků na psychosociální zdraví a životní pohodu jsou shrnuty v tabulce převzaté z Good practice guide on noise exposure and potential health effect.

Tab. 1: Dostatečně prokázané účinky hluku na zdraví a životní pohodu a jejich prahové hodnoty

Účinek	Rozsah působení	Indikátor	Prahová hodnota	Časová působnost
Obtěžování	Psychosociální kvalita života	L_{dvn}	42	Chronická
Subjektivně udávané rušení spánku	Kvalita života, tělesné zdraví	L_n	42	Chronická
Učení, paměť	Výkonnost	L_{Aeq}	50	Akutní, chronická
Stresové hormony	Indikátor stresu	L_{max} L_{Aeq}	-	Akutní, chronická
Spánek (EEG)	Probuzení, spánkové	L_{max} indoors	32	Akutní, chronická

	pohyby, kvalita spánku			
Subjektivně udávané probuzení	Spánek	SEL _{indoors}	53	Akutní
Subjektivně udávaný zdravotní stav	Životní pohoda, klinické zdraví	L _{dvn}	50	Chronická
Hypertenze	Tělesné zdraví	L _{dvn}	50	Chronická
Ischemická choroba srdeční	Klinické zdraví	L _{dvn}	50	Chronická

Vztahy expozice a účinku pro kvantitativní charakterizaci rizika hluku

Byla provedena řada studií sledujících vztah mezi hlukovou expozicí a účinky hluku, uskutečnila se i řada pokusů dospět meta-analýzou jejich výsledků k odvození kvantitativního vztahu mezi expozicí a účinkem. Hlavním účelem těchto vztahů je možnost predikce počtu osob postižených daným účinkem hluku v závislosti na intenzitě hlukové expozice u běžné průměrně citlivé populace.

Pro **obtěžování hlukem** publikovali Miedema a Oudshoorn v roce 2001 model, který vychází z analýzy výsledků většího počtu terénních studií, provedených v Evropě, Austrálii, Japonsku a Severní Americe. Uvádí vztah mezi hlukovou expozicí v L_{dn1} nebo L_{dvn2} v rozmezí 45 – 75 dB a procentem obyvatel, u kterých lze očekávat pocity obtěžování (ve třech stupních škály intenzity obtěžování), a to zvláště pro hluk z letecké, silniční a železniční dopravy. Tyto vztahy jsou v současné době doporučeny pro hodnocení obtěžování obyvatel hlukem v zemích EU. V těchto vztazích je dávka vyjádřena hlukovým ukazatel L_{dn1} nebo L_{dvn2}.

Účinek je subjektivní míra obtěžování zjištěná dotazníkovým šetřením. Standardní dotazník byl definován pomocí ISO 15666 a používá jedenáctibodovou škálu s koncovými body neobtěžován a extrémně obtěžován. Vztahy pro obtěžování hlukem jsou odvozeny pro tři úrovně obtěžování. Nejvíce je používáno těžké obtěžování %HA (Highly Annoyed), které představuje osoby s obtěžováním vyšším než 72 % škály a obtěžování %A (Annoyed), které představuje osoby s obtěžováním vyšším, než 50 % škály

Pro obtěžování hlukem ze silniční dopravy platí vztahy:

$$\begin{aligned} \%A &= 1,795 \cdot 10^{-4} \cdot (L_{dvn} - 37)^3 + 2,110 \cdot 10^{-2} \cdot (L_{dvn} - 37)^2 + 0,5353 (L_{dvn} - 37) \\ \%HA &= 9,868 \cdot 10^{-4} \cdot (L_{dvn} - 42)^3 + 1,436 \cdot 10^{-2} \cdot (L_{dvn} - 42)^2 + 0,5118 (L_{dvn} - 42) \end{aligned}$$

Pro obtěžování hlukem ze železniční dopravy platí vztahy:

$$\begin{aligned} \%A &= 4,538 \cdot 10^{-4} \cdot (L_{dvn} - 37)^3 + 9,482 \cdot 10^{-3} \cdot (L_{dvn} - 37)^2 + 0,2129 (L_{dvn} - 37) \\ \%HA &= 7,239 \cdot 10^{-4} \cdot (L_{dvn} - 42)^3 - 7,851 \cdot 10^{-3} \cdot (L_{dvn} - 42)^2 + 0,1695 (L_{dvn} - 42) \end{aligned}$$

Pro obtěžování hlukem z letecké dopravy platí vztahy:

$$\begin{aligned} \%A &= 8,588 \cdot 10^{-6} \cdot (L_{dvn} - 37)^3 + 1,777 \cdot 10^{-2} \cdot (L_{dvn} - 37)^2 + 1,221 (L_{dvn} - 37) \\ \%HA &= -9,199 \cdot 10^{-5} \cdot (L_{dvn} - 42)^3 + 3,932 \cdot 10^{-2} \cdot (L_{dvn} - 42)^2 + 0,2939 (L_{dvn} - 42) \end{aligned}$$

Pro hluk z letecké dopravy bylo v evropských studiích provedených po roce 1990 zjištěno, že obtěžování je poněkud vyšší, než odpovídá výše uvedeným vztahům.

Pro hluk z průmyslových stacionárních zdrojů je stanovení vztahů expozice a účinku obtížnější, což je dáno heterogenitou těchto zdrojů a nižším počtem provedených studií. V roce 2004 publikovali Miedema a Vos pro hluk ze stacionárních zdrojů modely obtěžování vycházející ze studií provedených v Holandsku. Byly odvozeny pro hluk z posunu na železnici (nádraží), pro hluk ze sezónních provozů a pro hluk z výrobních zařízení s celoročním provozem na základě hlukové expozice vyjádřené v L_{dvn}. Vzhledem k omezenému počtu výchozích studií zejména v případě nádraží a sezónní výroby a nižšímu počtu respondentů, poskytují tyto vztahy spíše orientační výsledky.

Subjektivní rušení spánku vychází stejně jako v případě obtěžování z dotazníkového šetření. Vztahy vycházejí ze statistického zpracování obsáhlé databáze výsledků z 12 terénních studií z různých zemí a představují závislost mezi noční hlukovou expozicí (L_n) z letecké, automobilové a železniční dopravy a procentem osob udávajících zhoršenou kvalitu spánku. Vztahy platí v rozmezí 40 – 70 dB. Stejně jako u obtěžování jsou pro rušení spánku hlukem odvozeny tři stupně rušivého účinku: lehké rušení LSD (Lowly Sleep Disturbed) od 28 % škály výše, rušení SD (Sleep Disturbed) od 50 % škály výše a vysoké rušení HSD (Highly Sleep Disturbed) od 72 % škály. Obvykle jsou používány stupně SD a HSD:

Pro rušení hlukem ve spánku ze silniční dopravy platí vztahy:

$$\begin{aligned}\%SD &= 13,8 - 0,85 * L_{\text{night}} + 0,0167 * (L_{\text{night}})^2 \\ \%HSD &= 20,8 - 1,05 * L_{\text{night}} + 0,01486 * (L_{\text{night}})^2\end{aligned}$$

Pro rušení hlukem ve spánku ze železniční dopravy platí vztahy:

$$\begin{aligned}\%SD &= 12,5 - 0,66 * L_{\text{night}} + 0,01121 * (L_{\text{night}})^2 \\ \%HSD &= 11,3 - 0,55 * L_{\text{night}} + 0,00759 * (L_{\text{night}})^2\end{aligned}$$

Pro rušení hlukem ve spánku z letecké dopravy platí vztahy:

$$\begin{aligned}\%SD &= 13,714 - 0,807 * L_{\text{night}} + 0,01555 * (L_{\text{night}})^2 \\ \%HSD &= 18,147 - 0,956 * L_{\text{night}} + 0,01482 * (L_{\text{night}})^2\end{aligned}$$

Stejně jako v případě obtěžování bylo v evropských studiích provedených po roce 1990 zjištěno u letecké dopravy poněkud vyšší rušení spánku, než odpovídá uvedeným vztahům. V epidemiologických studiích byly prokázány též závislosti hluku v noční době a **EEG změn, spánkových pohybů a probuzení**, tyto vztahy jsou ale v praxi hodnocení zdravotních rizik obtížně použitelné.

Z **kardiovaskulárních onemocnění** byly nejvíce zkoumány ve vztahu k hluku infarkt myokardu, ischemická choroba srdeční a hypertenze. Vztahy dávka-účinek jsou vyjádřeny pomocí poměru šancí (odds ratio – OR). OR vyjadřuje poměr šancí výskytu sledovaného jevu (např. infarktu myokardu) ve skupině exponované určitému rizikovému faktoru (např. hluku) ve srovnání se skupinou neexponovanou (OR je rovno jedné, pokud jsou sledované veličiny nezávislé, $OR > 1,0$ pokud mají osoby exponované hodnocenému rizikovému faktoru vyšší šanci na přítomnost sledovaného jevu, $OR < 1,0$ pokud je šance u exponovaných osob menší). V případě **hypertenze** byl vztah stanoven na základě metaanalýzy 5 studií týkajících se hluku z leteckého provozu. Pokud je jako bazální linie (při které je $OR = 1$) považována $L_{\text{dvn}} \leq 50$ dB, je OR (riziko) při 55 – 60 dB 1,13 a při 60 – 65 dB 1,20. Změna OR na 10 dB je 1,13.

Pro **infarkt myokardu** je vztah dávka – účinek založen na výsledcích 5 studií pro silniční dopravu. Jako bazální linie, při které je $OR = 1$ je považována $L_{\text{dvn}} \leq 60$ dB. Při nárůstu hluku nad tuto bazální linii se OR stanoví podle vztahu: $OR = 1.629657 - 0.000613 * (L_{\text{day},16h})^2 + 0.000007357 * (L_{\text{day},16h})^3$

Kvantitativní hodnocení rizik pomocí vztahů dávka – účinek vychází z výsledků epidemiologických studií, které sledují značně velké soubory osob. Vzhledem k velkým interindividuálním rozdílům v citlivosti na hluk je kvantitativní hodnocení rizik hluku v postupu HRA prováděno pouze v případě dostatečně velkého počtu osob vystavených škodlivým účinkům hluku.

Hodnocení rizika

Hodnocení zdravotních rizik posuzuje nejenom změny expozice hluku, ale především počty exponovaných obyvatel, resp. zdravotní dopady na obyvatele žijící v posuzovaném území.

Pro tato posouzení jsou používány jiné hlukové ukazatele, než jsou ukazatele pro porovnání s hygienickými limity.

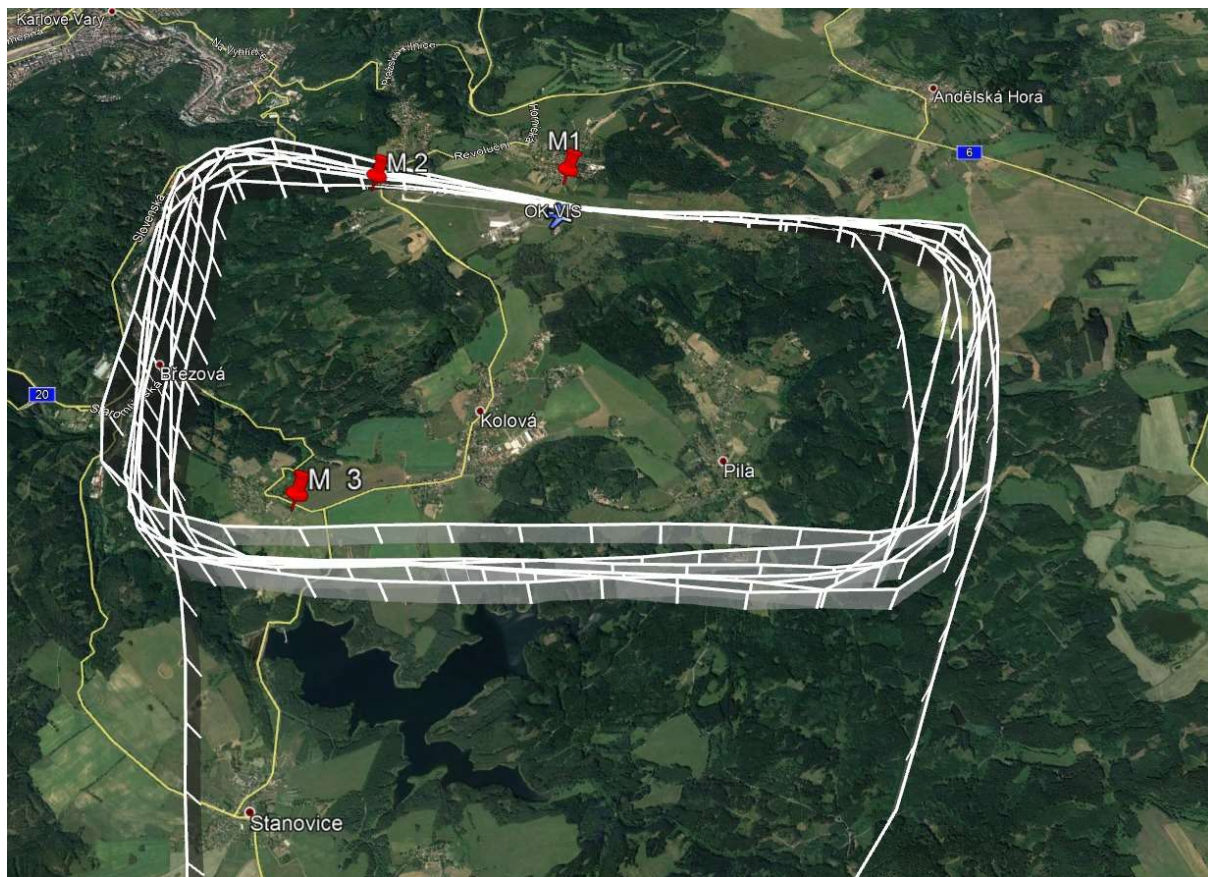
Výchozím podkladem pro hodnocení expozice hluku a následně ke kvantitativnímu a kvalitativnímu odhadu míry zdravotního rizika je znalost hlukové zátěže v posuzované lokalitě.

Hluková zátěž způsobená leteckým provozem na Letišti Karlovy Vary byla v předložené hlukové studii stanovena výpočtem s pomocí matematického modelování šíření zvuku od zdroje zvuku (letadla) k místu příjmu (bod výpočtu). Výpočet hodnot fyzikální veličiny (určujícího ukazatele hluku) pro opis zvuku, způsobeného leteckým provozem na letišti, byl proveden podle postupu Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen (AzB 2008), gemäß dem „Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm“ in der Fassung der Bekanntmachung vom 31.10.2007 s využitím databáze emisních údajů AzB08. Zpřesnění vstupních dat pro výpočet hodnot určujícího ukazatele pro hluk z působení provozu letounů při výcviku Letecké školy F-AIR, s.r.o., bylo na základě měření při reálném provozu letounů letecké školy na Letišti Karlovy Vary.

Výpočet byl proveden programem CadnaA, verze 2019MR2, číslo licence L41193. Pro výpočet a modelování šíření zvuku byl vytvořen třírozměrný model území, ze zdrojových dat prostorových databází poskytnutých zadavatelem. Ve výpočtu hodnot určujícího ukazatele hluku byla zohledněna morfologie terénu.

Pro zpřesnění vstupních dat použitých pro výpočet hluku z leteckého provozu souvisejícího s výcvikem letecké školy FAIR, bylo provedeno měření při výcvikových letech provozu letecké školy. Měření provedla akreditovaná Zkušební laboratoř Ekola group, spol. s r.o., dne 7.5.2019. Měření bylo provedeno paralelně ve třech bodech. Body měření byly v blízkosti průmětu trajektorie letu do roviny letiště (poloha bodů měření na obr. 3).

Obr. 3: Zobrazení trajektorie pohybů při měření a polohy míst měření (z hlukové studie)



Polohy bodů měření:

Bod M1: Karlovy Vary – Olšová Vrata, nedaleko křižovatky ulic J.Lady a Hornické ve vzdálenosti cca 30 m od RD čp. 254 a ve vzdálenosti 210 m od osy VPD.

Bod M2: na polní cestě vedle ulice K Letišti, cca 260 m od prahu VPD 11.

Bod M3: vedle parkoviště v golfovém areálu GOLF CLUB Háje, u obce Háje, ve vzdálenosti od vztažného bodu letiště cca 3100 m.

Výsledky ze stanovení ukazatele hluku ($L_{Aeq,16hod}$) měřením a výpočtem, z působení leteckého provozu souvisejícím jenom s výcvikem pilotů FAIR v čase měření (7. 5. 2019), jsou uvedeny v tabulce 4. V tabulce jsou uvedeny výsledky z výpočtu, při použití zpřesněných emisních parametrů typu Cessna 152, stanovených na základě měření a použití reálných trajektorií letů, získaných z letových záznamníku na palubě letadel.

Tab. 2: Naměřené a vypočtené hodnoty $L_{Aeq,16hod}$, z provozu výcvikových letů FAIR

Místa měření	Ekvivalentní hladina akustického tlaku A, den [dB]	
	Měření	Výpočet
M1	45,0	45,4
M2	45,4	45,9
M3	36,4	37,0

Údaje jsou uvedeny bez zohlednění nejistoty měření.

Na základě požadavků objednatele, byl v hlukové studii proveden výpočet hodnot ukazatele hluku pro výhledový rok 2025. Na základě analýzy predikovaného pravidelného a nepravidelného leteckého provozu, a provozu souvisejícího s výcvikem pilotů prováděného leteckou školou F-AIR, byly stanoveny ve smyslu znění Metodického návodu pro měření a hodnocení hluku z leteckého provozu, počty pohybů jednotlivých předpokládaných typů letadel pro charakteristický letový den období od 1. května do 31. října a charakteristickou skladbu kategorií letadel. Predikci počtů pohybů pro jednotlivé kategorie letadel s rozdělením na celý den a celou noc, dodal zpracovateli hlukové studie objednatel. Údaje pro celé období, od 1. května do 31. října, výhledového roku 2025, jsou uvedeny v tabulce 5. Predikovaný systém létání, odletové a příletové tratě (průmět odletových a příletových středních trajektorií do roviny vztažného bodu letiště), je uveden v příloze hlukové studie.

Tab. 3: Predikované kategorie letounů a počty pohybů pro výhledový rok 2025 (období 1.5 až 31.10.)

Časový interval od – do [hod]	Počty pohybů pro jednotlivé kategorie letadel / MTOW / pohonu						
	ULL	Všeobecné letectví (GA)			Dopravní		Dopravní
	MTOW < 445 kg	< 1,0 t	< 2,0 t	< 5,7	MTOW < 50 t		MTOW > 50 t
		Vrtulové			Vrtulové	Proudové	Proudové
06 – 22 (denní doba)	630	12 592	1 713	555	596	596	1 138
22 – 06 (noční doba)	0	0	0	0	25	25	150
Celkově (24 hodin)	630	12 592	1 713	555	621	621	1 288

V počtech pohybů uvedených v tabulce 5, jsou zahrnuty také počty pohybů související s výcvikem pilotů letecké školy FAIR. Jak již bylo uvedeno, výcvik bude realizován letadly

GA typ Cessna 152 a Tecnam P2006T. Výcvik bude prováděn jenom v čase od 06 do 22 hod. Oba typy patří do kategorie GA s MTOW < 1,0 t. Dle predikce, v roce 2025 v období od 1.5 do 31.10., bude s výcvikem pilotů v FAIR souviset celkem 11 332 pohybů. Z tohoto počtu, celkově 90 % bude prováděno typem Cessna 152. Z celkových 11 332 pohybů, bude 90% prováděno po jižním letištním okruhu a 10% budou odlety/přiletý do/z pracovních prostorů. Z celkového počtu letů po okruhu, bude 50% vodorovný let po okruhu a 50% let po okruhu s TGO.

Potencionálně exponovaná populace

Obyvatelé s možnou expozicí hluku v souvislosti s Letištěm Karlovy Vary se nacházejí v těchto lokalitách:

- **Karlovy Vary m. č. Olšová Vrata:** jižní část obce, nejbližší obytný dům J. Lady čp. 71 (výpočtový bod V1) je od osy VPD vzdálen cca 260 m. Další nejbližší budova je mateřská škola vzdálená od osy VPD cca 280 m. Ostatní domy v ulici J. Lady jsou ve větších vzdálenostech. Hotel Vítkova Hora Olšová Vrata čp. 59 (výpočtový bod V3) se nachází západně od letiště, vzdálen od prahu VPD cca 390 m.
- **Karlovy Vary m.č. Hůrka:** jižní část obce, nejbližší obytný dům U Rybníčka čp. 162 (výpočtový bod V2), vzdálený od osy VPD cca 310 m. Ostatní objekty v ulici se nachází ve větších vzdálenostech od posuzovaného zdroje hluku.
- **Obec Březová** se nachází jihozápadně od Letiště Karlovy Vary: Březová 133/28 (výpočtový bod V4) je vzdálený od vztažného bodu letiště cca 2,2 km, leží v trajektorii pohybů letecké školy.
- **Obec Kolová** se nachází jižně od Letiště Karlovy Vary: Kolová čp. 150 (výpočtový bod V6) je vzdálený od vztažného bodu letiště cca 1,1 km. V nejbližším okolí se nachází další obytné domy (čp. 136, 50, 231, 262 a 264), ostatní domy jsou ve větších vzdálenostech od letiště. Celá obec Kolová leží uprostřed trajektorie pohybů letadel letecké školy F-AIR.
- **Háje část obce Kolová** leží západně od Kolové, vzdálenost od vztažného bodu letiště cca 3 km. Celá část Háje se nachází v blízkosti trajektorie pohybů letadel letecké školy F-AIR.
- **Obec Pila** leží jižně od letiště, východně od obce Kolová: Pila čp. 203 (výpočtový bod V7) je vzdálený od vztažného bodu letiště cca 1,1 km. Celá obec leží uprostřed trajektorie pohybů letadel letecké školy F-AIR.

Výpočty hlukové zátěže

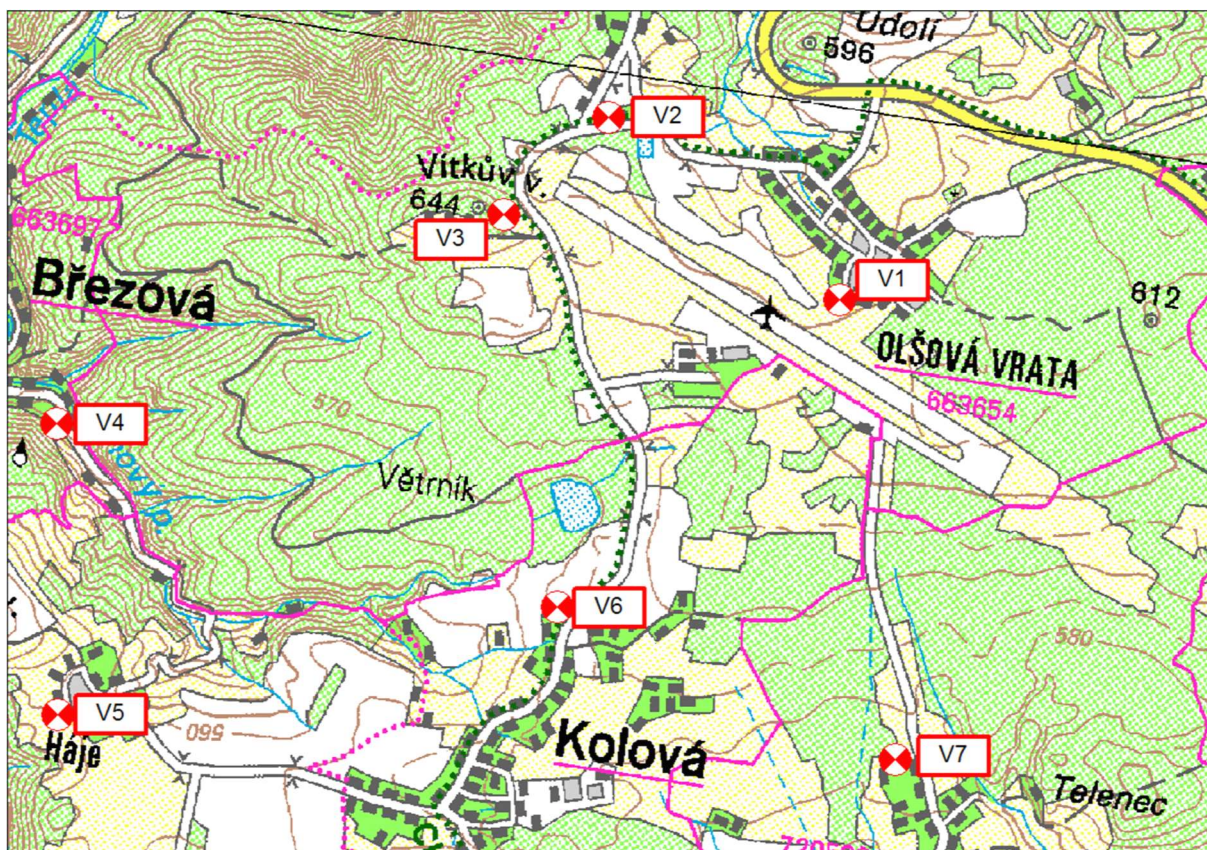
Výpočet v hlukové studii byl proveden pro tři varianty provozu:

- varianta a) se zohledněním všech pohybů;
- varianta b) se zohledněním pohybů bez pohybů souvisejících s výcvikem pilotů F-AIR;
- varianta c) se zohledněním jenom pohybů souvisejících s výcvikem pilotů v F-AIR.

V hlukové studii je plošná hluková zátěž, pro výšku 4 m nad povrchem terénu, zobrazena pomocí barevných pásem hodnot ekvivalentní hladiny akustického tlaku A pro celý den a celou noc – gradace byla zvolena po 5 dB. Zobrazení je provedeno pro všechny tři varianty.

Dále byly v hlukové studii provedeny výpočty v sedmi lokálních bodech v chráněném venkovním prostoru nejbližších staveb.

Obr. 4: Zobrazení polohy bodů výpočtu



Tab. 4: Vypočtené hodnoty ukazatele hluku z působení leteckého provozu – Varianta a), b) a c)

Místo výpočtu	Ekvivalentní hladina akustického tlaku A, den/noc [dB]				
	Varianta a)		Varianta b)		Varianta c)
	denní doba	noční doba	denní doba	noční doba	denní doba
V1 Olšová Vrata čp. 71	57,1	49,4	56,5	49,4	49,2
V2 Hůrky čp. 162	53,1	46,9	52,2	46,9	47,0
V3 Hotel Vítkova Hora	56,4	47,0	55,6	47,0	49,3
V4 Březová čp. 133/28	43,0	25,8	38,2	25,8	41,6
V5 Háje čp. 64	40,4	21,6	31,0	21,6	40,1
V6 Kolová čp. 150	39,8	30,3	37,4	30,3	36,5
V7 Pila čp. 203	40,1	32,9	38,8	32,9	34,5

Pozn. Provoz letecké školy F-Air – varianta c) – se předpokládá pouze v denní době.

Kvantitativní hodnocení rizik pomocí vztahů dávka – účinek vychází z výsledků epidemiologických studií, které sledují značně velké soubory osob. Vzhledem k velkým interindividuálním rozdílům v citlivosti na hluk je kvantitativní hodnocení rizik hluku v postupu HRA prováděno pouze v případě dostatečně velkého počtu osob vystavených škodlivým účinkům hluku. V předkládaném hodnocení rizik bylo přesto toto kvantitativní hodnocení provedeno.

3.3 Charakterizace rizika

Výchozím podkladem ke kvantitativnímu a kvalitativnímu odhadu míry zdravotního rizika hluku je obecně znalost hlukové zátěže získaná měřením nebo modelovým výpočtem vztažená ke konkrétnímu počtu exponovaných osob.

Při obecné kvalitativní charakterizaci zdravotních účinků hluku je možné orientačně vycházet z prahových hodnot hlukové expozice z venkovního prostoru pro ty nepříznivé účinky hluku, které se dnes považují za dostatečně prokázané. Tyto prahové hodnoty vycházejí z výsledků epidemiologických studií i výše uvedených doporučení WHO a je možné je vztáhnout k větší části populace s průměrnou citlivostí vůči účinkům hluku. S ohledem na individuální rozdíly v citlivosti je tedy třeba předpokládat možnost těchto účinků u citlivější části populace i při hladinách hluku nižších.

Situace ve výhledovém roce 2025:

Z předložených výsledků modelových výpočtů v konkrétních výpočtových bodech a z map vypočtených izofon, v souvislosti s plánovaným leteckým provozem na Letišti Karlovy Vary ve výhledovém roce 2025 **při provozu všech predikovaných pohybů** vyplývá:

Karlovy Vary m.č. Olšová Vrata

- pro obyvatele domů v okolí výpočtového bodu V1 čp. 221, 71, 256, 12, 164 (cca 15 obyvatel) nacházející se v hlukovém pásmu 55-60 dB v denní době a 45-50 dB v noční době a pro obyvatele 40 domů (cca 100 obyvatel) nacházejících se v hlukovém pásmu 50-55 dB v denní době a pásmu 40-45 dB v noční době, budou překročeny prahové hladiny hluku pro subjektivně udávané rušení spánku (L_n 42 dB) a prahové hodnoty pro obtěžování (L_{dvn} 42 dB). Pro 15 obyvatel nejbližších domů bude i mírně překročena prahová hodnota pro hypertenzi a ischemickou chorobu srdeční (L_{dvn} 50 dB). Provedeným kvantitativním odhadem by mohlo být obtěžováno hlukem z leteckého provozu (při souběžném provozu pravidelných linek a letecké školy F Air) v roce 2025 cca 26 obyvatel dané lokality a pocity rušení ve spánku by mohlo mít 12 obyvatel. Celkem je v Olšových Vratech trvale hlášeno 375 českých občanů.

Zde je třeba upozornit na to, že kvantitativní hodnocení rizik pomocí vztahů dávka – účinek vychází z výsledků epidemiologických studií, které sledují značně velké soubory osob. Tyto vztahy nemusí tedy platit pro jednotlivce nebo malé soubory exponovaných osob, jako je tomu v daném případě u obyvatel hodnocených rodinných domů, kde může být obtěžující a rušivý účinek hluku významně modifikován jak individuální vnímavostí konkrétních osob vůči hluku, tak jejich osobním vztahem ke zdrojům hluku.

Karlovy Vary m.č. Hůrky

- pro cca 25 obyvatel m. č. Hůrky (hlukové pásmo 50-55 dB denní doba a hlukové pásmo 40-45 dB noční doba – výpočtový bod V2) jsou překročeny prahové hodnoty pro objektivně udávané rušení spánku i prahové hodnoty pro obtěžování. Provedeným kvantitativním odhadem by mohli mít pocity obtěžování 3 obyvatelé lokality a pocity rušení ve spánku až 2 osoby. Celkem je v Hůrkách trvale hlášeno 256 českých občanů.

Pozn. Je však třeba zdůraznit, že při použití výpočtových vztahů uvedených v kapitole 3.2.se neuvažuje ani orientace oken ani jejich neprůzvučnost. Rovněž se neuvažuje, že se obyvatelé zmíněných obcí nemusí zdržovat v místě celodenně. Ve skutečnosti tedy bude hlukem obtěžováno podstatně méně obyvatel.

Březová

- pro 546 obyvatel obce lze, na základě modelových výpočtů ve výpočtovém bodě V4 konstatovat, že hlukem z letecké dopravy při provozu všech predikovaných pohybů včetně

pohybů souvisejících s výcvikem pilotů v F-AIR nebudou překračovány prahové hladiny hluku pro obtěžování, ani prahové hladiny pro subjektivně udávané rušení spánku.

Kolová část Háje

- pro obyvatele části Háje lze, na základě modelových výpočtů ve výpočtovém bodě V5, konstatovat, že hlukem z letecké dopravy při provozu všech predikovaných pohybů včetně pohybů souvisejících s výcvikem pilotů v F-AIR nebudou překračovány prahové hladiny hluku pro obtěžování, ani prahové hladiny pro subjektivně udávané rušení spánku.

Kolová

- pro 790 obyvatel Kolové lze, na základě modelových výpočtů ve výpočtovém bodě V6, konstatovat, že hlukem z letecké dopravy při provozu všech predikovaných pohybů včetně pohybů souvisejících s výcvikem pilotů v F-AIR nebudou překračovány prahové hladiny hluku pro obtěžování, ani prahové hladiny pro subjektivně udávané rušení spánku.

Pila

- pro 552 obyvatel obce lze, na základě modelových výpočtů ve výpočtovém bodě V7, konstatovat, že hlukem z letecké dopravy při provozu všech predikovaných pohybů včetně pohybů souvisejících s výcvikem pilotů v F-AIR nebudou překračovány prahové hladiny hluku pro obtěžování, ani prahové hladiny pro subjektivně udávané rušení spánku.

Hotel Vítkova Hora

- pro hotelové hosty lze, na základě modelových výpočtů ve výpočtovém bodě V3, konstatovat, že hlukem z letecké dopravy při provozu všech predikovaných pohybů budou překračovány prahové hladiny hluku pro obtěžování i prahové hladiny pro subjektivně udávané rušení spánku, ale vzhledem ke krátké době pobytu nelze u hotelových hostů předpokládat nepříznivé zdravotní účinky hluku z leteckého provozu na Letišti Karlovy Vary.

Je třeba připomenout, že vztahy expozice a účinku byly odvozeny pro obtěžování vyvolané dlouhodobou hlukovou expozicí pro velké soubory osob a jsou zprůměrnovány na celou populaci. Nemusí tedy platit pro jednotlivce nebo malé soubory exponovaných osob, jako je tomu v daném případě u obyvatel hodnocených rodinných domů, kde může být obtěžující a rušivý účinek hluku významně modifikován jak individuální vnímavostí konkrétních osob vůči hluku, tak jejich osobním vztahem ke zdrojům hluku, konkrétní orientací oken hlavních bytových místností a dalšími faktory a může se významně lišit od vypočtených údajů.

V **lázeňském území** se ve výhledovém roce 2025 předpokládá ekvivalentní hladina akustického tlaku v chráněném venkovním prostoru staveb a v chráněném venkovním prostoru v denní, resp. noční době pod 50 resp. 40 dB. Hluková expozice v této výši by neměla vyvolávat pocity obtěžování ani pocity rušení ve spánku u osob trvale žijících v daném území.

Poznámka: počty obyvatel v obcích byly zjišťovány z databáze Českého statistického úřadu (k 31.12.2019). Počty obyvatel městských částí Olšová Vrata a Hůrky byly zjištěny z evidence obyvatel Magistrátu města Karlovy Vary a jedná se v těchto městských částech o trvale hlášené české občany. Odhad počtu obyvatel v jednotlivých domech vychází ze statistiky: 2,5 osob na byt/rodinný dům.

3.4 Analýza nejistot

Každé hodnocení zdravotního rizika je nevyhnutelně spojeno s určitými nejistotami, danými použitými daty, expozičními faktory, odhady chování populace apod. I když bylo toto

posouzení provedeno standardními postupy na základě současných znalostí a odborných doporučení uznávaných institucí, je nutné upozornit na skutečnost, že se jedná o zjednodušený model velmi složitého, komplexního děje ovlivněného mnoha proměnnými.

Při hodnocení působení hluku na lidské zdraví si obecně musíme být vědomi nejistot, kterými je tento proces zatížen. V podstatě jsou dvojí. Jedny jsou dány neschopností fyzikálních parametrů hluku, které máme k dispozici, jednoduše popsat fyziologickou závažnost, tedy nebezpečnost hlukové události a druhé vyplývají ze skutečnosti, že účinek hluku je variabilní nejen intraindividuálně, ale i situačně, sociálně, emocionálně a historicky. V praxi se proto nezdáloka setkáváme se situacemi, kdy lidé postižení hlukem v konkrétních podmínkách nepotvrzují platnost stanovených limitů, neboť z exponované populace se vydělují skupiny osob velmi citlivých, a naopak velmi rezistentních, které stojí jakoby mimo kvantitativní závislosti. Za různých okolností představují tyto atypické reakce 5–20 % celého souboru.

K těmto nejistotám se řadí i nejistoty demografických údajů. V tomto hodnocení byly k dispozici demografické údaje z ČSÚ k datu 31.12.2019 a informace z Magistrátu města Karlovy Vary.

Z hlediska zvýšené citlivosti některých populačních skupin vůči nepříznivým zdravotním účinkům hluku bylo např. prokázáno, že lidé starší, nemocní a lidé s potížemi se spaním jsou zvýšeně citliví vůči narušení spánku hlukem. U lidí s narušeným spánkem v důsledku hluku je vyšší riziko ICHS a negativního účinku na psycho-sociální pohodu. Se zvýšeným rizikem výrazného obtěžování hlukem je nutné počítat u lidí senzitivních, lidí majících obavy z určitého zdroje hluku a lidí, kteří cítí, že nad danou hlukovou situací nemají možnost kontroly.

Hodnocení hlukové expozice, použití expozičního scénáře, výstupů a vztahů epidemiologických studií bylo vždy provedeno na straně bezpečnosti.

4. ZÁVĚR

Při hodnocení zdravotních rizik byly zohledněny nejnovější odborné poznatky o vlivech hluku z letecké dopravy. Podle aktuálních metodik doporučených pro země EU, bylo do hodnocení zahrnuto subjektivní rušení spánku nočním hlukem a obtěžování hlukem, které je spíše psychologicko-sociální povahy.

Na základě vyhodnocení předložených podkladů, s ohledem na výše uvedené skutečnosti a po uvážení všech výše uvedených nejistot, lze konstatovat následující závěry:

- 1) Ve výhledovém roce 2025 **nebude** – ani při nejméně příznivé variantě – tj. při současném provozu všech predikovaných pohybů (letecká škola F-Air, pravidelné linky) docházet v žádném ze sídelních útvarů v okolí letiště k překračování hygienických limitů pro hluk z leteckého provozu v denní ani noční době.
- 2) **Z modelových výpočtů v předložené hlukové studii nelze předpokládat nepříznivé účinky hluku z leteckého provozu u obyvatel v širším okolí letiště v obcích Březová, Pila, Kolová s částí Háje ani v jižní části Karlových Varů včetně lázeňského území.**
- 3) **Ve výhledovém roce 2025 při současném provozu všech predikovaných pohybů (letecká škola F-Air, pravidelné linky atd.) lze předpokládat projevy nepříznivých účinků hluku v části Olšových Vrat a Hůrek, pocity výrazného obtěžování hlukem by mohlo mít cca 29 obyvatel a rušeno ve spánku by mohlo být cca 14 obyvatel těchto lokalit.**

- 4) Z modelových výpočtů v předložené hlukové studii lze předpokládat, že vlivem samotného provozu letecké školy F-Air, která je provozována pouze v denní době, nebudou v **části Olšových Vrat a Hůrek**, dosahovány hladiny hluku vyvolávající pocity výrazného obtěžování hlukem, resp. rušení ve spánku.

Celé hodnocení je přitom zatíženo významnou nejistotou danou použitím vztahů expozice a účinku odvozených z výzkumů u největších světových a evropských letišť s celonočním provozem, zcela nesrovnatelných s letištěm Karlovy Vary. Skutečné vlivy na obyvatelstvo v okolí letiště Karlovy Vary mohou být proto podstatně příznivější.

Je zde třeba znovu upozornit na to, že vztahy expozice a účinku byly odvozeny pro obtěžování vyvolané dlouhodobou hlukovou expozicí a jsou zprůměrnovány na celou populaci. Nemusí tedy platit pro jednotlivce nebo malé soubory exponovaných osob, jako je tomu v daném případě u obyvatel hodnocených rodinných domů, kde může být obtěžující a rušivý účinek hluku významně modifikován jak individuální vnímavostí konkrétních osob vůči hluku, tak jejich osobním vztahem ke zdrojům hluku, konkrétní orientací oken hlavních obytných místností a dalšími faktory a významně se lišit od vypočtených údajů.

Použitá literatura

1. Manuál prevence v lékařské praxi, VIII. Základy hodnocení zdravotních rizik, SZÚ Praha 2000
2. K.Bláha, M.Cikrt: Základy hodnocení zdravotních rizik, SZÚ Praha 1996
3. J.Volf: Metodiky hodnocení zdravotních rizik v hygienické službě, Ostrava 2002
4. Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, ve znění pozdějších předpisů.
5. Metodický návod pro hodnocení hluku v chráněném venkovním prostoru staveb, Praha 2010
6. Metodický návod pro měření a hodnocení hluku v mimopracovním prostředí, Praha 2017
7. Miedema, HME, Vos H: Noise annoyance from stationary sources: Relationships with exposure metric day–evening–night (DENL) and their confidence intervals, J. Acoust. Soc.Am. 116(1), July 2004
8. Report „The „Genlyd“ Noise Annoyance Model“, Dose – Response Relationships Modelled by Logistic Functions, Delta AV 1102/07, 20.March 2007
9. Guidelines for Community Noise, WHO Geneva 1999
10. European Commission: Position paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance, 2002
11. WHO: Night Noise Guidelines for Europe, 2009
12. Basner M., Griefahn B., Berg M.: Aircraft noise effects on sleep: Mechanismus, mitigation and research needs, Noise&Health 2010, 12:47, 95-109
13. Michaud D.S., Fidell S., Pearsons K., Campbell K.C., Stephen E.K.: Review of field studies of aircraft noise-induced sleep disturbance, J.Acoust. Soc Am. 121 (1), 2007
14. Kaltenbach M., Maschke Ch., Klinke R.: Health Consequences of Aircraft Noise, Dtsch Arztebl Int 2008, 105(31-32): 548-56
15. Autorizační návod AN 15/04, verze 4 SZÚ Praha 2017
16. Babisch,W.: Transportation noise and cardiovascular risk: Updated Review and synthesis of epidemiological studies indicate that the evidence has increased. Noise Health 2006,
17. Jarup L., Babisch W., Houthuijs D., Pershagen G., Katsouyanni K., Cadum E., et al.: Hypertension and Exposure to Noise Near Airports: the HYENA Study, Environ. Health Perspectives, 2008
18. SZÚ Praha Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ve vztahu k životnímu prostředí – subsystém 3 „Zdravotní důsledky a rušivé účinky hluku – odborná zpráva za rok 2018, SZÚ Praha
19. Metodický pokyn odboru ekologických rizik a monitoringu MŽP ČR k hodnocení rizik č.j. 1138/OER/94
20. European Environment Agency: Good practice guide on noise exposure and potential health effects, 2010
21. Münzel T., Gori T., Babisch W. Basner M.: Cardiovascular effects of environmental noise exposure, European Heart Journal, 2014

Poznámka: Protokol nesmí být bez písemného souhlasu zpracovatele reprodukován jinak než celý.