Zdravotní a psychosociální účinky hluku – současné poznatky a jejich využití v procesu hodnocení zdravotních rizik
II. část

MUDr. Zdeňka Vandasová
Státní zdravotní ústav Praha

Hodnocení zdravotních rizik (HRA)

- Historie

Snahy rozpoznání rizik z prostředí člověka a hledání vhodných opatření jsou velice staré (starověk – zákaz konzumace masa některých zvířat, 17. století – nemoci z povolání)

U.S. EPA (United States Environmental Protection Agency)

70 léta 20 století – základ HRA jako odborné disciplíny, jednotná metodika

Hodnocení zdravotních rizik

- Základní pojmy
  - **Nebezpečnost (hazard):** Vlastnost látky nebo fyzikálního faktoru působit nepříznivě na zdraví člověka. Projeví se jen je-li člověk látce nebo faktoru vystaven
  - **Riziko (risk):** Pravděpodobnost, se kterou dojde k projevu nepříznivého účinku za definovaných podmínek.
  - **Hodnocení zdravotních rizik (HRA):** Postup, který pomocí syntézy všech dostupných údajů podle současného vědeckého poznání odhadne, vyhodnotí a charakterizuje riziko včetně uvedení nejistot a omezení. Následuje komunikace rizika (seznámení veřejnosti) a řízení rizika (kroky k jeho kontrole nebo omezení).
  - **Hodnocení vlivů na zdraví (HIA) a na prostředí (EIA)** – obdobné ale šířeji pojaté procesy vyhodnocení dopadů rozsáhlejších projektů a politik. Jejich součástí je i hodnocení zdravotních rizik.

Součásti HRA – základní kroky

- **Identifikace nebezpečnosti** je identifikace faktorů, které mají být hodnoceny se zaměřením na nebezpečnost pro člověka. Popis možných nepříznivých účinků na lidské zdraví
- **Charakterizace nebezpečnosti:** Stanovení vztahů mezi úrovní expozice a mírou rizika
- **Hodnocení expozice**: Vyjádření intenzity a charakteru působícího faktoru (hluku), velikost exponované populace a další okolnosti a vlivy, které modifikují působení hluku. Týká se konkrétního posuzovaného případu.
- **Charakterizace rizika**: Vyjádření míry zdravotního rizika exponované populace, ke kterému hodnotitel dospěje integrací poznatků o nebezpečnosti působícího faktoru a odhadu konkrétní expoziční úrovně.
- **Nejistoty:** Vyjádření nejistot a omezení daného procesu

Identifikace nebezpečnosti

Identifikace a popis možných nepříznivých účinků hluku na lidské zdraví na základě současného stavu poznání.

Kritéria výběru vhodných podkladů:

Časový faktor: Upřednostnění nových poznatků

Hierarchie důkazů:

- Obecně uznávaná doporučení (guidelines)
- Systematické studie a metaanalýzy
- Jednotlivé studie (vlastní hierarchie podle typu – terénní, experimentální, na zvířatech, longitudinální, průřezové)
- Kazuistiky, jednotlivá pozorování

Princip předběžné opatrnosti: "I když není jisté, zda hrozící nevratné nebo závažné poškození skutečně nastane, není to důvod pro odklad opatření, jež mu mají zabránit.„

Kauzální vztah

Asociace: statistická závislost mezi dvěma proměnnými v epidemiologické studii (výsledek statistických testů)

Kauzální vztah: vztah příčiny a následku

Náhoda (chance): k posouzení slouží statistická významnost (p) a interval spolehlivosti (95 % CI)

Systematická chyba (bias): chyba při výběru osob do studie a získávání informací vyšetřujícím a vyšetřovaným

Třetí činitel (counfounder): činitel působící jak na expozici, tak na následek. Vede k asociaci tam, kde vztah není nebo i naopak.

Kritéria kauzality (Hillova kritéria): Síla asociace, konzistence, časová posloupnost příčiny a následku, vztah dávky a účinku (biologický gradient) biologická přijatelnost (plausabilita) a koherence

další kritéria jsou sporná nebo již opuštěná – specifita účinku, experimentální důkaz, analogie

Charakterizace nebezpečnosti

Stanovení vztahů mezi úrovní expozice a mírou rizika na základě dostupných literárních pramenů. Vztahy jsou stanoveny:

- **kvalitativně - prahové hodnoty** pro jednotlivé účinky hluku

  Úroveň expozice, od které se daný účinek začíná objevovat nebo začíná stoupat nad obvyklý výskyt v populaci. Po jejím překročení není vyloučena možnost výskytu účinku při dlouhodobé expozici u příslušníků většinové populace s průměrnou citlivostí. Slouží pro orientační posouzení rizika.

- **kvantitativně - vztahy dávka – účinek**

Tento vztah umožňuje výpočet pravděpodobnosti výskytu účinku a následně odhad počtu osob, které jím budou trpět.

Hodnocení expozice

- **Hodnocení expozice je** nejsložitější krok. Je třeba zhodnotit:
  - intenzita působícího faktoru (hluku), typ zdroje, modifikující vlivy
  - velikost exponované populace
  - současná expozice, expozice po realizaci záměru popř. bez a s protihlukovými opatřeními a rozdíly mezi variantami

Je třeba vycházet pouze z kvalitních podkladů, které obsahují informace dostatečné pro vypracování hodnocení:

- ukazatele pro které jsou k dispozici prahové hodnoty a vztahy dávka – účinek
- u existujících zdrojů hluku kombinace měření a akustické studie (kalibrace výpočtového modelu).
- v případě predikce budoucí hlukové zátěže akustická studie spolu se zhodnocením stávající situace

Charakterizace rizika

- **integrace** poznatků z předchozích kroků
- **kvalitativní hodnocení:** stanovení počtu osob, u kterých expozice překročí prahové hodnoty pro daný účinek. Provádí se vždy.
- **kvantitativní hodnocení:** výpočet rizika podle vztahu dávka-účinek. Jen při dostatečném počtu zasažených osob.
- Pokud je posuzované území i za stávajícího stavu zasaženo hlukem: stávající rizika, rizika vyvolaná záměrem a **zhodnocení závažnosti navýšení.**

Výstupy z kvantitativního hodnocení

- **Rušení spánku:**

  Výstup ze vztahu dávka – účinek: % SD nebo %HSD

  Přepočet vzhledem k počtu exponovaných

  = počet osob rušených nebo těžce rušených ve spánku

- **Obtěžování:** dtto počet obtěžovaných nebo těžce obtěžovaných

  Pomocný ukazatel, nejde o účinek na zdraví

- **Hypertenze:** Vztahy existují pro letecký hluk (GPG 2010)

  pro silniční dopravu (Kempen Babish 2012)

- **Infarkt myokardu:** Vztah existuje pro silniční dopravu (GPG 2010, Babish 2014)

Výstupy z kvantitativního hodnocení

- **Hypertenze + infarkt myokardu:** vztah dávka – účinek je pro OR nebo RR (obdobné, pokud je sledovaný jev vzácný)

  - **Atributivní frakce mezi exponovanými:** podíl případů způsobených hlukem ze všech případů daného onemocnění za rok při dané expoziční úrovni

$$AF = (RR-1) / RR$$

  - **Populační atributivní frakce:** dtto pro více expozičních úrovní v populaci

$$PAF = \{ \Sigma (P_i * RR_i) - 1) \} / \Sigma (P_i * RR_i)$$

  - **Atributivní počet:** Počet případů daného onemocnění vyvolaných hlukem za rok – na 100 000 nebo na počet exponovaných

$$AN = Incidence * AF$$

Příklady výpočtů (podle GPG 2010)

Podle vztahu GPG 2010, infarkt myokardu, silniční doprava

Incidence AIM k roku 2012: 271 na 100 000 (Autorizační návod HRA z hluku)

Expoziční interval [L_{Aeq16}]	Střed intervalu [L_{Aeq16}]	OR (RR)	AF	AN [na 100 000]	Procento exponovaných	P_i	$P_i * RR_i$
≤ 60	50,0	1,000	0,00	0,00	69,1	0,691	0,69
60 - 65	62,5	1,031	0,03	8,22	15,3	0,153	0,16
65 - 70	67,5	1,099	0,09	24,48	9,0	0,09	0,10
70 - 75	72,5	1,211	0,17	47,25	5,1	0,051	0,06
>75	77,5	1,372	0,27	73,53	1,5	0,015	0,02
						Suma:	1,03

AF = (RR-1) / RR

PAF = { Σ (P_i * RR_i) - 1) } / Σ (P_i * RR_i) = 0,03 / 1,03 = 0,029 (2,9 %)

AN = Incidence * AF = 271 * 0,029 = 7,89 (na 100 000)

Nejistoty

Hodnocení zdravotních rizik je zatíženo řadou nejistot. Jejich zhodnocení je součástí hodnocení zdravotních rizik.

- nejistoty vznikající při zjišťování vstupních dat
- nejistoty dané použitými výpočetními modely při zjišťování hlukové zátěže modelováním
- nejistoty způsobené použitím vztahů dávka-účinek vycházejících ze zahraničních studií
- individuálními rozdíly v citlivosti na hluk (zvláště v případě malého počtu zasažených osob)

Vztah HRA a hygienických limitů

- **Hygienický limit:** Limitní hodnoty jsou politickým normativním aktem, který je výsledkem komplexních úvah o společenských výnosech, rizicích a nákladech. Rozhodování o limitu jen zčásti vychází z vědeckých podkladů, ale bere v úvahu i ekonomická omezení a sladění konkurujících si zájmů ve společnosti. (zdroj www.nrl.cz)

  Hygienický limit je kompromis mezi snahou eliminovat účinky na zdraví a mezi možnostmi (technickými i ekonomickými).
- **HRA:** Odborný postup založený na současných vědeckých poznatcích o vlivech na zdraví. Informace o aktuální stavu legislativy včetně hygienických limitů může být doplňující informací (společenská tolerance vůči hluku), ale nemůže být podkladem pro závěry HRA. V současnosti neexistuje jednoznačné stanovení **hranice přijatelnosti (akceptovatelnosti) rizika v rámci postupů HRA.**

  Výstupem HRA by mělo být především srovnání rizik různých variant navrhovaných záměrů.

Současné problémy hodnocení rizik hluku

- **Není stanovená hranice přijatelnosti rizika**
- **Není jednoznačný postup k posouzení současného působení hluku z více zdrojů** - kombinovaný hluk

(stanovisko WHO k těmto otázkám se připravuje)

Literatura

- BABISCH W. ***Transportation noise and cardiovascular risk: Updated Review and synthesis of epidemiological studies indicate that the evidence has increased.*** Noise Health 2006; 8:1-29.
- BABISH W. ***Road traffic noise and cardiovascular risk***. Noise & Health. 2008. Volume 10, Issue 38, Pages 27-33.
- BABISH W., HOUTHUIJS D., PERSHAGEN G. et al. ***Annoyance due to aircraft noise has increased over the years – Results of the HYENA study***. Environment International. 2009. Number 35, Pages 1169-1176. http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412009001615
- BABISH W. ***Updated exposure-response relationship between road traffic noise and coronary heart diseases: A meta-analysis***. Noise & Health. 2014. Volume 16, Issue 68, Pages 1-9.
- BASNER M., MULLER U., GRIEFAHN B. ***Practical guidance for risk assessment of traffic noise effect on sleep***. Applied Acoustics. 2010. Issue 71, Pages 518-522.
- Berg F. V. D., Pedersen E. et all. ***Wind farm aural and visual impact in the Netherlands.*** Acoustics 08 Paris. 2008. Pages 5029 - 5034
- Cohrsen J.J., Covello V.T. ***Risk Analysis: a Guide to Principles and Methods for Analyzing Health and Environmental Risks.*** Unites States Council on Environmental Quality. 1989
- Daniel E. ***Noise and Hearing Loss: A review.*** Journal of School Health. 2007. Volume 77, Issue 5, Pages 225 - 231.

Literatura

- Delta Acoustics and Electronics. ***The "Genlyd" Noise Annoyance Model. Dose-Response Relationships Modelled by Logistic Functions***. [online]. 2007. http://www.madebydelta.com/imported/images/DELTA_Web/documents/TC/acoustics/av110207-TheGenlydAnnoyanceModel.pdf
- Dzhambov A. M. ***Long-term noise exposure and the risk for type 2 diabetes: A meta-analysis.*** Noise & Health. 2015. Volume 17, Issue 74, Pages 23-33.
- Dzhambov A. M., Dimitrova D. ***Exposure-response relationship between traffic noise and the risk of stroke: a systematic review with meta-analysis.*** Arh Hig Rada Toksikol. 2016. Volume 2, Issue 67, Pages 136-151.
- European Commission Working Group on Dose-Effect Relations. ***Position paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance.*** Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. 2002. ISBN 92-894-3894-0
- European Commission Working Group on Health and Socio-Economic Aspects. ***Position Paper on Dose-Effects Relationships for Night Time Noise***. [online]. 2004. http://ec.europa.eu/environment/noise/pdf/positionpaper.pdf
- European environment Agency. ***Good practice guide on noise exposure and potential health effects***. Luxemburg. Office for Official Publications of the European Union. 2010. ISBN 978-92-9213-140-1 http://www.eea.europa.eu/publications/good-practice-guide-on-noise
- Havránek J. a kol. ***Hluk a zdraví.*** Praha. Avicenum. 1990. ISBN 80 201 0020 2.

Literatura

- Christensen J.S., Raaschou-Nielsen O. et all. ***Road Traffic and Railway Noise Exposures and Adiposity in Adults: A Cross-Sectional Analysis of the Danish Diet, Cancer and Health Cohort.*** Environmental Health Perspectives. 2016. Volume 124, Pages 329-335.
- Jarup L.,Babisch W.,Houthuijs D. et all. ***Hypertension and Exposure to Noise Near Airports: the HYENA Study.*** Environmental Health Perspectives. 2008. Volume 116, Number 3, Pages 329-333. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2265027/?tool=pubmed
- van Kempen E., Babisch W. ***The quantitative relationship between road traffic noise and hypertension: a meta-analysis.*** Journal of Hypertension. 2012. Volume 30, Issue 6, Pages 1075-1086.
- Miedema H.M.E., Vos H. ***Noise annoyance from stationary sources: Relationships with exposure metric day–evening-night (DENL) and their confidence intervals***. J. Acoustical Society of America. 2004. Volume 116, Issue 1, Pages 334-343.
- Ministerstvo zdravotnictví ČR. ***Metodický návod pro hodnocení hluku v chráněném venkovním prostoru staveb***. [online]. Praha. MZČR. 2010. http://www.nrl.cz/index.php?cat=4
- Ministerstvo zdravotnictví ČR. ***Metodický návod pro měření a hodnocení hluku v mimopracovním prostředí*** [online]. Praha. MZČR. 2001. http://www.nrl.cz/index.php?cat=4

Literatura

- Ministerstvo zdravotnictví ČR. ***Metodický návod pro měření a hodnocení hluku z leteckého provozu*** [online]. Praha. MZČR. 2007. http://www.nrl.cz/index.php?cat=4
- Niemann H. Bonnefoy X. et all ***Noise-induced annoyance and morbidity results from the pan-European LARES study.*** Noise & Health. 2006. Volume 8, Issue 31, Pages 63-79.
- Orban E., McDonald K. et all. ***Residential Road Traffic Noise and High Depressive Symptoms after Five Years of Follow-up: Results from the Heinz Nixdorf Recall Study.*** Environmental Health Perspectives. 2016. Volume 124, Number 5, Pages 578 – 585.
- Pedersen E. ***Human response to wind turbine noise*** – Perception, annoyance and moderating factors. Goteborg. 2007. ISBN 978-91-628-7149-9
- Provazník K., Cikrt M., Komárek L. ***Manuál prevence v lékařské praxi, VIII. Základy hodnocení zdravotních rizik.*** Státní zdravotní ústav Praha. 2000. ISBN 80-7071-161-2
- Stansveld S.A., Berglund B. Lopez-Barrio I. et al. ***Aircraft and road traffic noise and childrens cognition and health: a cross-national study.*** Lancet. 2005. Volume 365, Number June 4, Pages 1942 – 1949. http://www.teamsofangels.org/publication/medical_journal_articles/Noise.pdf
- Vandasová Z., Havel B., Kazmarová H., Potužníková D. Autorizační návod k hodnocení zdravotního rizika expozice hluku. Státní zdravotní ústav Praha. 2012. http://www.szu.cz/uploads/documents/ska/autorizace/AN_15_04_verze3.pdf

Literatura

- World Health Organization. ***Burden of disease from environmental noise. Quantification of healthy life years lost in Europe***. Bonn. WHO European Centre for Environment and Health, WHO Regional Office for Europe. 2011. ISBN 978 92 890 0229 5. http://www.euro.who.int/en/what-we-publish/abstracts/burden-of-disease-from-environmental-noise.-quantification-of-healthy-life-years-lost-in-europe
- World Health Organization. ***Guidelines for Community Noise.*** [online]. (Berglund,B., Lindvall,T., Schwella,D., et al.). Geneva. WHO. 1999. http://www.who.int/docstore/peh/noise/guidelines2.html
- World Health Organization. ***Night Noise Guidelines for Europe (NNGL).*** [online]. Coppengagen. WHO, Regional Office for Europe. 2009. http://www.euro.who.int/data/assets/pdf_file/0017/43316/E92845.pdf