

Analýza rizik 2025

Úvod, základní pojmy, definice



MUNI | RECETOX

Analýza zdravotních rizik chemických látek

Pavel Čupr

pavel.cupr@recetox.muni.cz



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace tohoto předmětu je spolufinancována Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky

MUNI | RECETOX

Pavel Čupr



Pavel Čupr

pavel.cupr@recetox.muni.cz



Doc. RNDr. Pavel Čupr, Ph.D.

Výzkumná skupina: Hodnocení lidské expozice a rizik

Research group: Exposure and Health Risk Assessment EHRA



<https://www.recetox.muni.cz/vyzkum/lide/doc-pavel-cupr>

MUNI | RECETOX



EXPOSOME

Research group (Pavel Čupr): Exposure and Health Risk Assessment (EHRA)

"EXPOSOME" approach as a tool for assessing the health outcomes in human population

Our Strategy:
„refinement of human exposure assessment for better risk characterization“



Aneta Vrzalová, Petr Gregor, Soňa Skřídlová, Nina Pálešová, Ondřej Mikeš, Tomáš Janoš,

Pavel Čupr
pavel.cupr@recetox.muni.cz

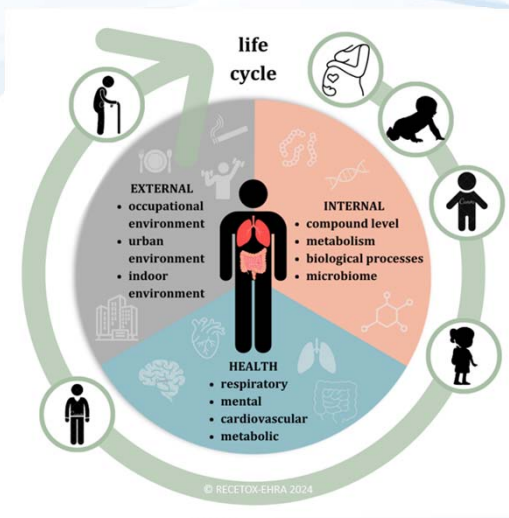
Czech Republic

<https://www.recetox.muni.cz/hser>

MUNI | RECETOX

Research group (Pavel Čupr): Exposure and Health Risk Assessment (EHRA)

Research group – Pavel Čupr: Exposure and Health Risk Assessment (EHRA)



© RECETOX-EHRA 2024

MUNI | RECETOX

Exposome

- approach used to describe environmental exposures that an individual encounters throughout life, and how these exposures impact the Health outcomes.
- included both external and internal exposure factors, including chemical, physical, biological, and social factors that may influence human Health in human population.

EXPOSOME approach as a tool for assessing the health outcomes in human population.

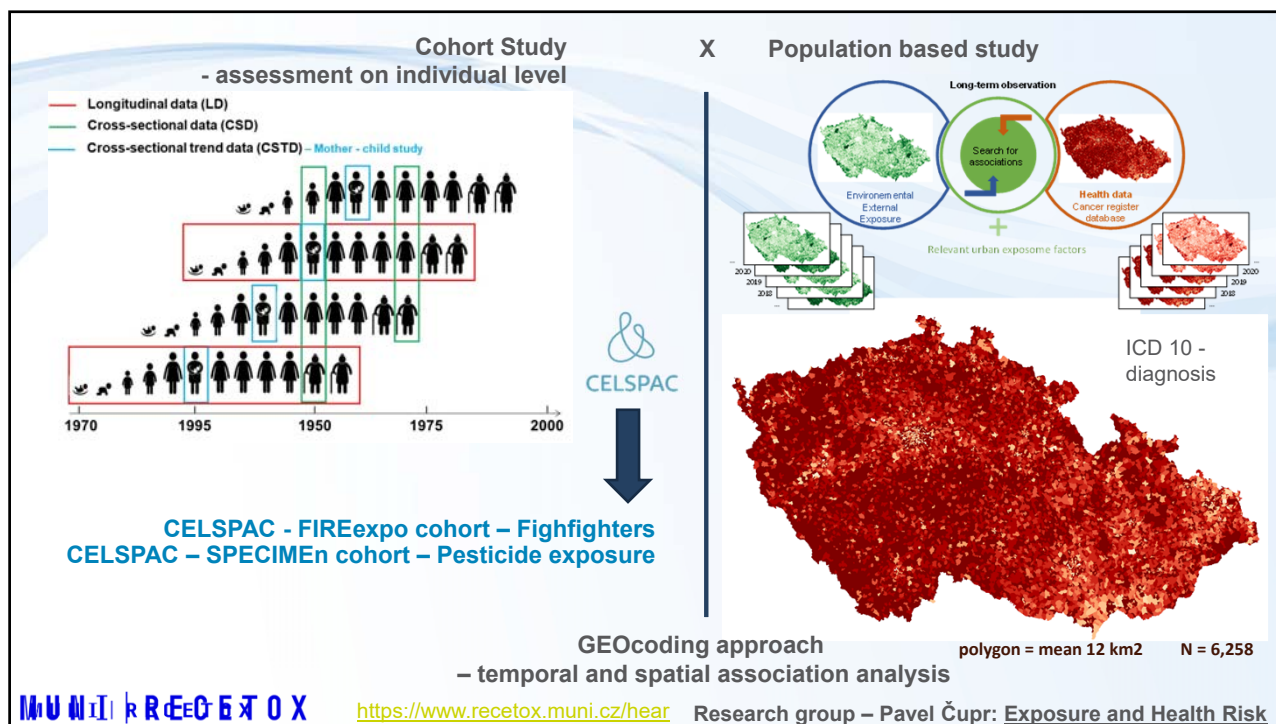
Main Health Outcomes (EHRA focus):
Pulmonary diseases - asthma, bronchitis,
Cardiovascular Health – Stroke, Liver or metabolic diseases,
Cancer diagnosis (lung, pankreas, renal, colorectal,...).

Assessment of internal biomarkers of effect:
(DNA damages *in vivo*, EPI - DNA methylation, EWAS, Thyroid and Liver Health effects, oxidative stress)

External exposure – GIS geocoding – spatial and temporal analysis
Air Quality, PM2.5, PM10, NO2, O3, B[a]P, PAHs, HMs, Indoor (Radon), PBDEs, FRs, Drinking water (nitrate, Ca/Mg, Cl, PFAS, pesticides,...), other matrices.

Our Strategy: „refinement of human exposure assessment for better risk characterization“

MUNI | RECETOX



Research group: Exposure and Health Risk Assessment EHRA

- Hodnocení vztahu mezi expozicí chemickým látkám (chemickým směsím) a zdravotními efekty (individuální a populační úroveň)
- Výzkum nových metod hodnocení interní a externí expozice chemickým látkám v lidské populaci
- Analýza poškození & reparace DNA *in vivo* (v lymfocytech lidské krve) – biomarkery efektu = interní expozice
- Nové EPIgenetické markery a jejich vazba na míru expozice chemickým látkám
- Hodnocení expozice chemickým směsím pesticidů v lidské populaci
- Hodnocení expozice hasičů perfluorovaným látkám z hasících pěn
- Pravděpodobnostní hodnocení zdravotních rizik
- Popis našich dalších odborných témat:
- <https://www.recetox.muni.cz/hear>

Pavel Čupr

Výzkumná skupina: Hodnocení lidské expozice a rizik pavel.cupr@recetox.muni.cz

MUNI | RECETOX

Sylabus

- * **Základní pojmy:** nebezpečnost, riziko, hodnocení a kontrola rizik.
- * **Důvody** aplikace analýzy rizik: lokální, regionální a globální vlivy, vnímání rizik, interpretace koncentrací chemických látek v matricích ŽP i v lidských matricích.
- * **Hlavní složky metody analýzy rizik:** identifikace nebezpečnosti, hodnocení dávka-účinek, hodnocení expozice, charakterizace rizika, risk management.
- * **Detailní postupy kvantifikace rizik: farmakokinetické modely**, metody hodnocení rizik **karcinogenních a nekarcinogenních látek, využití software nástrojů – praktické ukázky na PC učebně, využití GIS.**
- * Metody kvantifikace expozice (parametrizace, modelování, **metody měření expozic**).
- * **Hodnocení ekologických a environmentálních** rizik.
- * **PBPK modelování, procesy ADME**, rekonstrukce expozice (interpretace výsledků).
- * **Koncept Expozomu** a praktické ukázky nových projektů se zaměřením na analýzu rizik, nové zdroje informací.
- * **Biomonitoring** a využití v **analýze zdravotních rizik** (mateřské mléko, krev, moč..).
- * **Případová studie - semestrální práce** (každý student bude mít originální zadání studie).

MUNI | RECETOX

Výstup

- **interpretovat a korektně vyhodnotit data o kontaminaci (chemické látky)**
- **aplikovat postupy metody analýzy zdravotních rizik v lidské populaci**
- **vysvětlit, jak rozdílné expoziční parametry mohou ovlivnit výslednou predikci rizik**
- **Identifikovat hlavní expoziční cesty**
- **řešit praktické příklady kvantifikace rizik z definovaných expozic (případové studie)**

MUNI | RECETOX

Úvod do problematiky

Každá lidská činnost může znamenat riziko pro člověka.

Pro eliminaci zdravotního rizika je potřeba jeho **kvalitativní a kvantitativní posouzení**.

Pro toto posouzení je nutno mít potřebné nástroje a znalost.



Metodika hodnocení zdravotních rizik



Jeho výsledky jsou odborným základem pro kontrolu rizika a určování priorit při praktických rozhodnutích (s cílem eliminace rizik).

MUNI | RECETOX

VYMEZENÍ

Aplikace ANALÝZY RIZIK v následujících oblastech:

•ENVIRONMENTÁLNÍ VĚDY



- Chemie
- Biologie, ..toxikologie (farmakologie,...),
- Lékařské obory
- Biochemie, molekulární biologie....

•EKONOMIE

- Rizika neschopnosti splácet úvěr (kalkulátory na webu)

MUNI | RECETOX

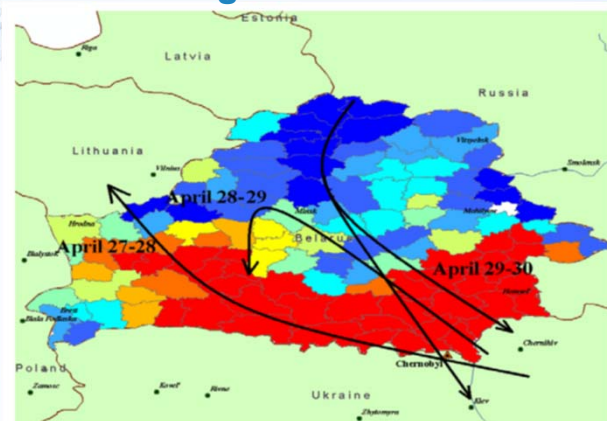
Jaderná energetika!!

1986

Černobyl

Součástí AR:

- ➔ – predikce šíření v prostoru a tedy predikce koncentrací radioaktivních prvků
- ➔ -a také predikce následných karcinogenních rizik (diagnózy – tyroidní karcinomy)



(Konstantin Krivoruchko)

Figure 2. Wind direction over the Belarus territory in April 1986. Using filtered kriging, Byelorussian districts are colored according to the probability that **thyroid cancer rates** in children exceeded one case per 10,000. Red represents the highest probability and cycles through the spectrum to blue, the lowest probability.

MUNI | RECETOX

Analýza

– model kontaminace mléka

(dietární expozice – predikce diagnóz tyroidních karcinomů)

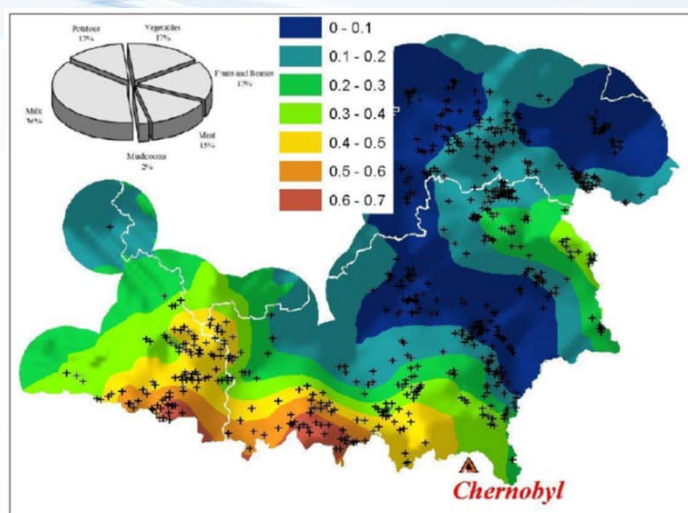
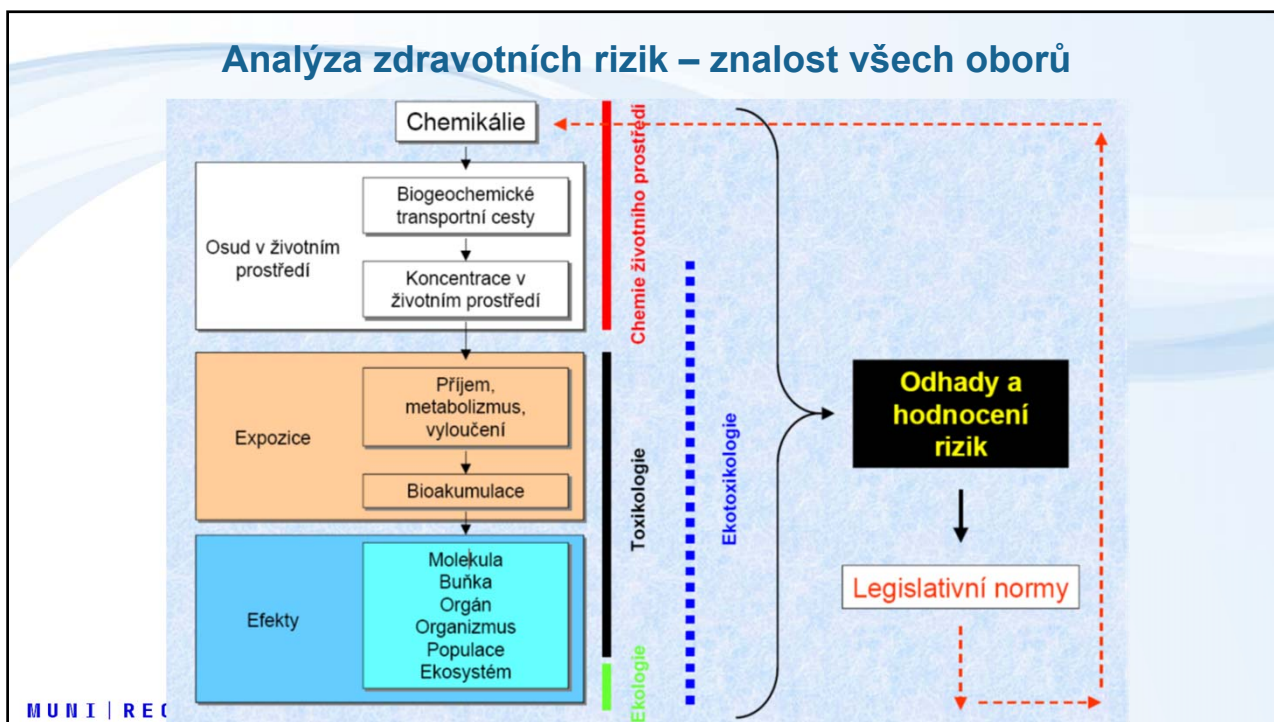


Figure 7. Probability that radiocesium milk contamination exceeded 75% of upper permissible level in southern Belarus in 1993. Disjunctive kriging was used to create this map.

MUNI | RECETOX

Analýza zdravotních rizik – znalost všech oborů



PROČ

Legislativní limity – „noneffect based“

(politicko – ekonomický (toxikologický) kompromis)

- **Emise** – vnášení jedné nebo více znečišťujících látek do životního prostředí. Pro jejich kontrolu jsou legislativou stanoveny tzv. emisní limity
- **Emisní limit** – nejvyšší přípustné množství znečišťující látky vypouštěné do ovzduší ze zdroje znečišťování ovzduší vyjádřené jako hmotnostní koncentrace znečišťující látky v odpadním plynu (mg/m³)
- **Imise** – znečištění ovzduší vyjádřené hmotnostní koncentrací znečišťující látky nebo stanovené skupiny znečišťujících látek.
- **Imisní limit** – hodnota nejvyšší přípustné úrovně znečištění ovzduší vyjádřená v jednotkách hmotnosti na jednotku objemu při normální teplotě a tlaku (mg/m³)

Hodnocení jen dle limitů je pro stanovení zdravotních rizik naprosto NEDOSTATEČNÉ

Proč tedy potřebujeme metodologii hodnocení zdravotních rizik?

Pro upřesnění vztahu mezi faktory s nežádoucím účinkem a zdravím hodnocené populace v minulosti, současnosti i budoucnosti

Pro prospektivní či retrospektivní predikci nežádoucích zdravotních efektů na základě znalostí expozice chemickým látkám (externí/interní)

Výstupy jsou nezbytné pro řízení rizik (rozhodnutí, povolení, zákaz, doplnění apod.)

MUNI | RECETOX

Důvod - Toxikologicky významné chemické látky



Výskyt v prostředí - potenciální možnost přestupu do lidského organismu
Nutnost sledovat míru expozice ve všech věkových kategoriích včetně prenatálního věku
Zdravotní efekty se mohou projevit se zpožděním až v pozdějším věku

MUNI | REC

PROČ

Současnost

> 119 000 000 chemických látek v registru CAS (<http://www.cas.org/>)

- používáno asi **100 000** (z toho asi 600 pesticidů)
 - asi **1 000** látek v množství nad **400 000 000 t/r**
 - asi **10 000** látek v množství nad **10 t/r**
- roční přírůstek asi 500 - 1000 nových látek (používaných)
- u většiny z nich neznalost možných rizik (rychlost testování a hodnocení látek << rychlost jejich zavádění)
- u většiny denně používaných látek nejsou k dispozici ekotoxikologická data, zvl. ta o dlouhodobých účincích

POUZE →

26 865 registrovaných (s definovaným způsobem použití)

MUNI | RECETOX

<https://www.echa.europa.eu/cs/information-on-chemicals/registered-substances>

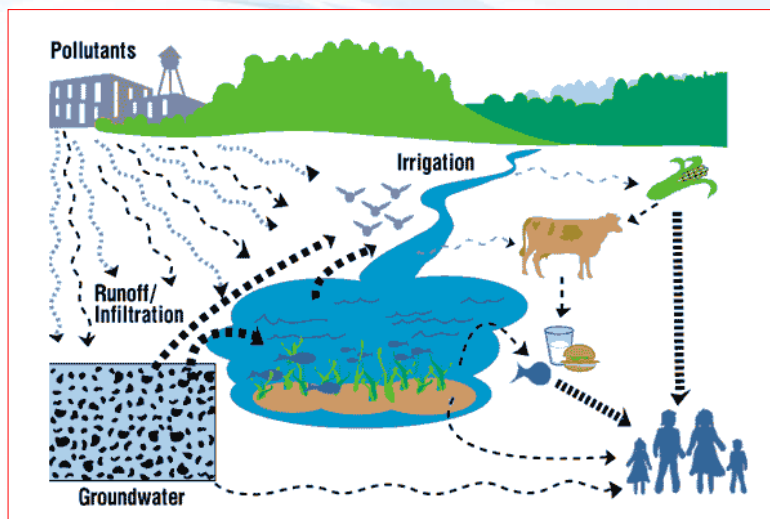
PROČ a při ČEM

NAPROSTO samozřejmý analytický nástroj k interpretaci dat z environmentálních studií

- každá environmentální studie
 - Chemické analýzy
 - Bioanalytické studie
 - Studie transportních mechanismů stresorů (disperze, transformace, toxikokinetika, přestup přes biologické bariéry...)
- Aktuální trend ve vědeckých studiích: všichni specialisté tuto metodiku **RISK ASSESSMENTu** sami ovládají a pro konečné interpretace aplikují

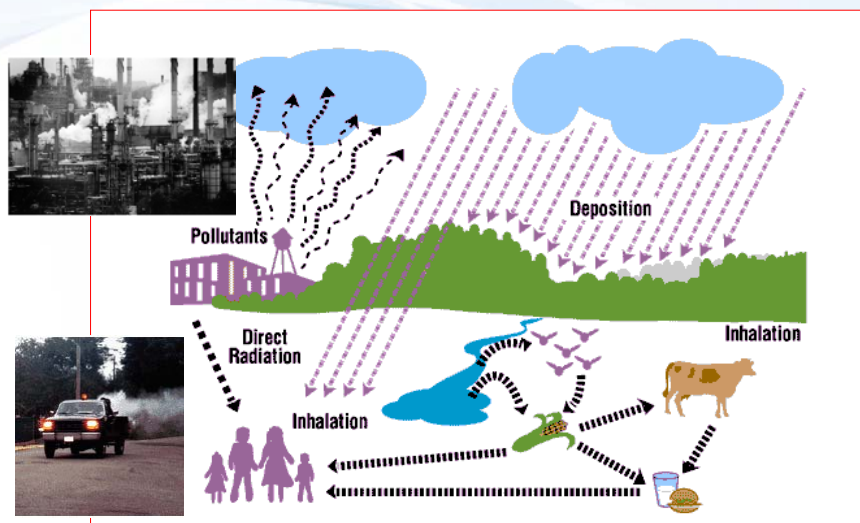
MUNI | RECETOX

Expozice (voda)

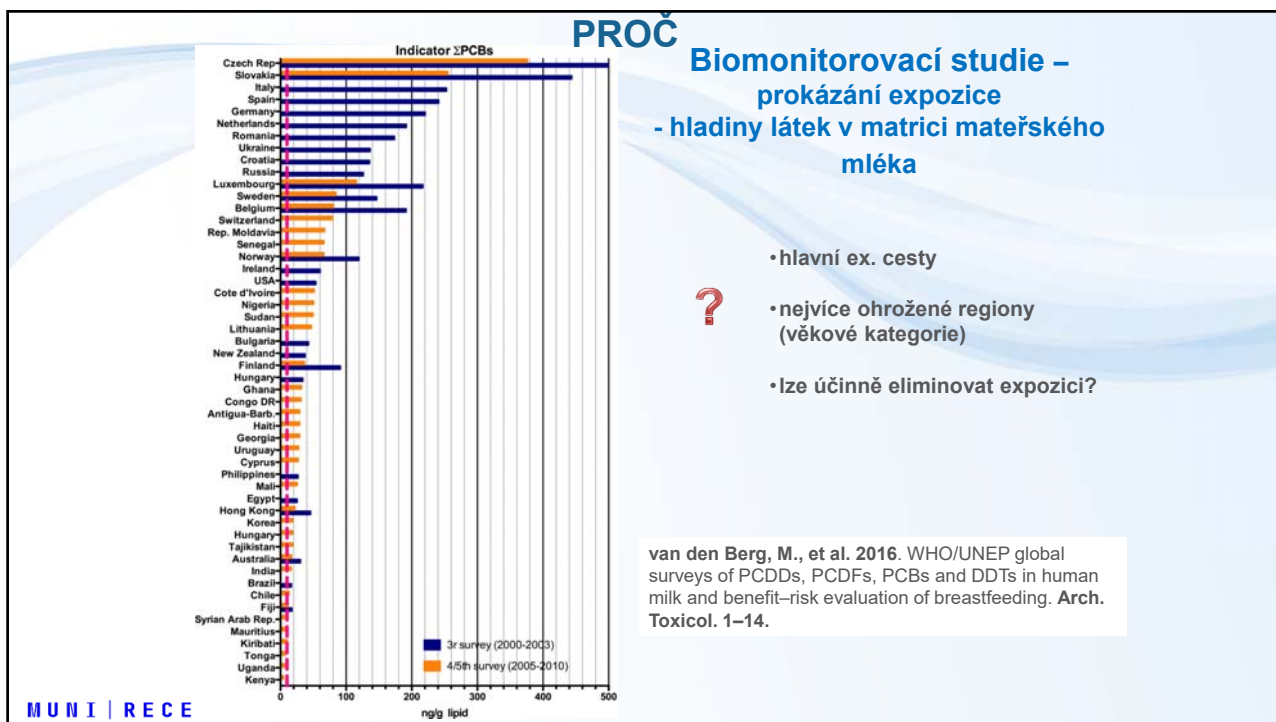
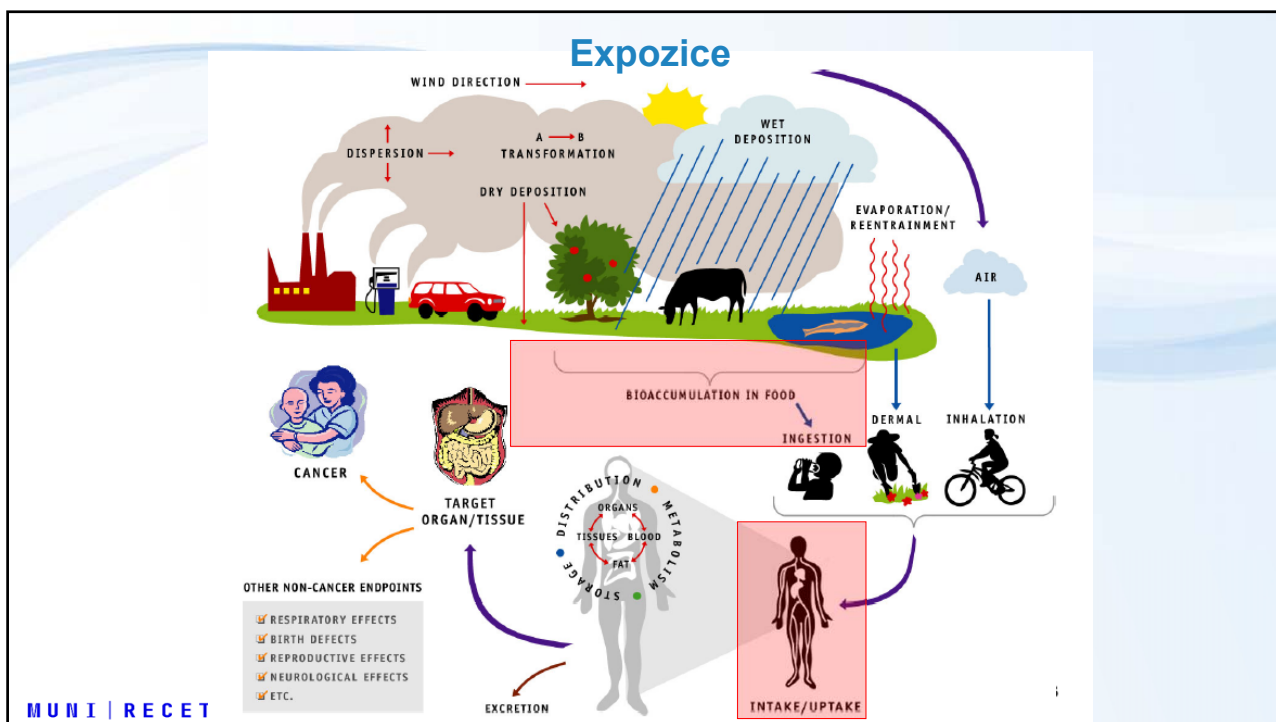


MUNI | RECETOX

Expozice (ovzduší)

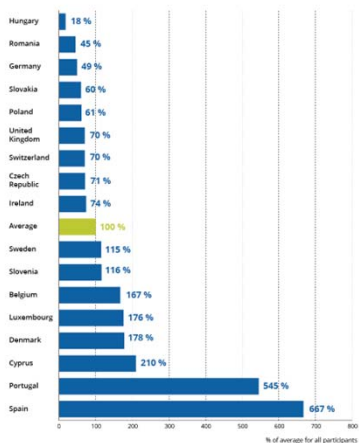


MUNI | RECETOX



PROČ

DEMOCOPHES study — Mercury levels in hair of mothers as a percentage of the Europe-wide average
 People from countries with a higher average consumption of fish tend to exhibit higher levels of mercury in their bodies (Den Hond et al., 2013). However, the type of fish being eaten is also an important factor in influencing mercury levels in the human body.



Source: Based on data from the DEMOCOPHES study, Den Hond et al., 2013.

Biomonitorovací studie – prokázání expozice - hladiny látek ve vlasech matek Rtuť

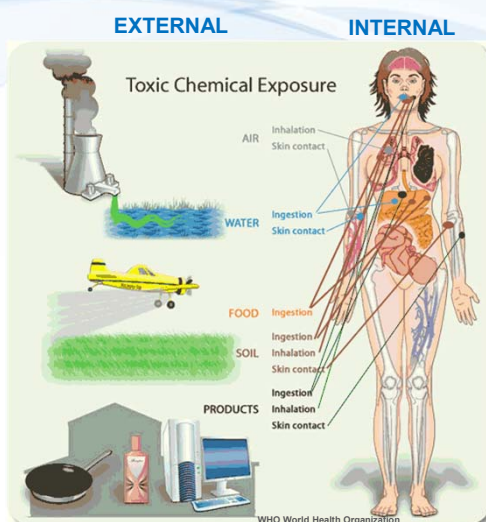


- hlavní ex. cesty
- nejvíce ohrožené regiony (věkové kategorie, atd)
- lze účinně eliminovat expozici?



MUNI | RECETOX

Expozice chemickým látkám



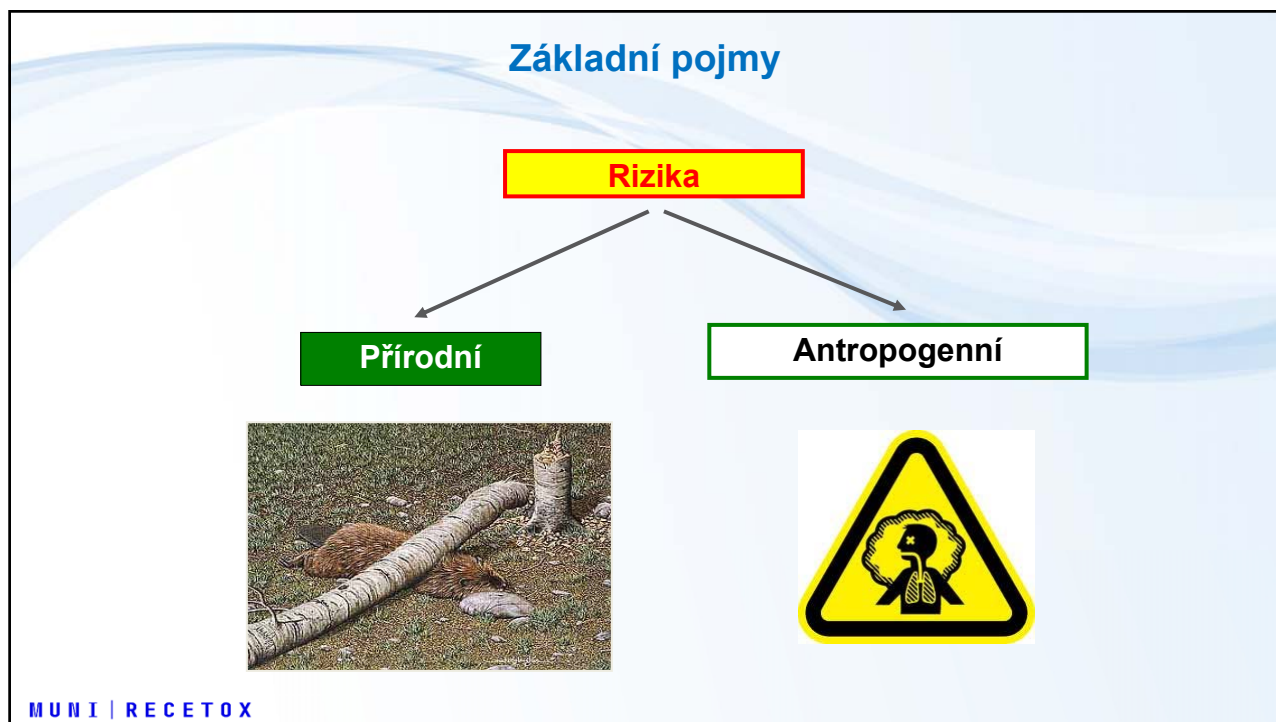
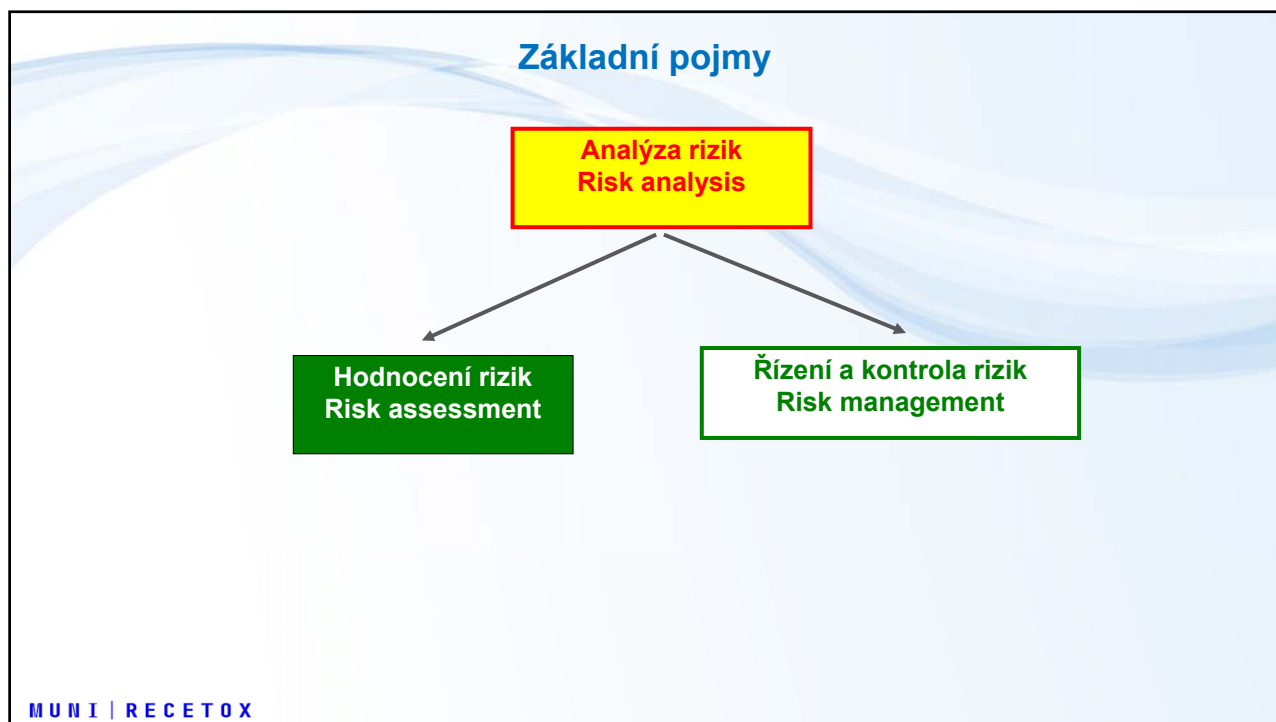
EXPOZICE

- pouze v případě kontaktu
- expoziční transport má však mnoho přirozených a aktivně fungujících bariér
- po přestupu se může u některých látek projevit negativní biologický efekt

EXPOZIČNÍ CESTY



MUNI | RECETOX



Geologická nebezpečí

- ↻ zemětřesení
 - ↻ vulkanické erupce
 - ↻ záplavy
 - ↻ sesuvy
- (patří mezi přírodní nebezpečí spolu s nálety sarančat, ohni, tornády)



Doba účinku

- ↻ Krátkodobá – zemětřesení, tornáda (vteřiny)
- ↻ Dlouhodobá – sucha (až desetiletí)

MUNI | RECETOX

Geologická nebezpečí

Dopady

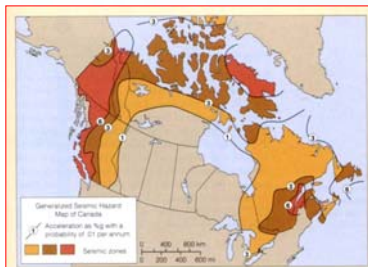
- ↻ **primární:** pochází od samotné události (záplavy, cyklony, zemětřesení)
- ↻ **sekundární:** pochází z nebezpečných procesů, které jsou spojeny s hlavní událostí, ale nejsou jí přímo způsobeny (hořící les zapálený lávovým proudem, požáry domů způsobené hořícím plynem z plynového vedení rozrušeného zemětřesením)
- ↻ **terciární:** dlouhodobé efekty (ztráta divoké zvěře nebo změna koryt řek v důsledku záplav, změna topografie a reliéfu v důsledku zemětřesení)



MUNI | RECETOX

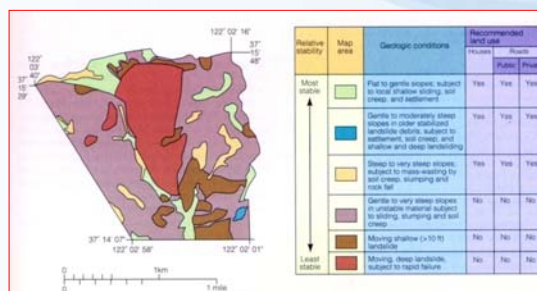
Odhad rizik (projevu nebezpečných efektů)

Výstupy: Mapy, tabulky



Mapa pravděpodobnosti zemětřesení pro Kanadu. Jasně jsou identifikovány oblasti s nejvyšší pravděpodobností pohybu hornin.

Mapa citlivosti území na svahové sesuvy a doporučení pro využití území pro Congress Springs oblast u San Francisca



MUNI | RECETOX

Základní pojmy

- ↪ Každá lidská činnost přináší určitá rizika !
- ↪ Riziko je funkcí nebezpečnosti látky, vztahu dávky a účinku a samotné expozice.
- ↪ Prezentuje se pravděpodobností, že k tomuto účinku/efektu/diagnóze dojde v určitém časovém období.
- ↪ Nulové riziko neexistuje.
- ↪ Hodnocení, kontrola a řízení rizik.

MUNI | RECETOX

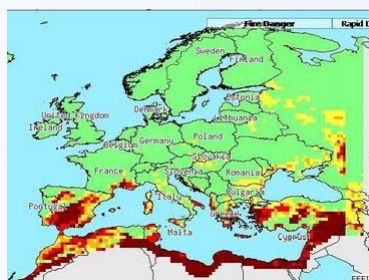
Základní pojmy

HAZARD – Nebezpečnost,
potenciál působit
negativní efekt.

Eden Hazard,



RIZIKO - pravděpodobnost, že
dojde k hodnocenému
negativnímu efektu



MUNI | RECETOX

Základní pojmy

Hazards and Risk

- Hazard - something with the potential to cause harm
- Risk - the likelihood that harm will occur



MUNI | RECETOX

Základní pojmy

- ↻ **Nebezpečnost (Hazard)** – kvalitativní pojem vyjadřující potenciální možnost, že určitý fyzikální, chemický či biologický činitel způsobí újmu.
- ↻ **Předpověď (identifikace) nebezpečnosti (Hazard prediction or hazard identification)** – zahrnuje proces rozpoznání a predikce nebezpečnosti.

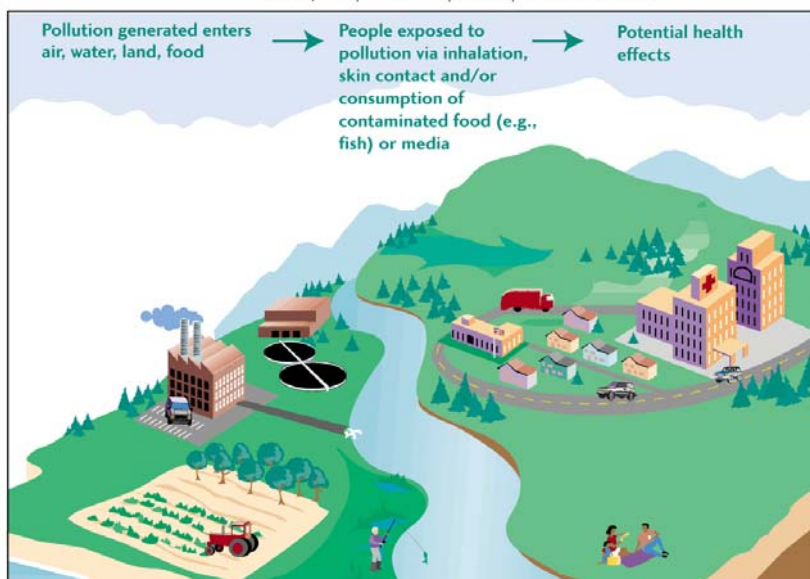
Základní pojmy

V případě určité **chemické látky** zahrnuje:

- ↻ **hodnocení účinků (toxicity)** - stanovení povahy a rozsahu negativních účinků vzhledem k velikosti dávky
- ↻ **hodnocení expozice:**
 - **expozice** - proces, při kterém organismus přichází do styku s látkou a při kterém lze předpokládat přestoupení hranice organismu
 - **expoziční podmínky** – charakterizují cílové populace (objekty) pomocí „expozičních parametrů“

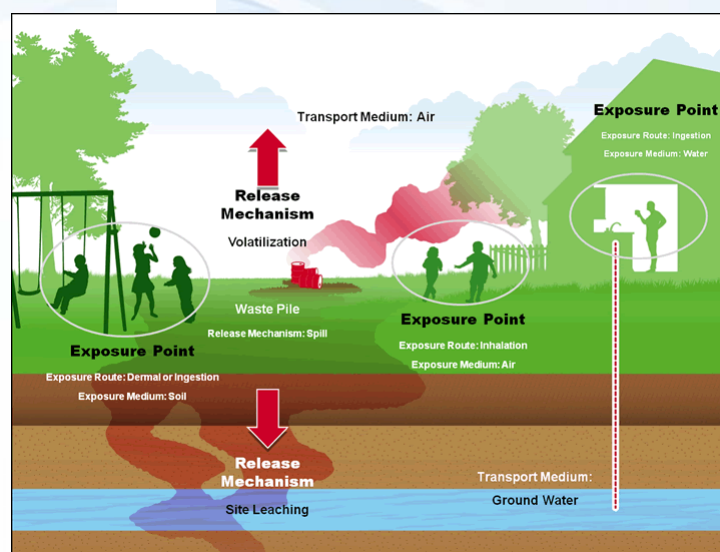
Základní pojmy – expoziční cesty

Pathway from pollution to exposure to potential health effects



MUNI | RECETOX

Základní pojmy – expoziční parametry



Exposure characteristics

MUNI | RECETOX

Základní pojmy

- ↪ **Toxicita** – schopnost látky poškozovat živý organismus, je dána fyzikálně-chemickými vlastnostmi.
 - ↪ **Nebezpečnost** tedy představuje soubor toxických (komplexně stresových) účinků, ke kterým dojde za daných podmínek expozice, resp. podmínky expozice vyvolávající daný soubor účinků.
-
- ↪ **Toxikologie:**
 Definice: věda, která se zabývá studiem nepříznivých účinků chemických, fyzikálních a biologických agens na živé organismy včetně prevence a léčby těchto nepříznivých účinků.

Základní pojmy

- ↪ **Riziko (risk)** – kvantitativní pojem vyjadřující **pravděpodobnost**, že nějaký fyzikální, chemický či biologický činitel způsobí za daných definovaných podmínek expozice určitou číselně vyjádřitelnou újmu (poškození zdraví, nemoc, smrt, případně konkrétní diagnóza).
- ↪ **Vyjádření rizika** – poměr mezi počtem individuí, které za určitých expozičních podmínek utrpí újmu k celkovému počtu jedinců vystavených identickému činiteli za stejných expozičních podmínek (+ incidence diagnóz běžně se vyskytující v populaci bez přítomného přímého stresoru)

Úvod a definice

$$\text{RISK} = \text{HAZARD} \times \text{EXPOSURE}$$

Ve společnosti se snažíme pochopit, popsat a minimalizovat **projev událostí, které vnímáme jako negativní či poškozující** (např. poškození zdraví, přírody, ekonomiky atd.)

- Události, jevy a věci, které mají „špatné“ vlastnosti označujeme jako nebezpečné. **NEBEZPEČNOST (= hazard)** – tj. vlastnost, kterou nemůžeme změnit nebo ovlivnit
 - insekticidy (chemické látky) jsou toxické pro bezobratlé a snižují *biodiverzitu*
 - jízda na kole (úraz) nebo kouření cigaret nebo hluk z továrny (chronické dopady) jsou nebezpečné pro zdraví
- RIZIKO (Risk)** je **pravděpodobnost** s jakou se určitý **nebezpečný faktor** (např. chemická látka, kouření, špatně připevněná police, nově postavená továrna atd.) **negativně projeví v konkrétní situaci**
- Konkrétní situace** (v kontextu nebezpečných látek apod.) je označována jako **EXPOZICE**

Úvod a definice

$$\text{RISK} = \text{HAZARD} \times \text{EXPOSURE}$$

Ve společnosti se snažíme pochopit, popsat a minimalizovat **projev událostí, které vnímáme jako negativní či poškozující** (např. poškození zdraví, přírody, ekonomiky atd.)

Celkově usilujeme o omezování, tj. **řízení rizik – risk management**

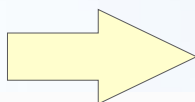
... a prvním krokem je **poznání a popis rizika** (tedy míry nebezpečnosti, míry expozice, pravděpodobnosti projevu = rizika, míra jeho dopadů), tj. **hodnocení (také posouzení) rizika – risk assessment**

- Jak konkrétně můžeme **snižovat riziko (risk control)**?
 - HAZARD** – „vlastnost“ nezměníme, ale lze zlepšit, zrychlit hodnocení a předpovídání nebezpečnosti (*lepší (eko)toxikologické metody, in silico prediktivní modely apod*)
 - EXPOSURE** – (!) můžeme přímo ovlivnit (např. zákazy vysoce prioritních látek; úprava postupů (ochranné pomůcky); omezování emisí ze zákona (a pokuty); prevence a školení (vč. např. řídicího průkaz) atd.
- Součástí jsou dále průběžné kontroly a revize (Risk review) a komunikace

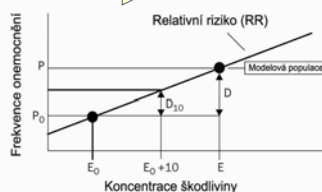
Odhad relativního zdravotního rizika odpovídajícího míře znečištění

- ✓ Jedná se o relativní retrospektivně predikované počty případů onemocnění (incidence konkrétní diagnózy) na základě vstupních dat o koncentračních hladinách jednotlivých standardních polutantů (**CRF – Concentration response function**)

koncentrační hladina polutantu na lokalitě



Incidence konkrétní diagnózy



Korelační vztah na základě dlouhodobých pozorování z epidemiologických studií

MUNI | RECETOX

Odhad relativního zdravotního rizika odpovídajícího míře znečištění

- ✓ **CRF – Concentration response function**

AirQ+: software tool for health risk assessment of air pollution

<https://www.who.int/europe/tools-and-toolkits/airq---software-tool-for-health-risk-assessment-of-air-pollution>

<https://www.who.int/europe/news/item/14-03-2023-new-airq--version-2.2-better-estimates-the-health-effects-of-air-pollution>

Health impact assessment of air pollution: introductory manual to **AirQ+ (2020)**

<https://www.who.int/europe/publications/i/item/WHO-EURO-2020-1557-41308-56210>

...

MUNI | RECETOX

Health impact Model - Endpoints

ICD – International Classification of Diseases



Health outcome/Endpoint	
Prevalence Incidence	Prevalence of bronchitis in children
	Prevalence of bronchitis symptoms in asthmatic children aged 5-14
	Incidence of chronic bronchitis in adults
	Incidence of asthma symptoms in asthmatic children
Hospital admissions	Hospital admissions: cardiovascular diseases (including stroke)
	Hospital admissions, cardiovascular diseases (without stroke)
	Hospital admissions: respiratory diseases
Restricted activity days Work days lost	Work days lost, working age population only
	Restricted activity days
	Minor restricted activity days

MUNI | RECETOX

AirQ+ software v2.0, 2020 → v2.2, 2023

Input log for concentration data

Input log for health and population data together with output log and results on screening predictions

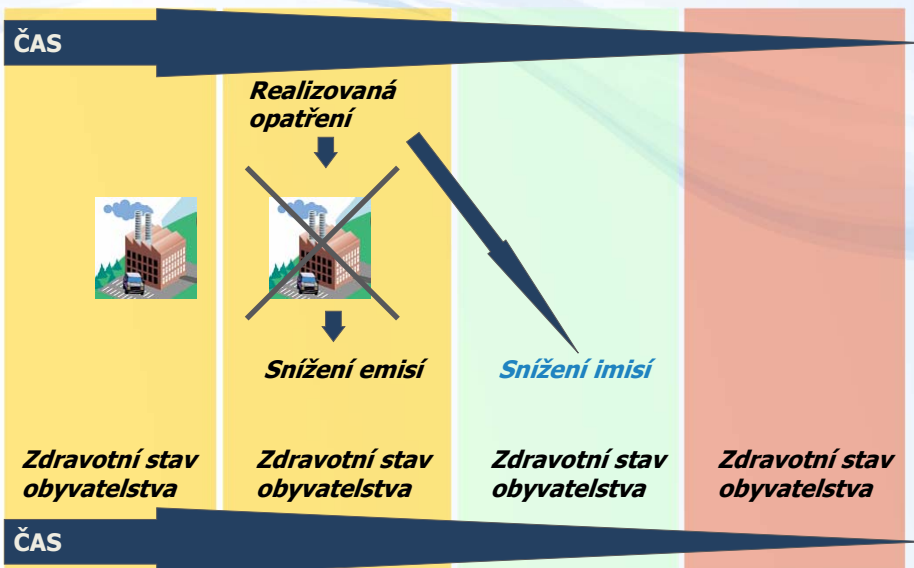


https://smurbs.eu/wp-content/uploads/2018/10/Cupr_airq.pdf

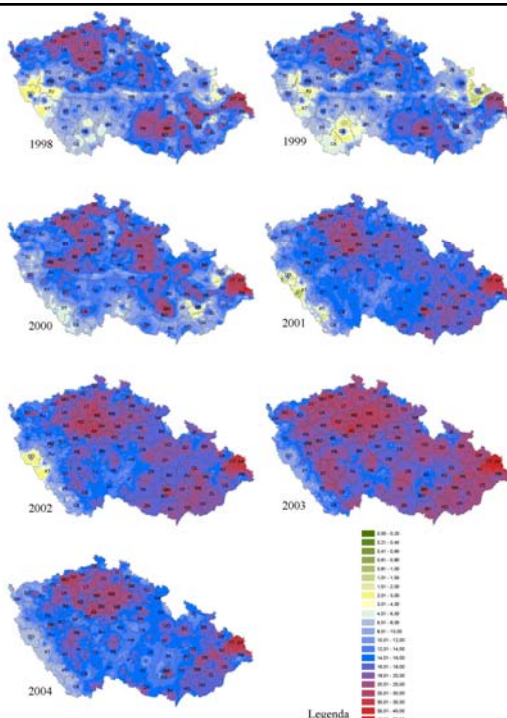
<https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.1006536>

MUNI | RECETOX

Přístupy – opatření na snížení imisí



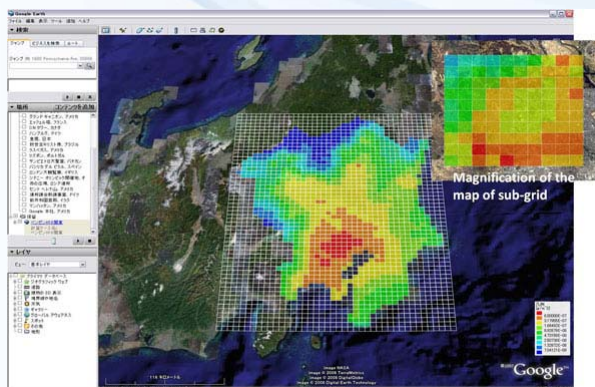
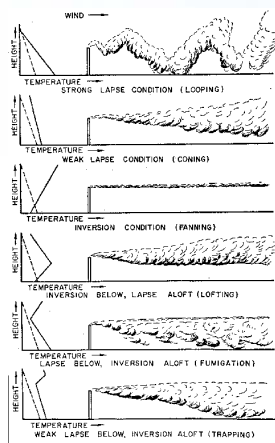
MUNI | RECETOX



Relativní incidence celkové úmrtnosti v závislosti na expozici obyvatelstva suspendovaným částicím frakce PM₁₀ za jednotlivé roky 1998-2004. (počet případů na 100000 obyvatel)

MUNI | R

Rozptylové modely



MUNI | RECETOX

Základní pojmy

(U.S. EPA Superfund Risk Assessment)



- ↪ **Hodnocení** se provádí **prospektivně** a **retrospektivně**
- ↪ **Cílem** je ochrana zdraví člověka (ekosystému) při zdůvodnitelné maximální expozici

?

MUNI | RECETOX

Základní pojmy

Vnímání rizik (Risk perception)

Přijatelnost rizik (Risk acceptance)

Laický přístup - životní zkušenosti, vzdělání, osobní povaha, osobní priority, informovanost

Vnímání a přijímání rizik – relativní charakter

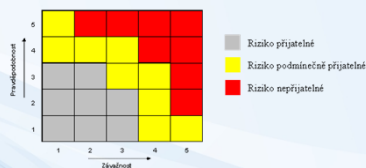
Automobilismus, doprava



Návykovost na tradiční formy rizik



Netradiční rizika (vstup karcinogenů do prostředí)



MUNI | RECETOX

Základní pojmy

Poměr reálně ocenitelných rizik ku prospěchu, jež určitá lidská činnost přináší (například v podobě používání určité chemické látky)



Objektivní kritérium ?
(např. DDT)

Zachránilo miliony lidských životů před malárií

Ale významné zdravotní populační riziko při dlouhodobé expozici!!

DDT	
	1,1,1-trichlor-2,2-bis(p-chlorofeny)ethan
Systematický název	1,1,1-trichlor-2,2-bis(4-chlorofeny)ethan
Racionální název	1,1'-(2,2,2-trichlorethyliden)bis(4-chlorbenzen)
Triviální název	dichlordifenytrichloethan
Triviální název	DDT
Registrační číslo CAS	50-29-3
Sumární vzorec	C ₁₄ H ₉ Cl ₅
Molární hmotnost	354,4901 g/mol
Teplota tání	108,5 °C
Teplota varu	260 °C
Hustota	1,56 g/cm ³ (20 °C)
Rozpusťnost ve vodě	0,0055 mg/l (25 °C)



- ohrožující rozmnožování (reprotoxické)
- poškozující hormonální systém (EDC)
- toxické pro vodní organismy

MUNI | RECETOX

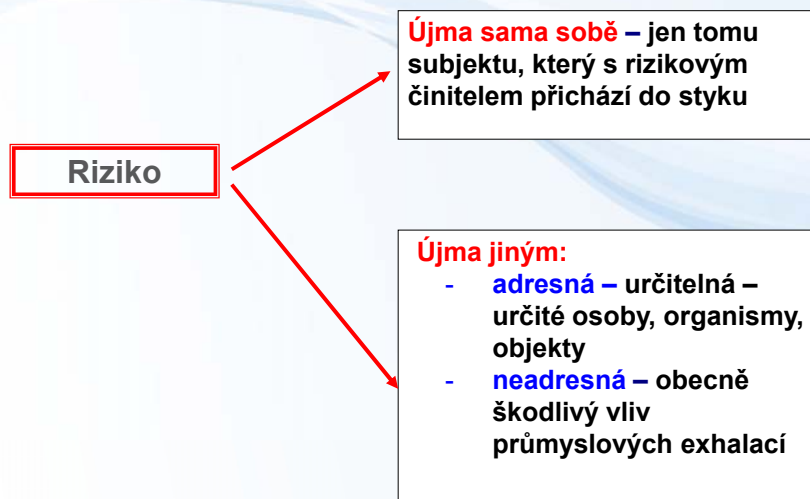
Základní pojmy

Dobrovolná rizika (ovlivnitelná) – kouření, pití alkoholu

Nedobrovolná (vnucená, neovlivnitelná) – nutnost pít chlorovanou vodu, dýchat znečištěný vzduch

MUNI | RECETOX

Základní pojmy



MUNI | RECETOX

Základní pojmy

Riziko:

0 – k poškození vůbec nedojde

1 – k poškození dojde ve všech případech

Nebezpečnost – soubor účinků, ke kterým by za daných podmínek
MĚLO DOJÍT

Riziko – pravděpodobnost, se kterou k nim skutečně dojde

Riziko v žádném případě není pouze číslo !

Základní pojmy

**Vstupy chemických
látek do prostředí**

Havárie

Úmyslná distribuce
a užití látek v ŽP
(léky,
agrochemikálie)

Dobrovolné úniky
polutantů (odpady)

Základní pojmy

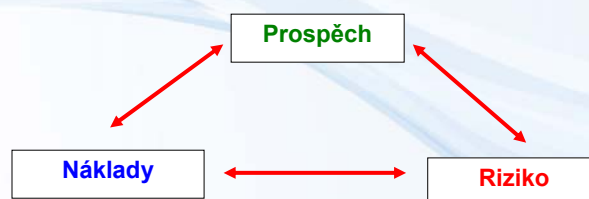
Snížení rizik! - Možný postup:

- ↙ ↘ Jednostranné omezení příslušné lidské činnosti
- ↙ ↘ Její nahrazení aktivitou obdobnou se stejným prospěchem, ale nižším rizikem
- ↙ ↘ Zavádění „ekologických“ technologií a technik



MUNI | RECETOX

Základní pojmy

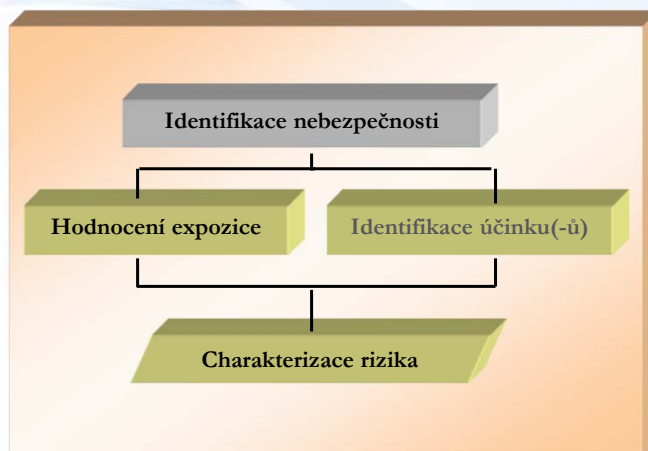


Žádný z těchto prvků nemůže být změněn beze změny druhého

Zvažování alternativ musí zahrnovat vzájemný poměr mezi prospěchem a rizikem, který se realizací určitého nápravného opatření dosáhne.

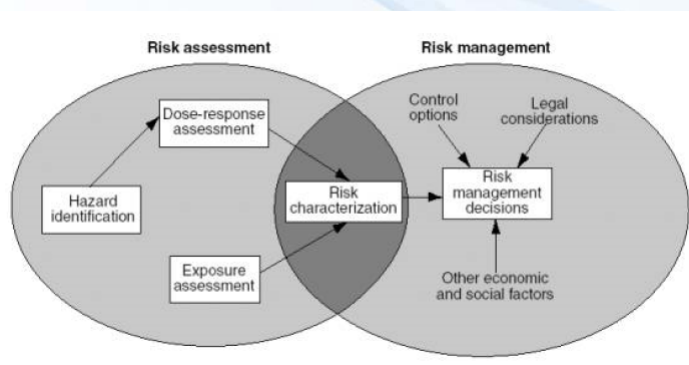
MUNI | RECETOX

4 základní kroky hodnocení rizik

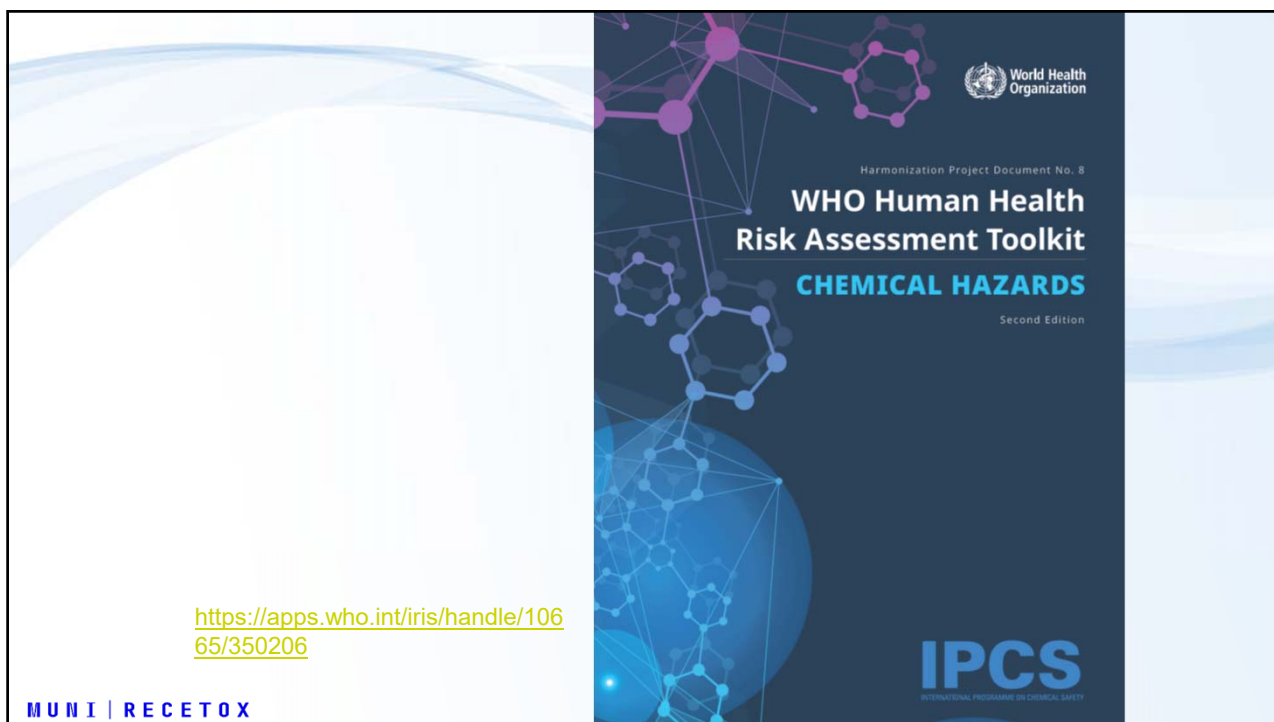
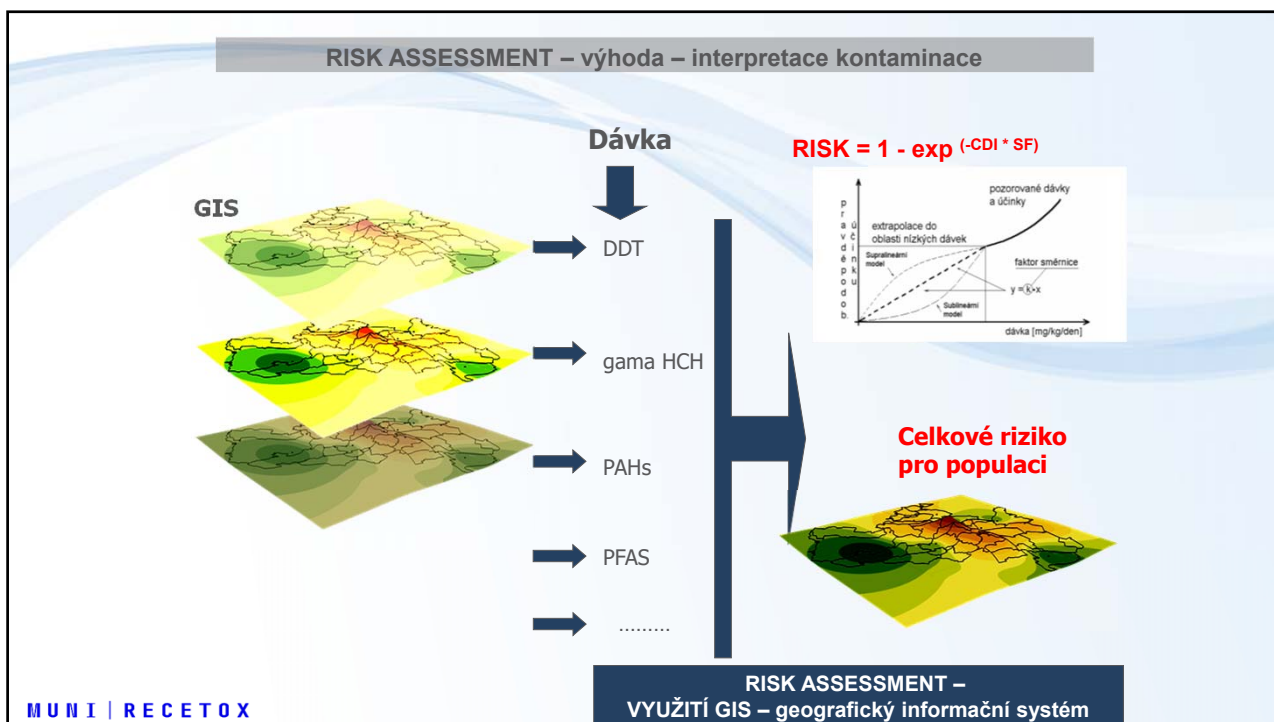


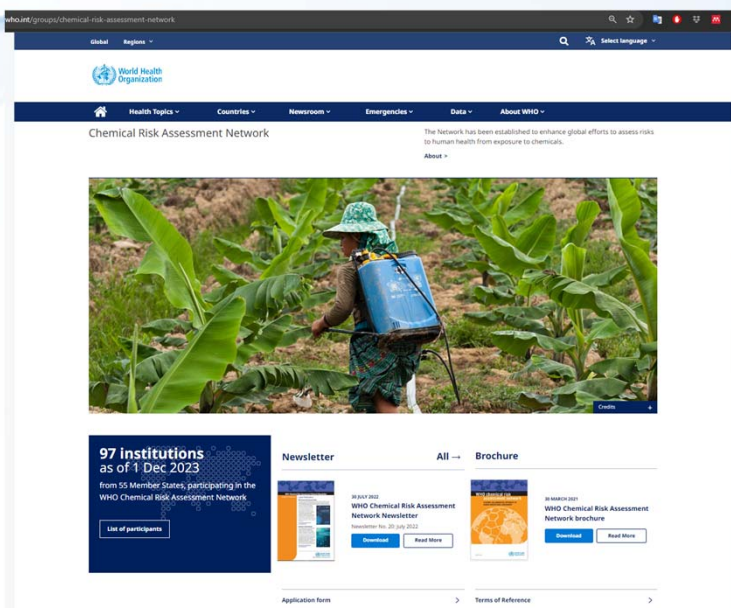
MUNI | RECETOX

4 základní kroky hodnocení rizik



MUNI | RECETOX

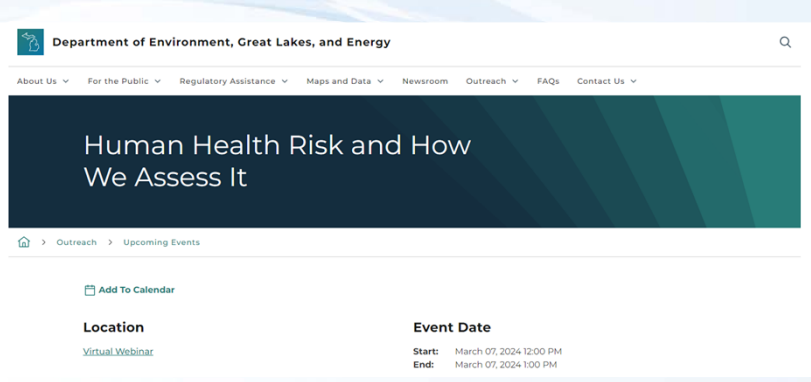




The screenshot shows the WHO Chemical Risk Assessment Network website. At the top, there is a navigation bar with 'Global' and 'Regions' dropdowns, a search icon, and a 'Select language' dropdown. Below this is the WHO logo and a secondary navigation bar with 'Health Topics', 'Countries', 'Newsroom', 'Emergencies', 'Data', and 'About WHO'. The main heading is 'Chemical Risk Assessment Network' with a sub-heading: 'The Network has been established to enhance global efforts to assess risks to human health from exposure to chemicals.' Below the text is a photograph of a person in a field wearing a blue protective suit and a hat, carrying a large blue tank on their back. Underneath the photo, there is a statistics box: '97 institutions as of 1 Dec 2023 from 55 Member States, participating in the WHO Chemical Risk Assessment Network' with a 'List of participants' button. To the right, there are sections for 'Newsletter' and 'Brochure', each with a 'Download' and 'Read More' button. At the bottom, there are links for 'Application form' and 'Terms of Reference'.

<https://www.who.int/groups/chemical-risk-assessment-network>


MUNI | RECETOX



The screenshot shows the Michigan Department of Environment, Great Lakes, and Energy website. The header includes the department name and a search icon. A navigation menu contains 'About Us', 'For the Public', 'Regulatory Assistance', 'Maps and Data', 'Newsroom', 'Outreach', 'FAQs', and 'Contact Us'. The main content area features a dark green banner with the text 'Human Health Risk and How We Assess It'. Below the banner, there is a breadcrumb trail: 'Home > Outreach > Upcoming Events'. A 'Add To Calendar' button is visible. The 'Location' is listed as 'Virtual Webinar'. The 'Event Date' section shows 'Start: March 07, 2024 12:00 PM' and 'End: March 07, 2024 1:00 PM'.


<https://www.michigan.gov/egle/outreach/upcoming-events>

MUNI | RECETOX



Partnership
for the
Assessment
of
Risks
from
Chemicals

Chemicals are everywhere,
P-A-R-C evaluates their risks



PARC COMPOSITION

LEGEND

- MEMBER STATES
- ASSOCIATED COUNTRIES
- NON-ASSOCIATED THIRD COUNTRIES
- AGENCIES
 - ECOA: Finland
 - EFSA: Italy
 - EEA: Denmark

<https://www.eu-parc.eu/>

<https://www.eu-parc.eu/scientific-publications>

MUNI | RECETOX

První krok hodnocení rizika

**Určení nebezpečnosti
(Hazard identification)**

Interdisciplinární, týmová záležitost s dominujícím postavením toxikologie a epidemiologie.

MUNI | RECETOX

Druhý krok hodnocení rizika

Vztah mezi dávkou a odpovědí (Dose – response relationship)

Účinek (effect) – kvalitativní pojem (hepatotoxický, genotoxický..)

Odpověď (response) – měřitelná míra téhož (změna aktivity některého jaterního enzymu..)

Dávka (dose) – množství látky vstupující do organismu během expozice vztažené na jednotku tělesné hmotnosti a jednotku času (např. $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$)

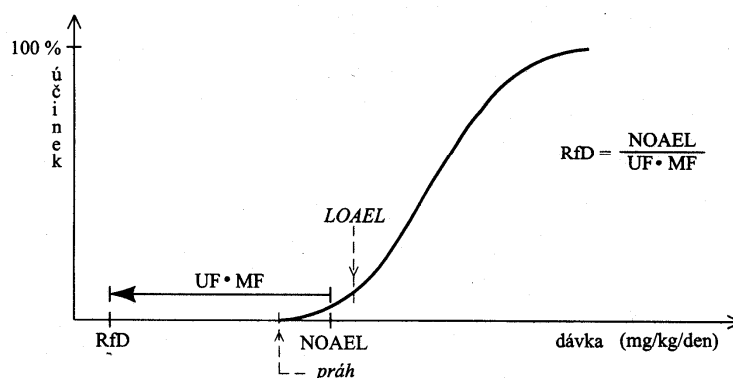
Základní předpoklad – možnost extrapolace výsledků pozorovaných u jednoho živočišného druhu na druh jiný a výsledků získaných u laboratorních zvířat na člověka.

MUNI | RECETOX

Druhý krok hodnocení rizika

Vztah mezi dávkou a odpovědí (Dose – response relationship)

Vztah mezi dávkou a účinkem
látky s prahovým účinkem - referenční dávka



MUNI | RECETOX

Třetí krok hodnocení rizika

Hodnocení expozice (Exposure assessment)

Hodnocení expozice - popis dané skupiny populace a velikosti expoziční koncentrace a frekvence, resp. trvání expozice.

Dotazníky, zdravotní šetření, retrospektivní šetření.

Výstup – odhad celoživotní expoziční dávky – hlavní veličina v hodnocení rizik (farmak. modely).

Čtvrtý krok hodnocení rizika

Charakterizace rizika (Risk characterization)

Syntéza dat získaných v předchozích krocích, vede k určení pravděpodobnosti, s jakou lidský organismus utrpí některé z možných poškození.

Hlavní součástí je bilance a kritické zhodnocení všech aproximací, extrapolací a nejistit, které se, ať už záměrně nebo nahodile, v předchozích krocích vyskytly.

Důraz

Praktické aspekty použití metodiky RISK ASSESSMENT

**Human Health Risk Assessment
Karcinogenní a Nekarcinogenní látky**

Praktické ukázky přímo na PC (proto PC učebna)

Využití GIS v Analýze Rizik (PC učebna)

Každý student dostane specifickou případovou studii, ve které bude řešit formou seminární práce konkrétní simulované expozice pro vybrané chemické látky

(jejich přidělení dle témat Vašich odborných prací)

MUNI | RECETOX

E2250 Analýza rizik 2025

<https://is.muni.cz/auth/el/1431/jaro2025/E2250/>

Zdrojová literatura (postupně bude doplňována):

Public Health Risk Assessment for Human Exposure to Chemicals
Springers. Authors: Asante-Duah, Kofi 2017.

QUANTITATIVE ENVIRONMENTAL RISK ANALYSIS FOR HUMAN
HEALTH, Fjeld et al.

RISK ASSESSMENT OF CHEMICALS, An Introduction, 2nd edition,
Edited by C.J. van Leeuwen.

MUNI | RECETOX

Č.	Učo	Student	Studium	Ukonč
1.	521059	Jánošíková, Mária	PřF N-ZPZ ZPAZ [se zk m 2, roč 1]	
2.	506172	Navrátilová, Nikola	PřF N-ZPZ ZPAZ [se zk m 2, roč 1]	
3.	521079	Šatková, Simona	PřF N-ZPZ ZPAZ [se zk m 2, roč 1]	
4.	505214	Šelleová, Natálie	PřF N-ZPZ ZPAZ [se zk m 4, roč 2]	
5.	568083	Vosyka, Michal	PřF N-ZPZ ZPAZ [se zk m 2, roč 1]	

MUNI | RECETOX

Seminární práce

zadání

Stresor:
(a-HCH)

Matrice:
potraviny

Expozice:
Dietární expozice

- Cvičení z AR

seminární práce z předmětu analýza rizik

N-heterocyklické polyaromatické uhlovodíky (N-PAHs)

Matrice: ovzduší, povrchová voda, půda

Expozice rekreatantů N-PAHs
v vodní nádrže v blízkosti rušné cesty

OBSAH

1 ÚVOD	3
1.1 Cíl	3
2 TEORIE	4
2.1 N-heterocyklické aromatické uhlovodíky (N-PAHs)	4
2.2 Výskyt a zdroj v prostředí	5
2.3 Toxicita a mechanismy působení	9
2.3.1 Akutní toxicita	10
2.3.2 Fototoxické účinky	10
2.3.3 Genotoxicita, teratogenita a karcinogenita	11
2.3.4 Toxicita zprostředkovaná přes Ah receptor	13
3 METODY STANOVENÍ N-PAHs	13
3.1 Odbytvá vazba	13
3.2 Přehledná expozice a zakoncentrování	13
3.3 Chromatografické metody	14
3.4 Polynografické a voltametrické metody	14
3.5 Spektrofotometrické metody	14
4 HODNOCENÍ ZDRAVOTNÍHO RIZIKA	15
4.1 Identifikace nebezpečnosti	15
4.1.1 Úroveň prostředí	15
4.1.2 Základní charakteristika příjemců rizik	16
4.1.3 Typy expozicních cest a příbuzných scénářů expozice	16
4.2 Úroveň vstupu do těla - účinek	17
4.3 Hodnocení expozice	18
4.4 Charakterizace rizika	20
4.4.1 Odhad zdravotních rizik pro redukční skupinu lidí	20
4.4.2 Odhad zdravotních rizik pro karcinogenní látky	21
4.4.3 Šíření celkového rizika	22
4.4.4 Omezení a řešení	22
POUŽITÁ LITERATURA	24

• Odevzdání před zkouškou

• Písemný test

• Hodnocení práce bude součástí výsledné známky (písemný test + seminární práce)

↻

↻

MUNI | REC