Příloha k autorizačnímu návodu k hodnocení zdravotního rizika expozice hluku

Používané ukazatele a postupy výpočtů rizik

1 Seznam zkratek

AF	atributivní frakce
e	Eulerovo číslo, základ přirozených logaritmů
I	incidence
MKN	Mezinárodní klasifikace nemocí
ICHS	ischemická choroba srdeční
OR	odds ratio (poměr šancí)
PAF	populační atributivní frakce
R, AR	riziko, absolutní riziko
RR	relativní riziko
ÚZIS	Ústav zdravotnických informací a statistiky
%HA, %HSD	procento vysoce obtěžovaných, procento vysoce rušených ve spánku (percentage of highly annoyed, percentage of highly sleep-disturbed)
HA, HSD	vysoké obtěžování, vysoké rušení spánku

2 Používané ukazatele

2.1 Riziko

Riziko (R) je v epidemiologii definováno jako pravděpodobnost, se kterou dojde za definovaných podmínek v určitém časovém období k poškození zdraví, nemoci nebo smrti (viz pozn. 1). Kvantitativně se pohybuje od nuly (k poškození vůbec nedojde) do jedné (k poškození dojde ve všech případech) [4] [5]. Riziko lze vyjádřit vztahem:

$$R = \frac{N}{P} \qquad [5] \qquad \text{(vzorec 1)}$$

kde R riziko
N počet jedinců, u kterých došlo ve sledovaném časovém období k poškození zdraví
P celkový počet jedinců ve zkoumané části populace ve sledovaném období.

Pro lepší odlišení jednotlivých ukazatelů rizika se výše zmíněné riziko často označuje jako absolutní riziko (AR) - (viz poznámka 2). Tak je to i v Příloze III směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/49/ES [1][2] (dále jen Příloha III), která absolutní riziko definuje jako výskyt škodlivého účinku v populaci vystavené konkrétní hladině hluku ve venkovním prostředí. Povahu absolutního rizika má i riziko vysokého obtěžování a riziko vysokého rušení spánku uvedené v Příloze III.

2.2 Incidence

Incidence, též kumulativní incidence (I) označuje počet nových případů nemoci, které vzniknou v určitém časovém období v populaci jedinců, kteří jsou v riziku nemoci [5]. Jedním ze způsobů, jak incidenci kvantifikovat, je absolutní riziko [6] (viz též pozn. 3). Vzorec pro výpočet incidence pak odpovídá vzorci (1):

$$I = \frac{N}{P} \qquad \text{[3], [4]}$$

(vzorec 2)

kde I incidence,
N počet nových případů (onemocnění) ve sledovaném období,
P celkový počet osob, střední stav populace ve sledovaném období.

Incidence může být podle kontextu vyjadřována jako počet nových případů připadající na počet osob vstupujících do studie nebo na celou populaci (např. obyvatelstvo ČR). Zpravidla se vyjadřuje v přepočtu na 100 000 osob, 1 000 nebo 100 osob tak, aby výsledek byl srozumitelnější[3].

Vzorec (2) lze využít také ke zpětnému výpočtu počtu případů při známé incidenci:

$$N = I * P \qquad \text{(vzorec 3)}$$

Ischemická choroba srdeční (ICHS) je podle [1][2] definovaná pomocí kódů BA40 až BA6Z 11. revize Mezinárodní klasifikace nemocí (MKN-11) [10], která ale dosud nevstoupila v platnost. V podmínkách ČR lze použít u nás aktuální MKN-10 [8] s kódy pro ICHS I20 – I25, které výše uvedené definici v zásadě odpovídají.

Podle údajů získaných z ÚZIS incidence ischemických nemocí srdečních (diagnózy I20 – I25 vykázány na pozici hlavní diagnózy) v ČR v roce 2018 byla **98 780** na celou populaci ČR, což odpovídá **9,275** /1 000 osob a rok.

2.3 Relativní riziko

Relativní riziko (RR) obecně představuje poměr rizika u exponovaných a neexponovaných jedinců[5].

$$RR = \frac{I_e}{I_n} = \frac{R_e}{R_n} \qquad \text{[7] [4]} \qquad \text{(vzorec 4)}$$

kde RR relativní riziko
I_e (R_e) incidence (absolutní riziko) u exponovaných,
I_n (R_n) incidence (absolutní riziko) u neexponovaných.

Riziko ICHS ve vztahu k hluku se kvantitativně vyjadřuje jako relativní riziko [1][2] vztahující riziko v populaci exponované hluku k riziku v populaci hluku neexponované:

$$RR = \left(\frac{\begin{array}{c} pravděpodobnost\ výskytu\ škodlivého\ účinku \\ v\ populaci\ vystavené \\ konkrétní\ hladině\ hluku\ ve\ venkovním\ prostředí \end{array}}{\begin{array}{c} pravděpodobnost\ výskytu\ škodlivého\ účinku \\ v\ populaci\ \mathbf{ne}vystavené \\ hluku\ ve\ venkovním\ prostředí \end{array}} \right) \qquad [1] \quad \text{(vzorec 5)}$$

Relativní riziko lze odhadnout pomocí poměru šancí (odds ratio, OR), který je výstupem při statistickém zpracování některých typů epidemiologických studií a při použití některých statistických modelů (viz pozn. 3). Pokud je výskyt sledovaného jevu vzácný, potom je OR dobrým odhadem pro RR [7] . Ve studiích týkajících se ICHS z hluku se tento způsob odhadu běžně používá.
U hluku ze silniční dopravy bylo na základě meta-analýzy zjištěno, že relativní riziko vzniku ICHS je RR = 1,08 na vzestup hluku o 10 dB [9]. Kvalita důkazů je považována za vysokou. Způsob výpočtu RR vzniku ICHS pro konkrétní expozici hluku silniční dopravy je uveden v Příloze III směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/49/ES [1] [2]. Lze jej zapsat takto:

$$RR_{ICHS,silnice} = \begin{cases} e^{\left[\left(ln(1{,}08)/10\right)*(L_{dvn}-53)\right]}, & pokud\ L_{dvn} > 53\ dB \\ 1, & pokud\ L_{dvn} \leq 53\ dB. \end{cases}$$

(vzorec 6)

Pro L_{dvn} > 53 dB lze vzorec zjednodušit do podoby:

$$RR_{ICHS,silnice} = 1{,}00773^{(L_{dvn}-53)} \qquad \text{(vzorec 7)}$$

kde: e Eulerovo číslo, základ přirozených logaritmů e = 2,71828182…..
L_{dvn} hlukový ukazatel pro den-večer-noc, charakterizující příslušnou expozici nebo střed expozičního pásma.

Pro $L_{dvn} \leq 53$ je $RR_{ICHS,\ silnice}$ vždy rovno jedné.

2.4 Atributivní frakce

Atributivní frakce nebo také atributivní frakce mezi exponovanými (AF) je proporce případů, které lze přisoudit expozici a kterým by bylo možno za ideálních okolností zabránit, kdyby k expozici vůbec nedošlo [7]. Alternativně lze AF interpretovat jako podíl všech nových případů, které jsou důsledkem expozice danému faktoru trvající po určité období [5].

$$AF = \frac{I_e - I_n}{I_e} \qquad [5]\ [4]$$

(vzorec 8)

kde AF atributivní frakce,
I_e incidence u exponovaných,
I_n incidence u neexponovaných.

Atributivní frakci lze vyjádřit také pomocí relativního rizika (viz pozn. 4):

$$AF = \frac{RR-1}{RR} \qquad [5]\,[7] \qquad \text{(vzorec 9)}$$

kde AF atributivní frakce,
RR relativní riziko.

2.5 Populační atributivní frakce

Populační atributivní frakce (PAF) je atributivní frakce pro populaci, která se může skládat z exponovaných i neexponovaných osob (pozn. 5), popřípadě mohou být exponované osoby vystaveny rizikovému faktoru v různé míře. Jednotlivá expoziční pásma přispívají k celkové PAF v závislosti na proporci osob, které se v nich vyskytují [2]:

$$PAF = \left(\frac{\sum_j [p_j \cdot (RR_j - 1)]}{\sum_j [p_j \cdot (RR_j - 1)] + 1}\right) \qquad \text{(vzorec 10)}$$

kde: PAF populační atributivní frakce pro sledovaný rizikový faktor a daný účinek,
p_j podíl osob v expozičním pásmu j vzhledem k celému souboru,
RR_j relativní riziko pro dané expoziční pásmo.

V Příloze III [1] je PAF označována jako podíl přiřaditelný populaci.

V případě rizika ICHS z hluku silniční dopravy je podle [1],[2]:

PAF populační atributivní frakce pro hluk ze silniční dopravy a incidenci ICHS,
j pořadové číslo hlukového pásma o rozsahu max. 5 dB,
p_j podíl populace v hodnocené oblasti, která je vystavena hluku na úrovni pásma j, jež je spojováno s daným relativním rizikem RR_j,
RR_j RR vypočítané pomocí vzorce 6 (resp. 7) pro střední hodnotu každého hlukového pásma.

3 Postup výpočtu pro riziko vysokého obtěžování resp. vysokého rušení spánku

1) Pro danou expozici nebo střed expozičního pásma stanovíme riziko vysokého obtěžování AR_{HA}, resp. riziko vysokého rušení spánku hlukem AR_{HSD} podle vzorce pro výpočet AR uvedeného v Příloze III [1][2] pro příslušný zdroj hluku.
2) Alternativně můžeme použít také jiný aktuálně platný vztah dávka – účinek (viz Autorizační návod k hodnocení zdravotního rizika expozice hluku AN 15/04 verze 5, kapitola 5.2) a vypočítat procento vysoce obtěžovaných %HA, resp. procento vysoce rušených ve spánku %HSD pro danou expozici a zdroj hluku. AR potom vypočteme podle vzorce:

$$AR_{HA} = \frac{\%HA}{100} \qquad \text{resp.} \qquad AR_{HSD} = \frac{\%HSD}{100} \qquad \text{(vzorec 11)}$$

Výpočty AR podle bodu 1) resp. 2) je možné provést, pouze pokud posuzovaná expozice hluku leží uvnitř intervalu platnosti daného vztahu. (Podrobněji viz Autorizační návod k hodnocení zdravotního rizika expozice hluku AN 15/04 verze 5, kapitola 5.2)

3) Stanovíme počet osob vysoce obtěžovaných, resp. vysoce rušených ve spánku (N_j) pro každé jednotlivé expoziční pásmo *j* (viz též [1][2]) podle vzorce:

$$N_j = n_j * AR_j \quad \text{(vzorec 12)}$$

kde n_j počet osob, které jsou vystaveny hluku v expozičním pásmu *j*,
AR_j absolutní riziko pro příslušné expoziční pásmo *j*.

4) Počty osob pro jednotlivá expoziční pásma sečteme a tím získáme celkový počet obtěžovaných resp. rušených osob *N*.

$$N = \sum_j N_j \quad \text{(vzorec 13)}$$

Výpočet je třeba provádět odděleně pro jednotlivé zdroje hluku. Hodnotit kombinované působení hluku z různých zdrojů není aktuálně možné vzhledem k nedostatku důkazů o tomto působení.

4 Postup výpočtu pro riziko ICHS z hluku automobilové dopravy

1) Stanovíme velikost expozičních pásem a pro každé expoziční pásmo j stanovíme jeho střední hodnotu (Tabulka 1, sloupec B). Podle [1][2] je možné volit velikost hlukového pásma maximálně do 5 dB.
2) Stanovíme počet osob exponovaných hluku v každém expozičním pásmu (Tabulka 1, sloupec C) a podíl tohoto počtu osob k všem osobám v lokalitě – p_j (Tabulka 1, sloupec D).
3) Vypočítáme RR_j pro střední hodnotu každého expozičního pásma hluku podle vzorce 6 resp. 7 (Tabulka 1, sloupec E).
4) Vypočítáme $p_j * (RR_j - 1)$ pro každé expoziční pásmo (Tabulka 1, sloupec G) a výsledky sečteme (Tabulka1, buňka G5).
5) PAF vypočítáme tím, že výsledek v buňce G5 vydělíme (G5+1) podle vzorce 10.
6) Absolutní počet případů ICHS odhadovaný jako následek hluku ze silniční dopravy vypočítáme podle vzorce:

$$N = PAF * I * P \quad [1][2] \quad \text{(vzorec 11)}$$

kde *N* počet odhadovaných případů ICHS (za období, za které je udávána incidence, typicky za rok),
PAF populační atributivní frakce,
I incidence ICHS, kterou lze získat ze statistik o zdraví (viz kapitola 2.3.); incidenci je třeba dosadit ve formě desetinného čísla (např. počet případů v ČR dělit počtem obyvatel ČR nebo incidenci udávanou na 1 000 dělit 1 000),
P celkový počet obyvatel v hodnocené oblasti.

7) Pokud je odhadovaný počet případů menší než jeden za rok, je výstižnější vyjádřit ho jako odhadovaný počet případů za více let (např. 2 případy za 10 let).

Tabulka 1: Modelový příklad dosazení do vzorce pro výpočet PAF:

	A	B	C	D	E	F	G
	Expoziční pásmo j L_{dvn} [dB]	Střed exp. pásma L_{dvn} [dB]	počet osob v expozičním pásmu	podíl osob v expozičním pásmu p_j	RR pro dané expoziční pásmo RR_j	RR_j-1	$p_j * (RR_j-1)$
1	50 - 54,9	52,5	50	0,5	1	0	0
2	55 - 59,9	57,5	30	0,3	1,035	0,035	0,011
3	60 - 64,9	62,5	15	0,15	1,076	0,076	0,011
4	65 - 69,9	67,5	5	0,05	1,118	0,118	0,006
5		∑ =	100			∑ =	0,028

PAF = G5 / (G5+1) = 0,027

Pozn. 1: Při hodnocení zdravotních rizik je slovo riziko používáno i v obecnějším významu.

Pozn. 2: Zkratka AR může být v jiných literárních pramenech používána také pro atributivní riziko (rozdíl mezi rizikem škodlivého účinku způsobeného expozicí a rizikem tohoto účinku bez expozice), [5]. V případě obtěžování, resp. rušení spánku hlukem je absolutní riziko totožné s atributivním rizikem, protože bez expozice hluku je riziko ze své podstaty nulové.

Pozn. 3: Obecně je riziko vyjadřováno jako výskyt daného jevu vztažený ke všem pozorováním, zatímco odds (šance) je výskyt daného jevu vztažený k pozorováním, u nichž se jev nevyskytl. Počet nemocných je tudíž v případě rizika vztažen k počtu všech osob (zdravých + nemocných) a v případě odds jen k počtu zdravých. Míru výskytu jevu (incidenci) lze vyjadřovat jako riziko i jako odds, což může být zdrojem nedorozumění.

Dalším zdrojem nedorozumění je používání termínů riziko a šance také v obecném jazyce, kde se jako „riziko“ obvykle označuje pravděpodobnost nějakého nežádoucího jevu, např. nehody, zatímco „šance“ jako pravděpodobnost žádoucího jevu např. výhry. V odborném významu ale nezáleží na kladném nebo záporném hodnocení popisovaného jevu, rozdíl mezi rizikem a šancí je v základu, ke kterému se počet případů vztahuje.

Pozn. 4: Odvození je možné ze vzorce $AF = \frac{I_e - I_n}{I_e}$ dosazením $\frac{I_n}{I_e} = \frac{1}{RR}$:

$$AF = \frac{I_e - I_n}{I_e} = \frac{I_e}{I_e} - \frac{I_n}{I_e} = 1 - \frac{1}{RR} = \frac{RR}{RR} - \frac{1}{RR} = \frac{RR-1}{RR}$$

Pozn. 5: V případě jediného expozičního pásma, tedy pokud se v populaci vyskytují pouze exponovaní a neexponovaní jedinci, je PAF vyjádřená vzorcem:

$$PAF = \frac{p\,(RR-1)}{p\,(RR-1)+1} \qquad [5]\ [4]$$

kde p podíl exponovaných osob vzhledem k celému souboru.

Literatura:

[1] Evropská komise. **Směrnice komise (EU) 2020/367, kterou se mění příloha III směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/49/ES, pokud jde o hodnocení škodlivých účinků hluku ve venkovním prostředí.** Evropská komise, Generální ředitelství pro životní prostředí. 2020. https://op.europa.eu/cs/publication-detail/-/publication/14caf5ee-5ead-11ea-b735-01aa75ed71a1

[2] European Commission. **Commission directive (EU) 2020/367 amending Annex III to Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council as regards the establishment of assessment methods for harmful effects of environmental noise.** European Commission. 2020. https://op.europa.eu/cs/publication-detail/-/publication/14caf5ee-5ead-11ea-b735-01aa75ed71a1/language-en/format-PDFA2A

[3] Göpfertová D. a kol. **Epidemiologie, průvodce epidemiologickou metodou.** Praha: Triton. 1999. ISBN 80-7254-037-8

[4] Kleinbaum D.G., Sullivan K.M., Baker N.D. **A Pocket Guide to Epidemiology.** Springer. 2007. ISBN-10: 0-387-45964-2

[5] Provazník K., Cikrt M., Komárek L. a kol. **Manuál prevence v lékařské praxi, Základy hodnocení zdravotních rizik.** Praha: SZÚ. 2000. ISBN 80-7071-161-2

[6] dos Santos Silva, I. **Cancer Epidemiology: Principles and Methods.** Lyon: International Agency for Research on Cancer, 1999. ISBN 92-832-0405-0

[7] Šejda J., Šmerhovský Z., Göpfertová D. **Výkladový slovník epidemiologické terminologie.** Grada Publishing a.s. 2005. ISBN 80-247-1068-4

[8] Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR. **MKN-10: Mezinárodní klasifikace nemocí a přidružených zdravotních problémů: desátá revize.** UZIS 2020. https://www.uzis.cz/index.php?pg=registry-sber-dat--klasifikace--mezinarodni-klasifikace-nemoci#publikace

[9] World Health Organization. **Environmental Noise Guidelines for the European Region.** Copenhagen. WHO Regional Office for Europe. 2018. http://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/environmental-noise-guidelines-for-the-european-region-2018

[10] World Health Organization. **International Classification of Diseases for Mortality and Morbidity Statistics, Eleventh Revision.** WHO 2018. **https://www.who.int/classifications/icd/en/**