

Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ve vztahu k životnímu prostředí



Subsystem III

Zdravotní důsledky a rušivé účinky hluku

Odborná zpráva za rok 2024

**Státní zdravotní ústav
Praha, červenec 2025**

Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí

Řešitelské pracoviště: Státní zdravotní ústav Praha

Ředitelka ústavu: MUDr. Barbora Macková, MHA

Vedoucí oddělení Ústředí monitoringu ZSO: MUDr. Kristýna Žejglicová

Garant projektu a řešitel: MUDr. Zdeňka Vandasová

**Materiál je zpracován na základě usnesení vlády ČR
č. 369/1991 a č. 810/1998**

Obsah

1	Úvod.....	4
2	Podklady a metodika	4
3	Výsledky.....	6
3.1	Ukazatele rizika ICHS.....	6
3.2	Nejistoty stanovení a možnosti zobecnění	8
4	Závěry.....	8

Použité termíny a zkratky

AF	Atributivní frakce
dB	Decibel
ENG	Environmental Noise Guidelines for the European Region
ICHS	Ischemická choroba srdeční
L_{dvn}	Hlukový ukazatel pro den-večer-noc: ukazatel zohledňující závažnější účinky hluku ve večerních a nočních hodinách pomocí penalizace 5 dB pro večer a 10 dB pro noc.
N	Atributivní počet
PAF	Populační atributivní frakce
RR	Relativní riziko
SHM	Strategické hlukové mapování
WHO	World Health Organization – Světová zdravotnická organizace

1 Úvod

Subsystém III v minulosti zahrnoval monitorování hluku a sledování odezvy obyvatel na hluk ve vybraných lokalitách měst zařazených do systému monitorování. Od roku 2023 jsou podklady o expozici hluku získávány na základě Strategického hlukového mapování (SHM). V současnosti jsou k dispozici výsledky IV. kola SHM pro rok 2022. Pořizovatelem SHM je Ministerstvo zdravotnictví ČR, které výstupy zveřejňuje na svém geoportálu [1]. Výsledky SHM jsou v současné době nejlepším dostupným zdrojem informací o expozici hluku obyvatel ČR. Cílem této analýzy je vyhodnotit riziko ischemické choroby srdeční z hluku ze silniční dopravy u osob s expozicí stanovenou pomocí SHM.

Ischemická choroba srdeční (ICHS) je onemocnění, při kterém dochází k ukládání aterosklerotických plátů v srdečních tepnách a následně ke sníženému průtoku krve a nedostatečnému zásobování kyslíkem (ischemii) srdečního svalu. Ischemie se může projevovat bolestí na hrudi (angina pectoris) případně nekrózou srdečního svalu (infarkt myokardu). Přesná definice chorobných stavů, které jsou zahrnuty do skupiny ICHS, je obsažena v mezinárodní klasifikaci nemocí MKN-10 [2]. Podle WHO směrnice Environmental Noise Guidelines for the European Region (ENG) [3] bylo prokázáno s vysokou kvalitou důkazu, že hluk ze silniční dopravy zvyšuje riziko vzniku ICHS. Hluk z železniční a letecké dopravy pravděpodobně nemá vztah ke vzniku ICHS, kvalita důkazu je však považována za nízkou až velmi nízkou [3].

Ukazatele rizika ischemické choroby srdeční použité v této analýze jsou:

- Relativní riziko (RR): poměr rizika v populaci exponovaných a v populaci neexponovaných osob. WHO směrnice ENG [3] udává pro incidenci ICHS vzestup relativního rizika $RR = 1,08$ na 10 dB hlukového ukazatele L_{dvn} .
- Atributivní frakce (AF): proporce (podíl) případů ze všech případů ICHS, který lze při určité expozici hluku přisoudit této expozici, resp. kterým by bylo možné zabránit, kdyby k expozici nedošlo.
- Populační atributivní frakce (PAF): atributivní frakce pro populaci, která se může skládat z osob neexponovaných hluku a z osob exponovaných v různé míře.
- Atributivní počet (N): představuje absolutní počet případů ICHS, který lze přisoudit expozici hluku nebo též navýšení počtu případů ICHS v důsledku hluku nad obvyklý počet případů ICHS z jiných příčin. Počítá se za období jednoho roku.

2 Podklady a metodika

Podkladem pro hodnocení zdravotních účinků hluku jsou výstupy IV. kola SHM. Podkladová data byla získána ze Závěrečné zprávy Strategické hlukové mapy silnic ČR [4] a Závěrečné zprávy Strategické hlukové mapy aglomerací [5] a z Geoportálu Ministerstva zdravotnictví ČR [1].

Způsob a rozsah provádění SHM je ukotven legislativně [6-11]. SHM nepopisuje expozici hluku u celé populace ČR, ale zaměřuje se na její nejvíce exponovanou část. Mapované území odpovídá hlavnímu cíli SHM, kterým je nalezení kritických míst s největší hlukovou zátěží. V těchto kritických místech jsou následně přijímány akční plány, jejichž hlavním cílem a tedy i konečným cílem SHM je návrh protihlukových opatření ke zmírnění hlukové zátěže pro obyvatelstvo. Využití výsledků pro vyhodnocení zdravotních účinků hluku je vedlejším využitím výstupů SHM a s tím jsou spojeny některá omezení a nejistoty, které jsou podrobněji popsány v kapitole 3.2.

Do SHM jsou zařazeny aglomerace s více než 100 000 obyvateli, které určí členský stát. V ČR jsou to aglomerace Praha, Brno, Ostrava, Ústí nad Labem - Teplice, Plzeň, Liberec a Olomouc. V aglomeracích bylo zpracovateli SHM provedeno modelování šíření hluku pro většinu silnic a také pro tramvajovou dopravu, pokud se v aglomeraci vyskytuje. Mimo aglomerace zahrnuje SHM silnice, po kterých projede více než 3 miliony vozidel za rok, a území, na kterém je předpoklad šíření hluku z těchto silnic. Výstupem SHM je stanovení expozice hluku u osob a jejich zařazení do hlukových pásem o šíři 5 dB v rozmezí L_{dvn} 50 dB až ≥ 75 dB. Sledovaná skupina osob jsou osoby se stanovenou expozicí zařazené do hlukových pásem a následující analýzy jsou zpracovány pouze pro tyto osoby.

Expozice hluku pro silniční dopravu a hlukový ukazatel L_{dvn} byla v ČR stanovená u 31% všech obyvatel. V aglomeracích se zastoupení sledované skupiny osob pohybuje v rozmezí 68 % – 88 % a mimo aglomerace v rozmezí 7 % – 18%. Podrobněji je zastoupení osob se stanovenou expozicí pro jednotlivé územní celky uvedeno v odborné zprávě monitoringu hluku za rok 2023 [12]. Je možné předpokládat, že tato sledovaná skupina osob je exponovaná hluku více než zbývající část populace ČR.

Při výpočtu ukazatelů rizika ICHS byl použit vztah dávka – účinek pro hluk ze silniční dopravy a incidenci ICHS, který byl publikován ve WHO směrnici ENG [3], kde byl stanoven vzestup RR 1,08 na 10 dB hlukového ukazatele L_{dvn} . Pro výpočet RR v jednotlivých expozičních pásmech byl použit vzorec $RR_{ICHS,silnice} = 1,00773^{(L_{dvn} - 53)}$, vzorec platí pro $L_{dvn} > 53$ dB, pro $L_{dvn} \leq 53$ dB je $RR = 1$. Výpočet vychází ze vzorce publikovaného ve směrnici EK 2020/367 [13]. Výpočet byl proveden pro střed každého expozičního pásma. Vypočítané RR použité pro další postup výpočtu udává tabulka 1. Na základě relativního rizika byla vypočtena také atributivní frakce (AF) podle vzorce $AF = (RR-1) / RR$.

Tabulka 1: Relativní riziko (RR) incidence ICHS v závislosti na hluku ze silniční dopravy a počet osob v jednotlivých hlukových pásmech vystavených tomuto RR

Hlukové pásmo / střed pásma L_{dvn} [dB]	Počet osob	RR
50,0-54,9 / 52,5	1 098 931	1,00
55,0-59,9 / 57,5	1 001 611	1,04
60,0-64,9 / 62,5	618 608	1,08
65,0-69,9 / 67,5	378 359	1,12
70,0-74,9 / 72,5	192 382	1,16
≥ 75 / 77,5	18 207	1,21

Pro ČR a jednotlivé územní celky byla následně vypočtena populační atributivní frakce (PAF). Tento ukazatel zohledňuje kromě relativního rizika v jednotlivých hlukových pásmech i počty osob exponovaných v těchto pásmech. Nejvíce osob se nachází v pásmu 50 – 55 dB, kde riziko ICHS v důsledku hluku není zvýšené. Se stoupajícím rizikem naopak počet exponovaných osob klesá. Rozdílné hodnoty PAF v jednotlivých krajích a aglomeracích jsou způsobeny různým proporcionálním rozložením osob v jednotlivých hlukových pásmech.

Výpočet PAF lze zapsat pomocí vzorce 1 a je detailně popsán v příloze k autorizačnímu návodu k hodnocení zdravotního rizika expozice hluku [14]. Dále byl vypočten atributivní počet (N) podle vzorce $N = PAF \cdot I \cdot P$, s použitím incidence ICHS (I) 597,5 na 100 000 [15] a počtu osob se stanovenou expozicí v daném hlukovém pásmu (P). Všechny uvedené ukazatele rizika se týkají nových případů ICHS.

Vzorec 1: Výpočet populační atributivní frakce (PAF)

$$PAF = \left(\frac{\sum_j [p_j \cdot (RR_j - 1)]}{\sum_j [p_j \cdot (RR_j - 1)] + 1} \right)$$

kde: p_j podíl osob v expozičním pásmu j vzhledem k celému souboru,
 RR_j relativní riziko pro dané expoziční pásmo.

3 Výsledky

3.1 Ukazatele rizika ICHS

Relativní riziko (RR) incidence ICHS začíná stoupat od L_{dvn} 53 dB. Při 75 dB je riziko zvýšené o 18 %. Osobám zařazeným v jednotlivých expozičních pásmech je vždy přiřazováno RR pro střed tohoto pásma. Pro expoziční pásmo 55 – 60 dB je riziko ICHS zvýšené o 4 %, tomuto riziku je vystaveno cca 1 milion obyvatel. Naopak vysoké riziko ICHS v nejvyšších expozičních pásmech se týká podstatně menšího počtu osob (tabulka 1).

Atributivní frakce (AF) začíná stoupat též od L_{dvn} 53 dB a při 75 dB dosahuje hodnoty 0,16. Počet nových případů ICHS je tedy u hluku ze silniční dopravy při expozici 75 dB navýšen o 16 % nad obvyklý počet nových případů z jiných příčin.

Populační atributivní frakce (PAF) je ve sledované skupině osob v ČR 0,047. U těchto osob je tedy výskyt nových případů ICHS navýšen v důsledku hluku ze silniční dopravy podle odhadu o 4,7 % nad obvyklý počet nových případů z jiných příčin.

Nejvyšší hodnota PAF byla v aglomeraci Praha s odhadovaným navýšením nových případů ICHS o 5,1 % nad obvyklý počet případů z jiných příčin. Následuje aglomerace Plzeň a Olomouc (navýšení o 5 %, resp. 4,8 %). Vysoká PAF byla zjištěna také v Královéhradeckém kraji (město Hradec Králové není považováno za aglomeraci). Nové případy ICHS zde jsou navýšeny v důsledku hluku ze silniční dopravy o 5,3 % nad obvyklý počet případů z jiných příčin. Mimo aglomerace byl do SHM zařazen podstatně menší podíl osob než v aglomeracích, a to převážně osoby žijící v blízkosti dopravou zatížených komunikací. Různá kritéria při zařazování osob neumožňují vzájemné porovnávání aglomerací a území mimo aglomerace. Nízká hodnota PAF byla v Libereckém a Středočeském kraji u silnic mimo aglomerace. Nové případy ICHS zde jsou navýšeny v důsledku hluku ze silniční dopravy o 3,4 %, resp. 3,8 % nad obvyklý počet případů z jiných příčin. Obecně je hodnota PAF mimo aglomerace nižší v krajích, kde je aglomerace vyhodnocena zvlášť, což je způsobeno různými kritérii při zařazování osob v aglomeracích a mimo aglomerace. Hodnoty PAF pro incidenci ischemické choroby srdeční v jednotlivých územních celcích jsou uvedeny v tabulce 2.

Atributivní počet (N) byl 922 případů. Počet nových případů ICHS byl tedy navýšen v důsledku hluku ze silniční dopravy o 922 případů ročně nad obvyklý počet nových případů ICHS z jiných příčin. Největší navýšení připadá na aglomeraci Praha (o 377 případů), následují aglomerace Brno a Ostrava (o 92 a 91 případů). Nejmenší navýšení počtu nových případů ICHS bylo odhadnuto pro Liberecký kraj u silnic mimo aglomeraci Liberec (o 4 případy). Výsledky odhadů atributivního počtu nových případů ICHS pro jednotlivé území celky jsou uvedeny v tabulce 2.

Tabulka 2: Populační atributivní frakce (PAF) a atributivní počet (N) ischemické choroby srdeční

Územní celek		osoby se stanovenou expozicí	PAF	N
Hlavní město Praha a Středočeský kraj	silnice mimo aglomeraci	161 778	0,038	37
	aglomerace Praha	1 233 881	0,051	377
	celkem	1 395 659	0,050	414
Jihočeský kraj	silnice mimo aglomeraci	75 273	0,046	21
Plzeňský kraj	silnice mimo aglomeraci	31 767	0,047	9
	aglomerace Plzeň	127 741	0,050	38
	celkem	159 508	0,050	47
Karlovarský kraj	silnice mimo aglomeraci	27 878	0,042	7
Ústecký kraj	silnice mimo aglomeraci	62 473	0,044	17
	aglomerace Ústí - Teplice	130 204	0,040	31
	celkem	192 677	0,041	48
Liberecký kraj	silnice mimo aglomeraci	21 420	0,034	4
	aglomerace Liberec	127 327	0,041	31
	celkem	148 747	0,040	36
Královéhradecký kraj	silnice mimo aglomeraci	95 283	0,053	30
Pardubický kraj	silnice mimo aglomeraci	81 562	0,045	22
Kraj Vysočina	silnice mimo aglomeraci	36 181	0,040	9
Jihomoravský kraj	silnice mimo aglomeraci	66 642	0,044	18
	aglomerace Brno	353 275	0,043	92
	celkem	419 917	0,043	109
Olomoucký kraj	silnice mimo aglomeraci	57 921	0,041	14
	aglomerace Olomouc	91 257	0,048	26
	celkem	149 178	0,045	40
Zlínský kraj	silnice mimo aglomeraci	71 837	0,043	19
Moravskoslezský kraj	silnice mimo aglomeraci	112 867	0,044	30
	aglomerace Ostrava	341 531	0,045	91
	celkem	454 398	0,044	120
Celkem ČR		3 308 098	0,047	922

3.2 Nejistoty stanovení a možnosti zobecnění

Analýza zdravotních účinků hluku je odhadem, který je zákonitě zatížen určitými nejistotami. Patří mezi ně:

- Nejistoty SHM: Jsou to nejistoty vstupních dat pro SHM např. údajů o zdrojích hluku, o počtech obyvatel apod. Dále sem patří nejistoty použitých výpočtových modelů. Metodika SHM byla zvolena tak, aby nejistoty odpovídaly hlavnímu cíli, kterým je nalezení kritických míst pro realizaci protihlukových opatření. Nejistoty nemusí být optimální pro využití SHM jako podkladu pro vyhodnocení zdravotních účinků hluku.
- Nejistoty vztahů dávka - účinek. Pro analýzu byly použity mezinárodně doporučené vztahy[3][13]. Tyto vztahy vznikly metaanalýzou většího množství studií uskutečněných v zahraničí. Nelze vyloučit, že se vztah v podmínkách ČR může mírně lišit.
- Expozice hluku z tramvajové dopravy v aglomeracích je v podkladových datech zahrnuta do expozice hluku ze silniční dopravy. To může být zdrojem další nejistoty a možného nadhodnocení účinků hluku vzhledem k tomu, že pro železniční dopravu nebyla souvislost s ICHS prokázána.
- ICHS je nemoc typická pro dospělý věk. Působení hluku na kardiovaskulární systém u dětí není dostatečně prozkoumáno. Zahrnutí celé populace do výpočtu ukazatelů rizika ICHS přináší nejistoty odhadu.

Riziko ischemické choroby srdeční se začíná objevovat při vyšších expozicích hluku. Začíná stoupat až po překročení L_{dvn} 53 dB, zatímco při stejné expozici je vysoce obtěžováno již cca 10 % zasažených osob. Riziko ICHS bylo vyhodnoceno pro osoby s expozicí stanovenou v SHM. Výběr území zařazeného do SHM je navržen tak, aby zahrnovalo okolí hlavních silnic a aglomerace, kde je předpoklad vyšší expozice hluku. Je možné předpokládat, že většina území silně exponovaného hluku byla zařazena do SHM. Z těchto důvodů se navýšení absolutního počtu případů ICHS odhadované pro sledovanou skupinu osob pravděpodobně blíží hodnotám pro celou ČR, resp. příslušnou územní jednotku.

Ischemická choroba srdeční je nemoc s multifaktoriálními příčinami, hluk přitom představuje pouze méně významnou příčinu vzniku ICHS. Z celkového počtu cca 63 tisíc nových případů ICHS v ČR je možné přičítat hluku podle odhadu cca 920 případů. Na jednotlivých případech ICHS se vždy podílí více příčin. Ukazatel je pouze měřítkem rizika vzniku ICHS v souvislosti s hlukem, které je třeba chápat na populační úrovni a nespojovat je s jednotlivými případy ICHS.

4 Závěry

- Byly vyhodnoceny ukazatele rizika ischemické choroby srdeční (ICHS) pro hluk ze silniční dopravy. Podkladem jsou výstupy IV. kola Strategického hlukového mapování (SHM). Osoby s expozicí hluku stanovenou v SHM představují zhruba 1/3 veškeré populace ČR.
- U osob s expozicí hluku stanovenou v SHM byl výskyt nových případů ICHS v důsledku hluku ze silniční dopravy v ČR navýšen o 4,7 % nad obvyklý počet případů ICHS z jiných příčin. V absolutních číslech byl počet nových případů ICHS navýšen o 922 případů ročně, největší navýšení připadá na aglomerace Praha, Brno a Ostrava.
- Analýza je odhadem, který je zákonitě zatížen určitými nejistotami. Zjištěné navýšení počtu nových případů ICHS je pouze měřítkem rizika vzniku ICHS v souvislosti s hlukem, které je třeba chápat na populační úrovni a nespojovat je s jednotlivými případy ICHS.

Literatura

- [1] *Geoportál Ministerstva zdravotnictví ČR*. Online. Praha: Ministerstvo zdravotnictví ČR. Dostupné z: geoportal.mzcr.cz/portal/home/index.html. [cit. 2025-07-18].
- [2] *ÚSTAV ZDRAVOTNICKÝCH INFORMACÍ A STATISTIKY ČR. MKN-10, Mezinárodní statistická klasifikace nemocí a přidružených zdravotnických problémů*. Online. UZIS ČR

2025. Dostupné z <https://www.uzis.cz/index.php?pg=registry-sber-dat--klasifikace--mezinarodni-klasifikace-nemoci-mkn-10#publikace>. [cit. 2025-07-18].
- [3] WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Environmental Noise Guidelines for the European Region*. Copenhagen. WHO Regional Office for Europe. 2018. ISBN 978 92 890 5356 3.
- [4] ZDRAVOTNÍ ÚSTAV SE SÍDLEM V OSTRAVĚ. *Závěrečná zpráva Strategické hlukové mapy hlavních sinic ČR IV. kolo 2022*. Online. Ostrava, Ústí nad Orlicí 2022 – 2023. Dostupné z <https://geoportal.mzcr.cz/portal/sharing/rest/content/items/7267228cbcc74493a530993fbe890ad5/data>. [cit. 2025-07-18].
- [5] ZDRAVOTNÍ ÚSTAV SE SÍDLEM V OSTRAVĚ. *Závěrečná zpráva Strategické hlukové mapy aglomerací IV. kolo 2022*. Online. Ostrava, Ústí nad Orlicí 2022 – 2023. Dostupné z <https://geoportal.mzcr.cz/portal/sharing/rest/content/items/38fdd9bacef5440fa132307a3bdb1059/data>. [cit. 2025-07-18].
- [6] THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION. Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise. *Official Journal of the European Communities*. 2002. ISSN 0378-6978. (český ekvivalent Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/49/ES ze dne 25. června 2002 o hodnocení a řízení hluku ve venkovním prostředí)
- [7] *Zákon 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů*. (Ve znění pozdějších novelizací). Sbírka zákonů ČR. Dostupné z <https://www.e-sbirka.cz/rejstriky/vecny>. [cit. 2025-07-18]
- [8] Vyhláška 523/2006 Sb., kterou se stanoví mezní hodnoty hlukových ukazatelů, jejich výpočet, základní požadavky na obsah strategických hlukových map a akčních plánů a podmínky účasti veřejnosti na jejich přípravě (vyhláška o hlukovém mapování). *Sbírka zákonů ČR*, ročník 2006, částka 168. 2006. ISSN 1211-1244. Dostupné z <https://www.e-sbirka.cz/rejstriky/vecny>. [cit. 2025-07-18]
- [9] Vyhláška 315/2018 Sb. o strategickém hlukovém mapování. *Sbírka zákonů ČR*, ročník 2018, částka 155. 2018. ISSN 1211-1244. Dostupné z <https://www.e-sbirka.cz/rejstriky/vecny>. [cit. 2025-07-18]
- [10] Vyhláška 55/2022 Sb., kterou se mění vyhláška 315/2018 Sb. o strategickém hlukovém mapování. *Sbírka zákonů ČR*, ročník 2022, částka 155. 2022. ISSN 1211-1244. Dostupné z <https://www.e-sbirka.cz/rejstriky/vecny>. [cit. 2025-07-18]
- [11] Vyhláška 561/2006 Sb. o stanovení seznamu aglomerací pro účely hodnocení a snižování hluku. *Sbírka zákonů ČR*, ročník 2006, částka 182. 2006. ISSN 1211-1244. Dostupné z <https://www.e-sbirka.cz/rejstriky/vecny>. [cit. 2025-07-18]
- [12] STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚSTAV. *Zdravotní důsledky a rušivé účinky hluku: Odborná zpráva za rok 2023*. Online. Praha. SZÚ 2024, 2025. Dostupné z <https://szu.gov.cz/temata-zdravi-a-bezpecnosti/zivotni-prostredi/hluk/monitoring-hluku/>. [cit. 2025-07-18].
- [13] Evropská komise. Směrnice komise (EU) 2020/367 ze dne 4. března 2020, kterou se mění příloha III směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/49/ES, pokud jde o hodnocení škodlivých účinků hluku ve venkovním prostředí. *Úřední věstník Evropské unie*. 2020, roč. 63, č. L67, s. 132–136. ISSN 1977-0626.
- [14] STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚSTAV. *Autorizační návod k hodnocení zdravotního rizika expozice hluku AN 15/04 Verze 5*. Online. Praha. SZÚ 2020. Dostupné z <https://szu.gov.cz/sluzby/autorizace/program-autorizace/stranka-autorizace-v-hra/autor-navody-hra/>. [cit. 2025-07-18].
- [15] MINISTERSTVO ZDRAVOTNICTVÍ. Národní kardiovaskulární plán ČR 2030. *Souhrnná analytická studie. Epidemiologie vybraných kardiovaskulárních onemocnění*. Online.

NZIP.2024. Dostupné z <https://www.nzip.cz/data/nkis/nkis-pripadove-studie/nkis-pripadove-studie.pdf>. [cit. 2025-07-18].