

Úvod do hodnocení zdravotních rizik.
Expozice, její vyjadřování a hodnocení,
biologické expoziční testy.
Vnitřní prostředí a zdraví, specifika
pobytu osob v zařízeních zdravotních a
sociálních služeb

Mgr. Aleš Peřina, Ph. D.

Hodnocení zdravotních rizik

Ze zákona č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví

- Hodnocení zdravotních rizik: posouzení míry zátěže populace nepříznivým faktorům životního a pracovního prostředí (a způsobu života)
- Hodnocení zdravotních rizik je proces vyžadující kvalitativní a kvantitativní hodnocení míry zátěže.
- Významné zdravotní riziko překračuje obecně přijatelnou míru zátěže obyvatelstva nebo jeho skupin

Obecně přijatelná míra zátěže

- Nepřesahuje obvyklé koncentrace nebo dávky
 - Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí
 - SZÚ kontinuálně od r. 1994 na základě Usnesení vlády č. 369/1991
 - Subsystem I.: ovzduší
 - Subsystem II.: voda (pitná, rekreační)
 - Subsystem III.: hluk
 - Subsystem IV.: dietární expozice
 - Subsystem V.: biologický monitoring
 - Subsystem IV.: zdravotní stav
 - Subsystem VII: pracovní podmínky
 - Informační systém infekčních nemocí (ISIN, dříve EpiDAT)
- Koreluje s odborným, společenským i politickým konsenzem.
- Obecně přijatelná míra zátěže = přijatelné zdravotní riziko
 - Zdravotní riziko = data + emoce

Přijatelná míra zátěže z ovzduší

Suspendované částice

- Srdečně-cévní nemoci, metabolická onemocnění (dyslipidemie, diabetes mellitus II. typu) a respirační onemocnění vlivem iniciace zánětlivé reakce
Odhad nárůstu úmrtnosti o 1,2 % [0 % až 7,9 %] (horní mez pro průmyslem zatížené lokality)

Benzo(a)pyren

- Atributivní incidence ZN: 0,3 až 80/100 tis. obyvatel (odhad)
Celková roční incidence ZN v ČR: kolem 500/100 tis. obyvatel

Přijatelná míra zátěže z vody

Vodovody zásobující více než 5000 obyvatel

- 0,15 % překročení NMH
- 0,50 % překročení MH

Vodovody zásobující 5000 obyvatel a méně

- 0,30 % překročení NMH
- 1,80 % překročení MH

Sumární odhad karcinogenního rizika:

6 případů/10 mil. obyvatel (=0,06/100 tis., ČR 500/100 tis.)

Vysvětlivky:

- NMH – nejvyšší mezní hodnota, překročení ukazatele vyloučuje vodu z použití jako vody pitné
- MH – mezní hodnota, signální význam o zhoršující se kvalitě pitné vody

Přijatelná míra hlukové zátěže

Hlukem je zvuk, který působí škodlivě, rušivě nebo nepříjemně.

Dotazníkové šetření na obtěžování
hlukem

Výsledky

- 60 % respondentů považuje bydliště za hlučné
- 50 % respondentů uvádí rušení při odpočinku a relaxaci během dne
- 32 % respondentů neznamenal žádné změny v hlučnosti
- 8 % respondentů hlásí snížení hlučnosti

Přijatelná míra zátěže z dietární expozice

Total Diet Study (TDS)

- simulace spotřebitelského chování
Stanovení látek nutriční povahy

HYGIMON

- Mikroskopické houby a toxinogenní plísně
Výskyt geneticky modifikovaných organismů
Napojení na regulativní systém rychlého varování pro potraviny a krmiva (RASFF)
Monitoring cizorodých látek

Anorganické látky: kovy

- Organické látky: perzistentní organické polutanty (kongemery PCB a DDT)
- Zátěž věkové skupiny 4-6 r.

Přijatelná míra zátěže z pracovních podmínek

Evidence rizikových prací

- Co je riziková práce? Taková práce, při níž hrozí vznik nemoci z povolání. Obvykle dochází k překročení hodnot biologických expozičních testů
- Cca 2,8 mil. Osob pracujících v riziku (tj. cca 53 % ekonomicky aktivních osob)

Žebříček krajů podle zátěže pracemi v riziku:

- 1. Moravskoslezský
- 2. Středočeský
- 3. Jihomoravský

- 12. Pardubický
- 13. Liberecký
- 14. Karlovarský

Kdo smí provádět hodnocení zdravotních rizik?

- Hodnocení zdravotních rizik je základním myšlenkovým rámcem při prakticky všech činnostech týkajících se hygieny a epidemiologie
- Pro účely správního orgánu hodnocení zdravotních rizik smí provádět pouze držitel **autorizace**, tj.:
 - Osoba bezúhonná
 - Úmyslné nebo nedbalostní trestné činy související s posuzováním vlivu životního a pracovního prostředí na zdraví
 - Osoba odborně způsobilá
 - Vysokoškolské vzdělání v oblasti lékařství nebo přírodních věd
 - Úspěšné ukončení kurzu v hodnocení zdravotních rizik (garance MZ ČR)
 - Praxe v ochraně zdraví a životního prostředí nejméně 5 let
 - Osoba starší 23 let
 - Osoba, která úspěšně složila zkoušku odborné způsobilosti před komisí jmenovanou MZ ČR
 - Osoba, která učinila prohlášení o neexistenci finančních nebo jiných zájmů

Držitelé autorizací pro úřední proces hodnocení zdravotních rizik

Název autorizačního setu	Počet držitelů autorizace (duben 2023)
I. Hodnocení zdravotních rizik expozice hluku	6
II. Hodnocení zdravotních rizik expozice neionizujícímu záření	1
III. Hodnocení zdravotních rizik expozice chemickým látkám v prostředí	10
IV. Hodnocení zdravotních rizik expozice biologickým agens v prostředí	1
V. Hodnocení zdravotních rizik expozice chemickým látkám v potravinách a pokrmech	3
VI. Hodnocení zdravotních rizik expozice biologickým agens v potravinách a pokrmech	2

Kdy je vyhodnocení zdravotního rizika vyžadováno?

- Při tvorbě legislativních limitů
- Při žádosti o výjimku z požadavků z hygienických požadavky na vodu a při žádosti o výjimku z hygienických limitů pro expozici hluku
- Při zařazování prací do kategorií pracovních rizik
- Při posuzování vlivů záměrů stanoven podle zákona č. 100/2001 Sb.
- Když hygienický limit není stanoven a existuje podezření na nepříznivé ovlivnění veřejného zdraví.
- Když to stanoví orgán ochrany veřejného zdraví

Hodnocení zdravotních rizik jako součást systému ovládnání rizik



Čtyři společné kroky při hodnocení zdravotních rizik

1. Identifikace nebezpečí
 - může agens (též činitel, aktivní původce) poškodit zdraví?
2. Vztah dávka – účinek
 - jaký je numerický vztah mezi velikostí expozice a následkem na zdraví
3. Hodnocení expozice
 - jak významný je kontakt jedince/populace s agens
4. Charakterizace rizika
 - Jaký je předpoklad nepříznivého účinku agens na zdraví?
5. *Odhad nejistot*

Strategie při hodnocení zdravotních rizik

Iritační nebo toxické účinky, tj. nekarzinogenní

- Existuje vždy bezpečná prahová (*threshold*) dávka
 - RfD, RfConc., ADI, TDI, hygienický limit
- Odhadneme velikost expozice
- Riziko nesmí překročit referenční expozici

Mutagenní, teratogenní, karcinogenní

- Má vždy přednost
- Je známa pouze pravděpodobnost poškození zdraví (*non-threshold* koncept)
 - Slope factor (SF dle U. S. EPA)
 - Unit Cancer Risk (UCR dle WHO)
- Vypočtené riziko nesmí (nemělo by) přesáhnout obecně přijatelnou míru zátěže obyvatelstva zhoubnými novotvary

Využitelné zdroje při hodnocení zdr. rizik

- Nejvíce dostupných informací o chemických látkách
 - IRIS (Integrated Risk Information System) dle U. S. EPA
 - <https://www.epa.gov/iris>
 - IPCS (International Programme on Chemical Safety) dle WHO
 - <https://www.who.int/health-topics/chemical-safety>
- Monografie IARC/WHO
 - Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny, Lyon, Francie
 - 4 klasifikační třídy karcinogenů (1. kat., 2A kat., 2B kat., 3. kat.)
- Guidelines WHO
 - Air Quality Guidelines
 - Guidelines for Drinking Water Quality
 - Antimicrobial Resistance Survey
 - Aj.
- Jednotlivé studie
 - Kvalita studií
 - Relevance, velikost souboru, interpolace (interindividuální, mezidruhová)
 - Bias v datech i publikacích
- Umělá inteligence?

The image shows a composite of three web pages related to chemical safety and risk assessment. The top right page is the 'Integrated Risk Information System' (IRIS) homepage, featuring a navigation menu with 'Basic Information', 'IRIS Assessments', and 'Staying Connected'. The middle page is a WHO 'Chemical safety' overview page with a navigation bar and a list of resources like 'Fact sheets', 'Questions and answers', and 'Databases and tools'. The bottom left page is the cover of the 'WHO global air quality guidelines' (Fourth Edition), and the bottom right page is the cover of 'Guidelines for Drinking-water Quality' (Fourth Edition). A small graphic on the right shows 'Antimicrobial resistance surveillance in Europe' with logos for EC/OC and WHO/Euro Region.

Výsledky práce umělé inteligence (GPT Chatbot, verze March23)

Český dotaz: zdravotní rizika u zdravotníků

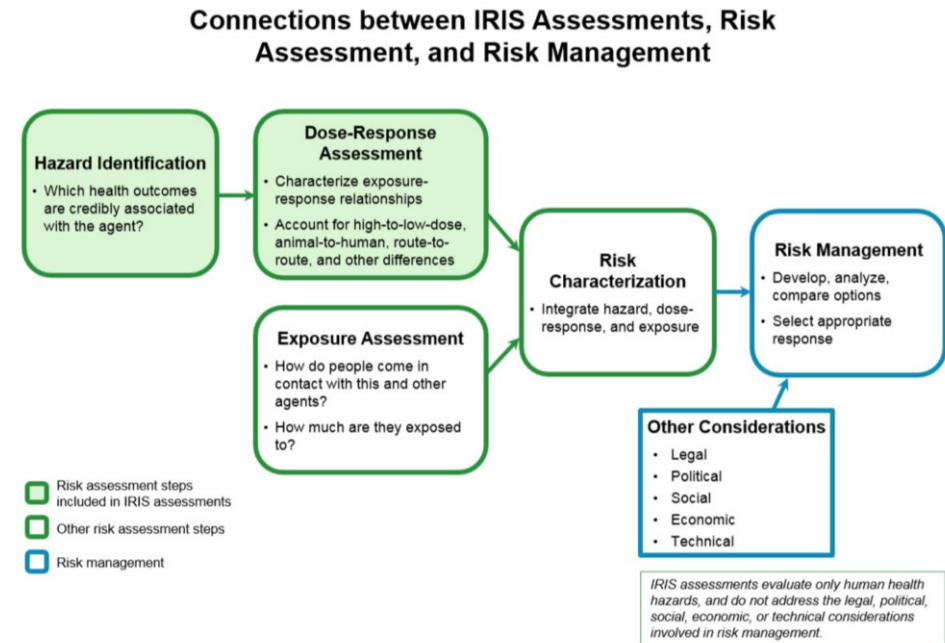
1. Infekční choroby
2. Chemická rizika (cytostatika, dezinfekční prostředky aj.)
3. Rizika spojená s fyzickou prací (přenášení břemen)
4. Rizika spojená s psychickým zdravím (stres, úzkosti, deprese)
5. Radiologická rizika

Anglický dotaz: Health risk of medical staff

1. Infekční nemoci
2. Muskuloskeletární poranění
3. Expozice nebezpečným substancím (chemikálie, léky, záření)
4. Stres a vyhoření
5. Násilí a útoky
6. Ionizující záření
7. Hluk

Vztah informačních zdrojů a hodnocení rizik

- Role databází a monografií
 - Umožňují identifikovat nebezpečnost
 - Důkladně popisují vztah dávky a účinku
 - Prahový
 - Bezprahový
 - Podle typu expozice
 - A ve vzájemných kombinacích
 - Obvykle dobře strukturované dokumenty
- Co musíme udělat sami?
 - Vyhodnotit velikost expozice v naší konkrétní situaci, obvykle v kontextu zpracovaném monograficky
 - Charakterizovat rizika
 - Řídit rizika
 - Komunikovat rizika



Hodnocení expozice

- Je nejzásadnějším krokem v procesu hodnocení zdravotních rizik
- Metody
 - Nepřímé:
 - Expoziční scénáře: koncentrace v prostředí × míra kontaktu s prostředím
 - Přímé
 - Osobní monitoring
 - Fyzikální metody: ve zdravotnictví pracovníci vystaveni ionizujícímu záření
 - Biologické metody: biologické expoziční testy

Nepřímý odhad expozice	Muži	Ženy	Děti do 15 let	Celá populace
Inhalační expozice	21,2 m ³ /den		16,6 m ³ /den	18,9 m ³ /den
Ingesce z pitné vody	2,9 l/den	2,7 l/den	0,9 l/den	2,1 l/den
Dermální expozice podle velikosti povrchu těla	2,5 m ²	2,3 m ²	1,5 m ²	2,1 m ²

Biologické expoziční testy

- Přesné stanovení míry závažnosti expozice z prostředí
- Stanovení biomarkerů, **nejčastěji v moči, v krvi**, příp. v dalším biologickém materiálu
 - Biomarkery expozice: stanovení analytu ve vnitřním prostředí člověka
 - Např. plumbémie
 - Biomarkery účinku: stanovení změn v organismu následkem expozice
 - Např. hladina methemoglobinu
 - Biomarkery vnímavosti: stanovení ukazatelů zvýšené vnímavosti k riziku
 - Např. aktivita cholinesterázy

Biologické expoziční testy prakticky

- Vyhláška č. 432/2003 Sb., kterou se stanoví podmínky pro zařazování prací do kategorií, limitní hodnoty ukazatelů biologických expozičních testů, podmínky odběru biologického materiálu pro provádění biologických expozičních testů a náležitosti hlášení prací s azbestem a biologickými činiteli
 - Biologické expoziční testy jsou jedním z prostředků hodnocení expozice skupin osob nebo jednotlivých osob chemickým látkám na základě stanovení vhodných ukazatelů ve vzorcích biologického materiálu, odebraného exponovaným osobám ve vhodnou dobu.
 - Limitní hodnoty svědčí pro zvýšení expozice chemickým látkám nad hygienicky přípustnou úroveň.
- Aplikace této vyhlášky není hodnocením zdravotních rizik v pravém slova smyslu, ale administrativní proces porovnání naměřených a limitních hodnot

Vztah mezi hygienickým limitem a hodnocením zdravotních rizik

Hygienický limit

- Je nástrojem regulace (Risk Management)
- Je plošný
- Podléhá novelizacím
- Má binární vyjádření

Hodnocení zdravotních rizik

- Je vědeckou a odbornou činností (Risk Assessment)
- Více zohledňuje specifické situace
- Podléhá posunům ve vědeckém poznání
- Je obvykle nebinární

Vnitřní prostředí zdravotnických zařízení

Vnitřní prostředí (indoor, též *pobytové prostředí*)

- Nemá přímé spojení s venkovním ovzduším, je ovlivňováno vnitřními zdroji, takže se svým složením významně liší od venkovního ovzduší
 - Domy a byty
 - Tzv. pobytové místnosti
 - školy, ubytovací zařízení, **zdrav. zařízení a USP**, stavby pro obchod a shromažďování většího počtu osob
 - Pobytové prostředí může být i pracovním prostředím, kde mohou platit odlišné hygienické limity
 - Legislativa
 - Vyhláška č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb
 - Metodický návod MZ ČR a Hlavního hygienika ČR z 23. 3. 2007 pro měření a stanovení chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů kvality vnitřního prostředí podle vyhlášky č. 6/2003 Sb.
 - Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci

Faktory ovlivňující vnitřní prostředí a jeho vnímání uživatelem

- Použité materiály, emise látek, zdroje mikroorganismů
- Koncentrace škodlivin a mikroorganismů
- Architektonické řešení
- Okolí a orientace
- Vybavení
- Osvětlení
- Větrání
- **Vědomí rizika**
- Pohoda lidí

Obsah základní legislativy

Vyhláška č. 6/2003 Sb.

- Mikroklimatické podmínky
- Chemické látky
- Prach
- Mikroorganismy a plísně

Nařízení vlády č. 361/2007 Sb.

- Rizikové faktory pracovních podmínek
 - Zátěž teplem a chladem
 - Chemické faktory a prach
 - Fyzická, psychická a zraková zátěž
 - Zátěž biologickými činiteli
- Technické požadavky na pracoviště
 - Větrání, osvětlení, zásobování vodou, sanitární zařízení, malování a úklid...

Indoor a zdraví

- Účinky krátkodobé (akutní)
 - Dostavují se po jednorázové či několika expozicích
 - Nejčastěji iritační účinek na sliznice (slzení, pálení, suchost v krku), možno bolesti hlavy, závratě, únava
- Účinky dlouhodobé (chronické)
 - Dostavují se až po dlouhodobé/celoživotní expozici
 - Projevuje se jako zvýšená nemocnost na choroby respirační, kardiovaskulární, zvýšené riziko vzniku novotvarů
 - **Epidemiologickými studii je doloženo, že u zdravotníků může být vyšší výskyt chromozomálních aberací, některých typů zhoubných novotvarů (játra, ledviny) a teratogenity**
 - Expozice chemickým látkám (dezinfekce, anestetika, cytostatika).

Vždy v závislosti na individuální vnímavosti (věk, fyziologický stav, přidružená onemocnění).

Kontaminanty vnitřního ovzduší

- Biologické faktory:
 - Plísně a jiné mikroorganismy z **nadměrné vlhkosti** vedoucí ke vzniku anebo zhoršení alergií a šíření infekcí prostřednictvím tvorby kapének
- Chemické faktory
 - Klasické škodliviny: prach, formaldehyd, oxid uhelnatý
 - Nové škodliviny: těkavé organické látky (VOCs), látky specifické pro zdravotnictví (inhalační anestetika a medicínální plyny).
- Fyzikální faktory
 - Hluk
 - Záření
 - Azbest

Co a proč (ne)měřit?

- Výňatek z článku Kotlík B., InAirQ (zamysleme se nad vnitřním ovzduším, např. ve školách, kde nejde a nikdy nepůjde jenom o měření a limity). Časopis Klimatizace, roč. 50, 2018 (2-3), s. 10-13. ISSN: 18034969
- *„Předem, tohoto redakcí vyžádaného sdělení, bych se chtěl přiznat k několika věcem. Tou první je, nejsem zatížený technologiemi, tedy nutností řešit kompromis mezi potřebným a možným a toto téma tak rád přenechám povolanejším. Tou druhou je, že za více než dvacet let měření kvality vnitřního ovzduší ve školách a školkách jsem neviděl děti, které by se dusily a pokud se často uváděného pocitu únavy/ospalosti týká, tak jsme usínali především my – měřící skupina. Nakolik to bylo způsobeno zvyšující se koncentrací oxidu uhličitého ve třídě, naším brzkým ranním vstáváním nebo skutečností, že jsme po x-té slyšeli výklad vyjmenovaných slov či základů sčítání a odčítání, ponechávám otevřeným. Tou třetí je, že neumím využít limit CO₂ stanovený vyhláškou MMR č. 20/2012 Sb.“*

Stanovisko k plísním ve vnitřním prostředí

- Zdravotní rizika
 - Alergizace exponovaných osob, jsou-li vnímavé (obvykle nelze rozhodnout dopředu)
 - Tvorba mykotoxinů v potravinách
 - Tvorba těkavých organických látek
 - Vznik mykotických onemocnění
 - Též jako biologicky činitel dle NV 361/2007 Sb.
- Příčiny
 - Stavební závady (zatékání, kondenzace vody)
 - Nevhodné užívání prostor: vývin vlhkosti a páry, nedostatečná výměna vzduchu
- Požadováno
 - Bez viditelného nárůstu kolonií na površích
 - Směšná populace méně než 500 KTJ/m³ vzduchu aeroskopicky dle SOP

Částice/Prach/Aerosoly/*Particulate Matters*

- PM₁₀, PM_{2.5}, PM₁...
- Zdroje
 - Venkovní ovzduší
 - Vnitřní: Způsob užívání prostor, provozní podmínky, větrání, vytápění, úklid, rozšíření mikroorganismů
- Specifické vláknité prachy (**azbest**)
 - prach se specifickým karcinogenním účinkem, **podmínkou účinku** je expozice volným částicím azbestu v ovzduší, **neboť předpokladem pro uplatnění rizika je expozice rizikovému faktoru**
 - Problematika starších budov s azbestovou žáruvzdornou úpravou

Chemické faktory I. - produkty hoření

- Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAHs)
 - Součást „black smoke“, směs látek. Nízká akutní toxicita, ale silný karcinogen; Benzo(a)pyren: inhalační karcinogen, klasifikace IARC-1
- Oxid dusičitý (NO_2)
 - Produkt spalování látek s vysokým obsahem dusíku (plynové hořáky), zvyšuje bronchiální reaktivitu (*astma bronchiale*).

Chem. f. II. - těkavé organické látky (VOCs) ze spotřebních výrobků

- Formaldehyd
 - Iritační a karcinogenní účinek (IARC 1 – prokázaný karcinogen)
- Benzen
 - IARC-1 (leukemie)
- Trichlorethylen (C2), tetrachlorethylen (C2), Toluén (C7), xyleny (C8), styren (C8),
 - Dráždivé a narkotické účinky (nespecifické bolesti hlavy), trichlorethylen na základě epid. studií dáván do souvislosti s non-Hodgkinovými lymfomy
- **VOCs jako skupina látek s mutagenním, karcinogenním a reprodukčně toxickým účinkem, součást stavebních a spotřebních materiálů!**

Legionella pneumophila

- Specifické biologické nebezpečí prostor s umělým ovzduším
- Co způsobuje?
 - Legionářskou nemoc: pneumonie s úmrtností až 80 %. Popsáno v r. 1976 ve Filadelfii jako nákaza získaná v hotelu u příležitosti konání kongresu amerických legionářů.
 - Odhaduje se, že až 13 % všech pneumonií způsobuje L. pneumophilla
 - Pontiacká horečka: bakteriální infekce HCD se spontánní úpravou zdravotního stavu
- Infekční dávka: velmi vysoká (více než 100.000 bb.), pokud není postižena osoba se sníženou imunitou
 - RR AIDS = 42, malignita = 20, diabetes mellitus = 2 atd.
- Ničí běžný záhřev i dezinfekční prostředky, ale ani to nebývá dodržováno (zanedbání údržby klimatizace)

Závěr

- Podstatou při hodnocení zdravotních rizik je odlišení zvýšené zátěže rizikovým faktorům od zátěže, která je považována za obecně přijatelnou. Využitelné jsou databáze informací a monografie, preferenčně vydávané WHO, příp. U. S. EPA.
- Biologické expoziční testy jsou jedním z prostředků přímého hodnocení expozice.
- Oprávnění k hodnocení zdravotních rizik se získává autorizací.
- Zdravotní rizika ve vnitřním prostředí staveb jsou zvýšena přítomností specifických podmínek (vlhkosti, používaných specifických chemických látek apod.), přičemž všechna rizika nejsou současnou legislativou regulována.