



Centrum pro výzkum  
toxických látek  
v prostředí

MUNI

# Hodnocení ekologických rizik

## 01 - Základní pojmy a definice

Mgr. Jana Vašíčková, Ph.D.

[vasickova@recetox.muni.cz](mailto:vasickova@recetox.muni.cz)



# Osnova předmětu

- Úvod – vymezení oboru pro hodnocení ekologických rizik, základní pojmy: riziko, charakterizace a prioritizace rizik, hodnocení rizik. Základní metodické schéma hodnocení rizik.
- Důvody aplikace analýzy rizik: lokální, regionální a globální vlivy, vnímání rizik.
- Zákonné regulace, informační zdroje
- Základní metodické schéma hodnocení rizik: hodnocení nebezpečnosti, hodnocení expozice, hodnocení účinku, charakterizace rizika, management rizika.
- Tvorba koncepčního modelu
- Hodnocení expozice: obecné zákonitosti hodnocení expozice. osud látek v prostředí, chemické analýzy a biotesty v hodnocení rizik, biomonitoring. Metodiky a modely, matematické modely chemického transportu a osudu látek.
- Hodnocení účinku: Obecné zákonitosti, závislosti dávka - odpověď. Hodnocení účinku: Testy toxicity - vodní, sedimentové a akvatické testy, extrapolace získaných dat, modelování efektů na ekosystém.
- Charakterizace rizika. Metodika souhrnného vyhodnocení.
- Metody multikriteriálního hodnocení Analýza místně specifických rizik – TRIAD přístup a váha evidence (Weight of Evidence)
- Management rizik, Legislativní rámec v ČR a ve světě.
- Prezentace studentů - semestrální práce (každý student bude mít originální zadání studie)



## Požadavky

- Návštěva přednášek není povinná ale výrazně doporučena
- Seminární práce – odevzdání na konci semestru - kvantifikace rizik, plynoucích z konkrétního expozičního scénáře
  - Každý student má vlastní zadání
- Závěrečné zhodnocení – písemný test
  - Nejen testové otázky, ale bude obsahovat i popis schémat, vysvětlení problémů



## Osnova přednášky

- Vymezení oboru
- Základní pojmy
  - Riziko, charakterizace, prioritizace rizik
  - Základní metodické schéma hodnocení rizik
    - hodnocení nebezpečnosti
    - hodnocení expozice
    - hodnocení účinku
    - charakterizace rizika
    - management rizika



# Proč?

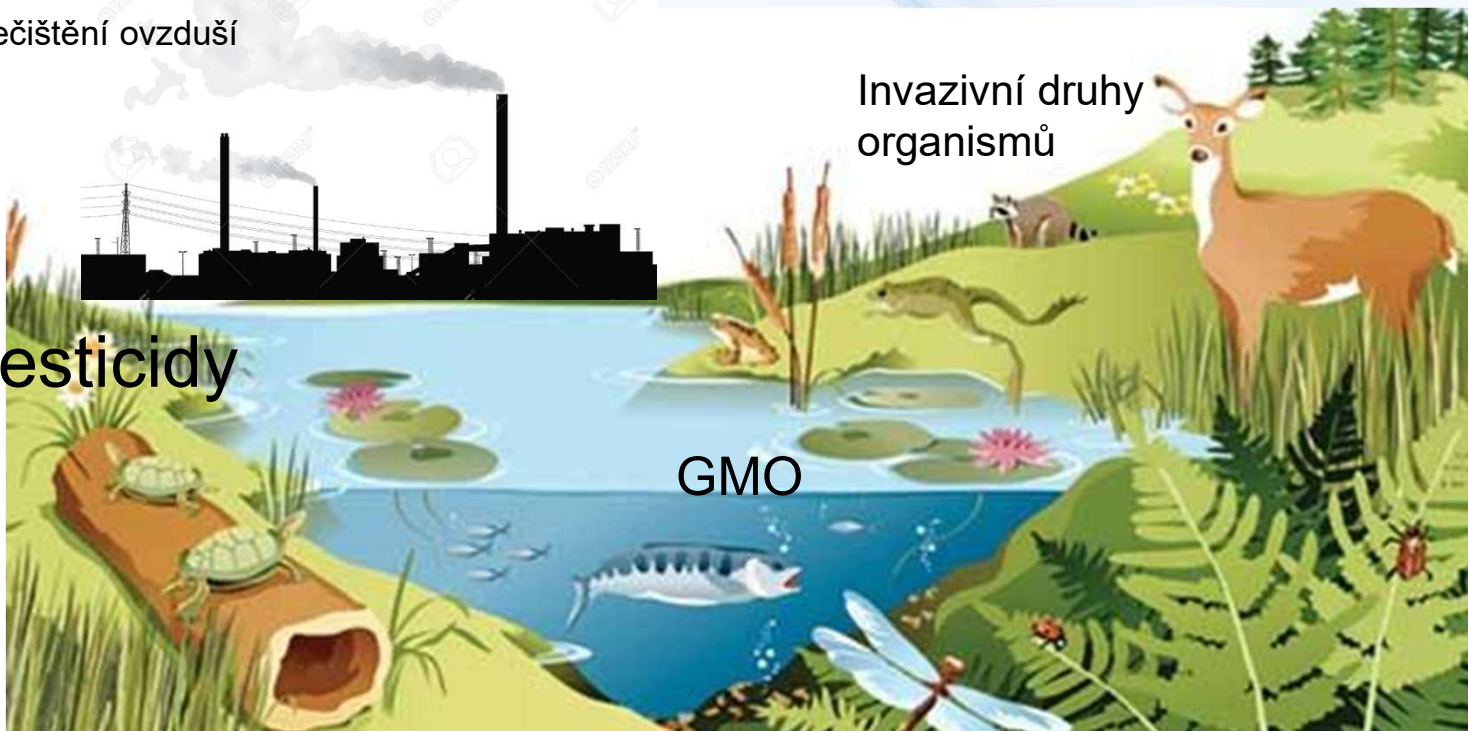
Toxické chemikálie

Znečištění ovzduší

Invazivní druhy  
organismů

Pesticidy

GMO



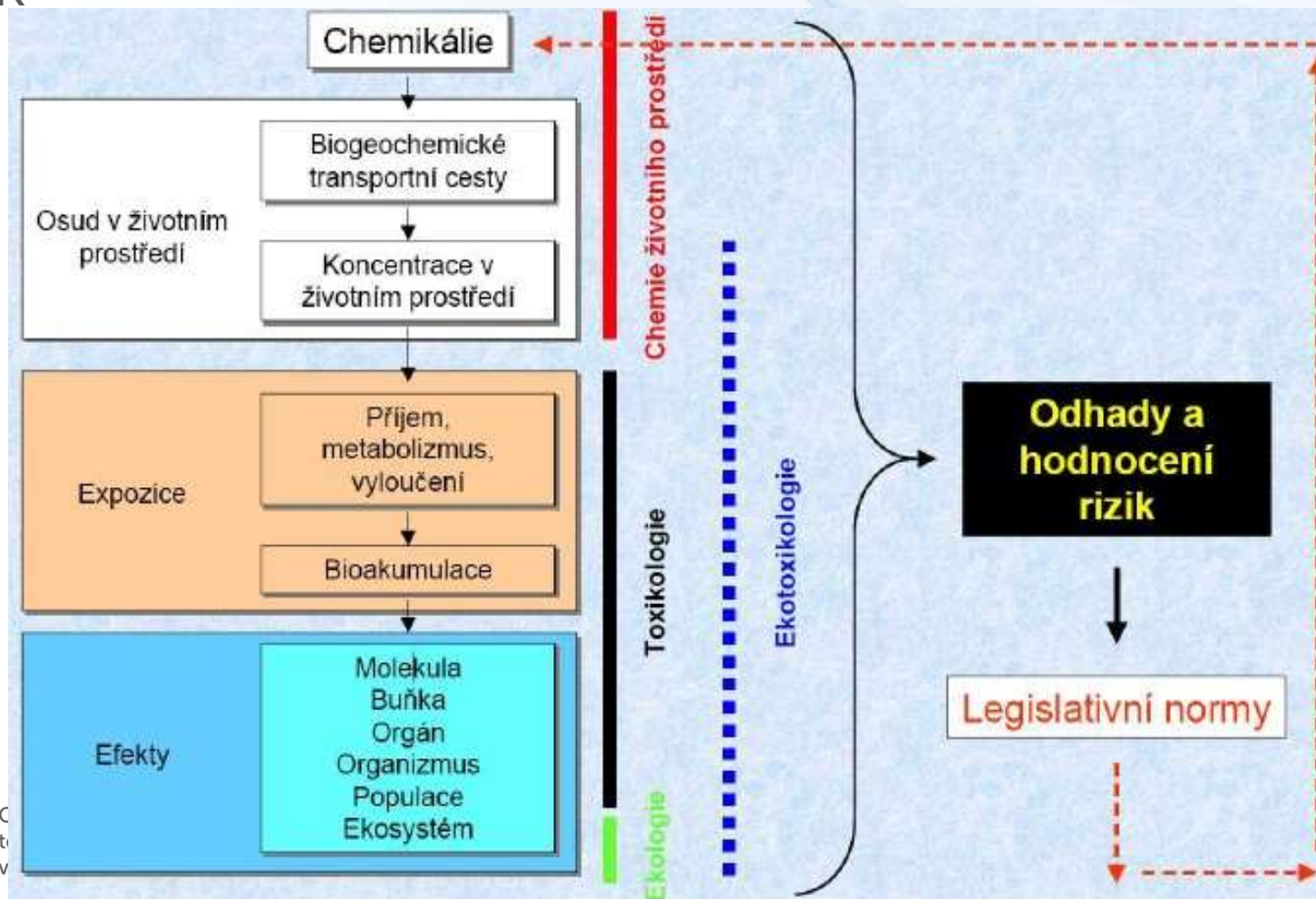
## Proč?

- Zvýšení působení antropogenních tlaků na složky ŽP
  - devastace prostředí, ničení složek ŽP
  - snížení samočisticí schopnosti
  - půdní eroze
  - znečištění ovzduší, půd a vod
- Obtížné hodnocení dopadů na jednotlivé složky životního prostředí
  - velikost a rozmanitost ekosystémů
  - množství antropogenních vlivů
- V současnosti nejlepším dostupným nástrojem pro predikci potencionálního nebezpečí na strukturu a funkci ekosystémů je hodnocení ekologických rizik
- Výstupy jsou důležité pro řízení rizik (rozhodnutí, povolení, postupy, limity atd).



# Proč?

Využívá a integruje metody a postupy ekologie, environmentální chemie, environmentální toxikologie, ekotoxikologie, hydrologie a dalších věd o Zemi při určení podmínečných pravděpodobností výskytu nežádoucích událostí -> RIZIK



C  
t  
v

## Hodnocení rizik

- Hodnocení rizik podle US EPA
  - Human Health
  - Ecological risk assessment
- EcoRA vs. ERA
  - Environmentální rizika - Environmental risk assessment (ERA) se používá k popisu rizik pro člověka v důsledku přítomností kontaminujících látek v životním prostředí
  - Ekologická rizika - Ecological risk (EcoRA) – odkazuje se na rizika pro nehumánní organismy, populace a ekosystémy





## Definice pojmu riziko

- Kvantitativní pojem vyjadřující pravděpodobnost (tj. číslo v rozsahu 0 – 1) se kterou dojde za dané situace a při daném rozsahu expozice k poškození zkoumaného systému
  - 0 k poškození vůbec nedojde
  - 1 k poškození dojde ve všech případech
- Nulové riziko v podstatě neexistuje!
- Přírodní nebo antropogenní původ



## Definice pojmu riziko

- Riziko by mělo být měřitelné v závislosti na svém dopadu a pravděpodobnosti, že nastane
- Závažnost může být různě popsána v závislosti na situaci
  - riziko akutní (katastrofy, již je probíhající výrazná expozice přesahující údržnost systému)
  - reálné (vztahujícím se na současný stav, nikoli však katastrofálních rozměrů)
  - potenciální (prospektivní hodnocení)



## Zdroje rizik

- Antropogenní
  - GMO
  - Syntetické organické sloučeniny, pesticidy
  - Azbestová vlákna, uhlýný prach, kyselá dešť, kontaminace povrchových a podpovrchových vod, ochuzení ozonové vrstvy
- Přírodní
  - Krátkodobá
  - Dlouhodobá
  - Vulkanická erupce
  - Zápavy
  - Sesuvy



## Hodnocení ekologických rizik (EcoRA)

- Proces EcoRA je komplexní proces posuzování vlivu lidské činnosti na strukturu a stav ekosystémů
- Hodnocení se aplikuje na dopad přírodních, ale i antropogenních procesů na ekosystémy
- Většina hodnocení se zaměřuje hlavně na důsledky těch antropogenních
- Konečným cílem hodnocení ekologických rizik je **prospektivní** (predikční) nebo **retrospektivní** posouzení vlivu stresových faktorů na ekosystémy a jejich složky
- Obecně použitelné x místně specifické



## Hodnocení ekologických rizik (EcoRA)

- Proces pro hodnocení pravděpodobnosti, že životní prostředí může být ovlivněno v důsledku vystavení působení jednoho nebo více ekologických stresorů
  - chemické látky, změna půdy, nemoci, invazivní druhy a změny klimatu
- Proces shromažďování, organizování a analyzování informací pro odhad pravděpodobnosti nežádoucích účinků na nehumánní organismy, populace, nebo ekosystémy v důsledku expozice jednoho nebo více stresorů
- Nástroj pro predikci potenciálního nebezpečí a negativních dopadů stresorů na strukturu a funkci ekosystému



# Prospektivní vs. retrospektivní hodnocení rizik

## Prospektivní

- Představuje především analýzu potenciálních rizik souvisejících s plánováním zásahů do ekosystémů
- metodicky zahrnuje podchycení iniciálního stavu a hodnocení rizik je provedeno v rovině potenciálních odhadů
- jako jediná forma zahrnuje významnou možnost prevence

## Retrospektivní

- Hodnocení vyvolané potřebou postihnout možný negativní vliv v minulosti, případně i podchytit stávající stav systému.
- Relativně velmi komplikovaná situace, úspěšnost analýzy je závislá na dostupnosti informací o zdrojích znečištění.
- posuzování rizik z úniků nebo jiných událostí v minulosti a vyhodnocování rizik spojených s budoucími důsledky těchto událostí.
- Např. patří mezi ně pokračující toxické účinky havárií -> šíření kontaminantů do jiných oblastí atd.
- Výstupem hodnocení starých zátěží mohou být například sanační

doporučení, apod.



## Historický vznik hodnocení rizik

- Každá činnost spojená s chemickými látkami (výroba, doprava, použití, likvidace atd.) je zdrojem rizik jak pro člověka (zdravotních rizik), tak i pro životní prostředí (ekologických rizik)
- Metodika hodnocení ekologických rizik se vyvíjí asi od roku 1980
- Koncepty hodnocení zdravotních a ekologických rizik vychází z materiálů vypracovaných US EPA v letech 1983-1987 a počátkem devadesátých letch byla přijata jako základ dokumentů EU
- Hodnocení ekologických rizik - bylo odvozeno z praxe v hodnocení rizika pro lidské zdraví, posouzení nebezpečnosti pro životní prostředí a posuzování vlivů na životní prostředí



## Proč je hodnocení rizik důležité?

- Známo asi 5mil. Chemických látek
  - Používání asi 100 000
    - Asi 1000 látek v množství 400 mil t/r
    - Roční přírůstek asi 500-1000 nových látek
    - U většiny z nich neznáme možná rizika, neznáme ekotoxikologická data, zvl. data o dlouhodobých účincích
    - rychlost testování a hodnocení látek je mnohonásobně menší než rychlost jejich zavádění
    - hlavní zdroje potencialních rizik
      - radioisotopy, toxické plyny, GMO, syntetické organické sloučeniny, těžké kovy a zemědělské biocidy.





## K čemu se EcoRA využívá?

- Průmysl, vládní agentury, politici, občané, a zákonodárci využívají EcoRA pro podporu rozhodnutí v managementu životního prostředí
  - uspořádává informace a přispívá k informovaným rozhodnutím
  - může zvýraznit největší riziko, což je užitečné pro alokaci omezených zdrojů
  - umožňuje odpovědi na "co kdyby" otázky týkající se následků možných činností
  - usnadňuje jednoznačnou identifikaci hodnotných komponent v prostředí
  - identifikuje kritické mezery ve znalostech, a tím přispívá ke stanovení priorit budoucích výzkumných potřeb



## Kdo využívá EcoRa?

- Česká inspekce životního prostředí
- orgány státní a veřejné správy a organizace v jejich působnosti
- vodohospodářské úřady (Krajské úřady, obce s rozšířenou působností)
- soukromé subjekty působící v ochraně životního prostředí
- nabyvatelé, vlastníci a uživatelé kontaminovaných lokalit



## Využití hodnocení rizik

- V současnosti nejlepší dostupný nástroj pro predikci potenciálního nebezpečí a negativních dopadů antropogenních aktivit na strukturu a funkci ekosystému.
- Obecně použitelné nebo místně specifické
- Každá technologická činnost, výrobní proces či výraznější stavitelská aktivita představují potenciální riziko pro existující ekosystémy
- Konečným cílem hodnocení ekologických rizik je prospektivní nebo retrospektivní posouzení vlivu stresových faktorů
  - chemických kontaminantů, antropogenních zásahů nebo přírodních katastrof na ekosystémy a jejich složky



## 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.
- Hodnocení účinku (toxicity) – stanovení povahy a rozsahu negativních účinků vzhledem k velikosti dávky
- Stresor: fyzikální, chemická nebo biologická jednotka, která může vyvolat negativní reakci



## Základní pojmy

- Hodnocení rizika - proces založený na zpracování existujících dat o stavu systému, expozici a rozsahu existujících nebo potenciálně možných účinků. Syntéza všech údajů a charakterizace existujících či potenciálních rizik.
- Základem hodnocení rizika je parametrické vyjádření jednotlivých faktorů, včetně určení rozsahu jejich hodnot.
- Nebezpečnost (hazard) – je schopnost chemické látky mít nepříznivý účinek na životní prostředí, která je determinována fyzikálními a chemickými vlastnostmi látky,
- Předpověď (identifikace) nebezpečnosti (Hazard prediction or hazard identification) – zahrnuje proces rozpoznání a predikce nebezpečnosti.
- Riziko - vyjadřuje pravděpodobnost, se kterou skutečně dojde za definovaných podmínek expozice k projevu nepříznivého účinku. 0 (k poškození vůbec nedojde) do 1 (k poškození dojde ve všech případech).
- Vyjádření rizika – poměr mezi počtem individuí, které za určitých expozičních podmínek utrpí újmu k celkovému počtu jedinců vystavených identickému činiteli za stejných expozičních podmínek



## Základní pojmy

- Expozice je chápána jako kontakt chemické látky s vnějšími hranicemi organismu či s definovanou částí životního prostředí (ekosystémem).
- Expoziční podmínky – charakterizují cílové populace (objekty)
- Endpoint - měřitelný parametr se vztahem k efektu
- Receptor - rostlina, zvíře, společenství organismů, nebo ekosystém, který je vystaven stresorů v životním prostředí
- 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. mg.kg-1.d-1)



## Základní pojmy

- Řízení rizik - Proces stanovení patřičných opatření v reakci na rizika
- Nejistota - Nedostatek důvěry v predikci posouzení rizik, které mohou vyplynout z přirozené variability v přírodních procesech, nepřesné nebo neúplné znalosti, nebo chyby v provedení posouzení



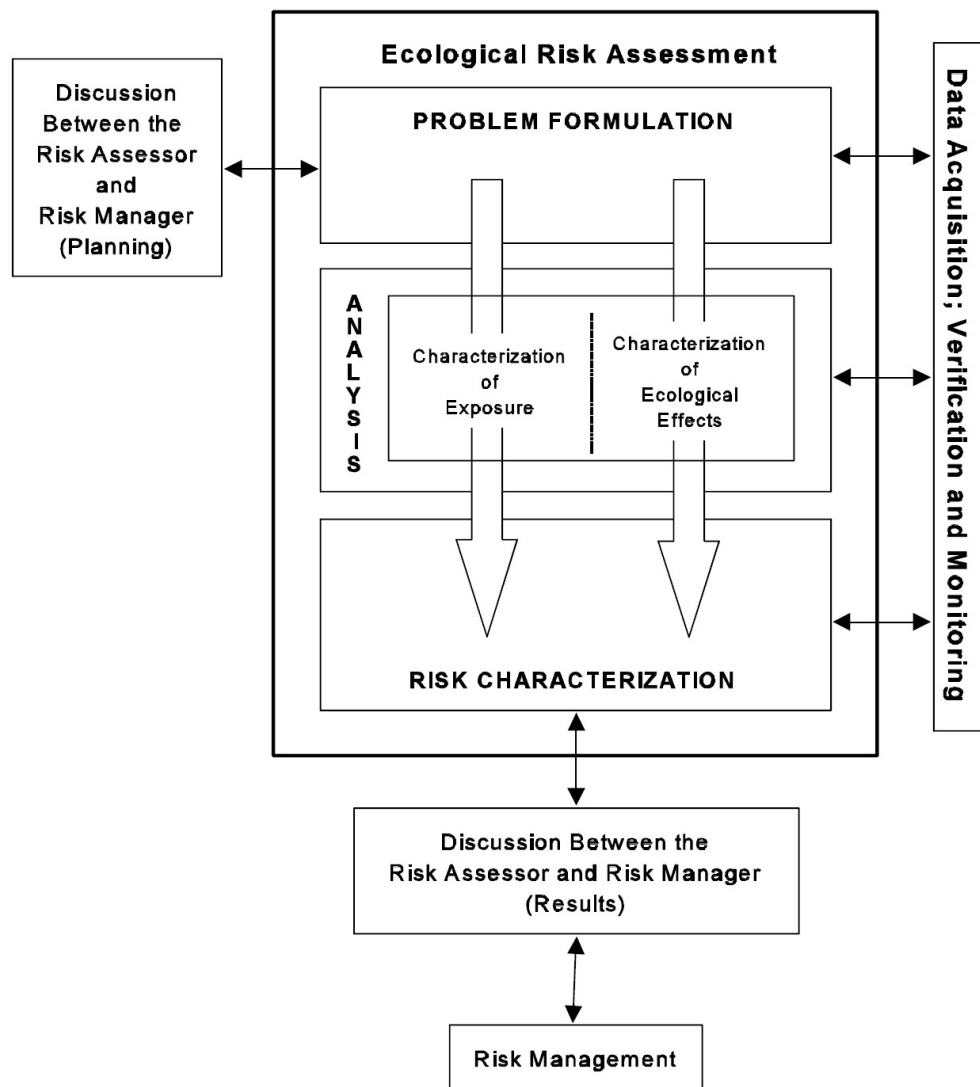
## Metodika hodnocení ekologických rizik (EcoRA)

- mezioborový proces
- metodická standardizace je zcela nezbytná (obrana proti nadbytečnému navyšování nákladů nebo účelovému zneužívání komplikovaných a nejasných metodik)
- Potřeba standardizované metodiky vynucena i rozsahem řešených problémů a nutností předat jednotný, byť obecnější návod na jejich řešení.
- Ačkoli má tedy proces EcoRA jednoznačně vědecké základy i vývoj, z praktického hlediska musí jít o zjednodušený rutinní proces, s možností jednoznačné kontroly a opakovaných aplikací
- V současné době jednoznačně nejlépe propracovaný přístup pro použití EcoRA je přístup US EPA





# Obecné schéma EcoRA



## Metodika hodnocení ekologických rizik

- Obecně standardizovaný postup, jehož jednotlivé kroky vedou k hodnocení a řízení rizika
- Posloupnost kroků týkajících se formulace problému parametrického hodnocení expozice a biologických účinků a charakterizace rizika.
- Součástí analýzy je i závěrečné doporučení pro interpretaci zjištěných rizik a jejich management
- Za klíčové prvky určující úspěšnost celého procesu hodnocení je nutné považovat reprezentativní formulaci problému a výběr adekvátních cílových parametrů hodnocení
- Průběh tohoto procesu má vztahy nejen k vědeckému hodnocení vlivů stresových faktorů, ale také k legislativnímu pozadí, normám obsahu kontaminantů a dalším legislativním předpisům. Jedná se tedy o komplexní proces.



## Plánování

- účel, rozsah a technické přístupy
- nutno odpovědět na následující otázky
  - Kdo/Co/Kde je v ohrožení? (Individua, populace,...)
  - Jaké povahy je zdroj ohrožení životního prostředí? (chemický, fyzikální, ...)
  - Odkud tyto environmentální rizika pocházejí? (bodové, rozptýlené, ...)
  - Jak k expozici dochází? (vzduch, podzemní voda, půda,...)
  - Cesty expozice (dermální, inhalační, ...)



## Plánování

- Co se děje v tělech organismů a mohou být ovlivněna jejich životní, vývojová stádia, genetika? (absorpce, distribuce, metabolismus, vylučování)
- Jaké jsou ekologické účinky? (změny v reprodukci, nádory, úmrtnost,...)
- Doba kdy dojde k vyvolání toxicikých účinků (akutní, subchronická, chronická,
- Timing (existence kritické doby kdy je chemická látka nejtoxičtější? – embyonální vývoj, juvenilní stádia, dospělost)

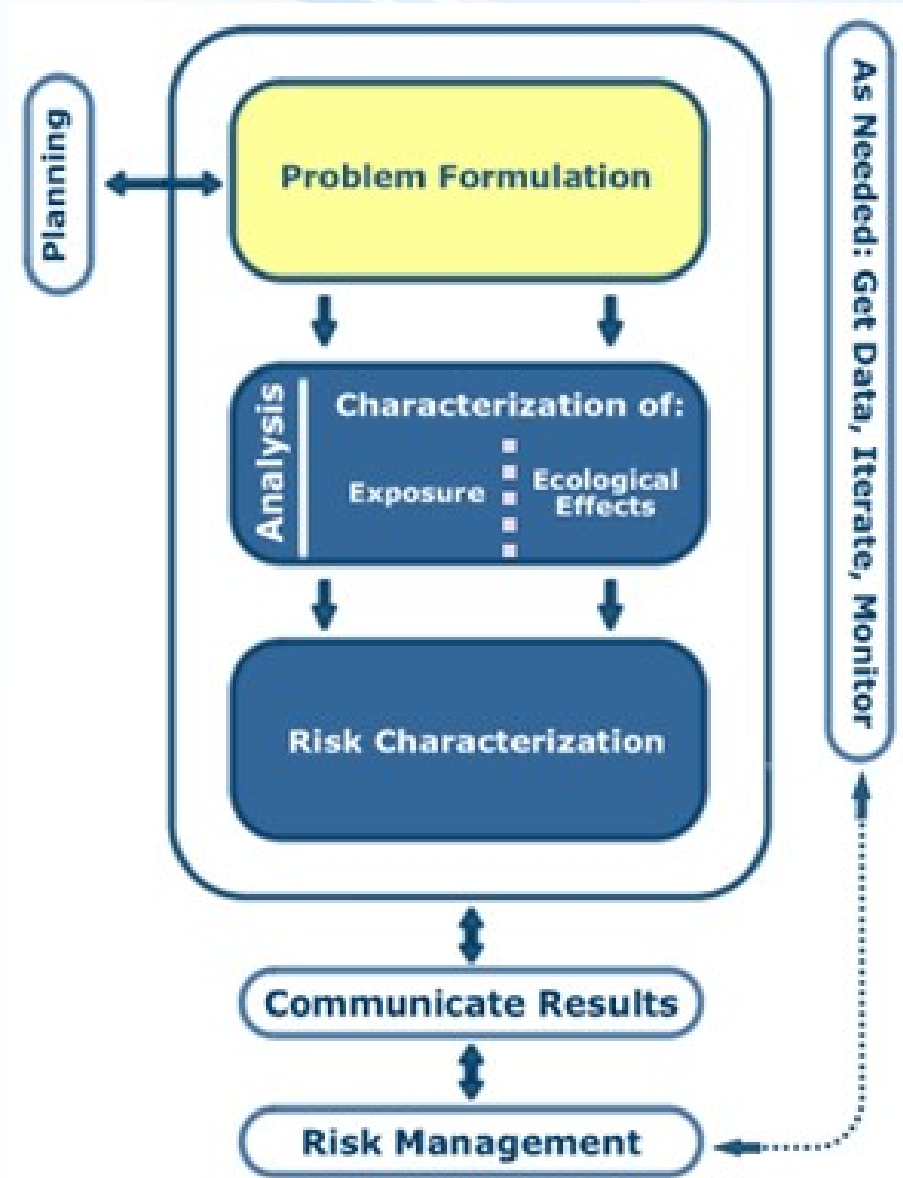


## Obecné schéma EcoRA

- Komplexní proces – zjednodušené schéma
  - Formulace problému, Identifikace zdroje problému
  - Analýza
    - A) Hodnocení expozice + B) Hodnocení účinků
  - Charakterizace rizika
  - Expertní interpretace
  - Management rizika, legislativní kroky a opora organizační zajištění



# Fáze I: Formulace problému

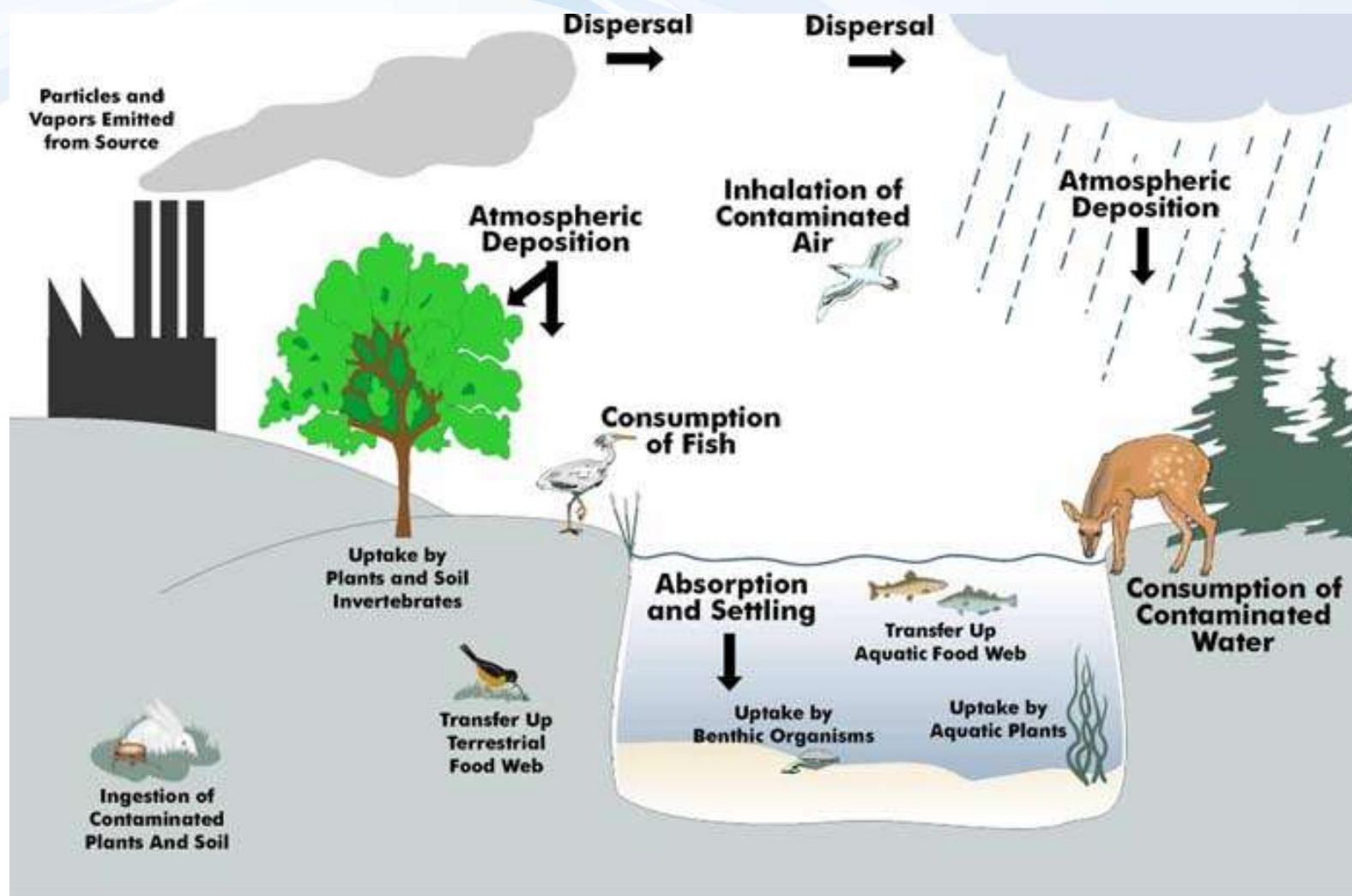


## Formulace problému

- vytváření informační základny pro další hodnocení
  - popis konkrétní situace
  - vymezení zájmového území
  - identifikaci nebezpečnosti ve spojitosti s konkrétními zdroji a stresory
- Informace jsou získávány teoretickou formou i průzkumem zájmové oblasti
- Hlavní výstupy této fáze
  - a) výběr vhodných biologických systémů pro hodnocení a určení parametrizace jejich znaků
  - b) vytvoření koncepčního modelu EcoRA se stanovením strategie dalšího postupu
  - c) určení vhodného scénáře EcoRA

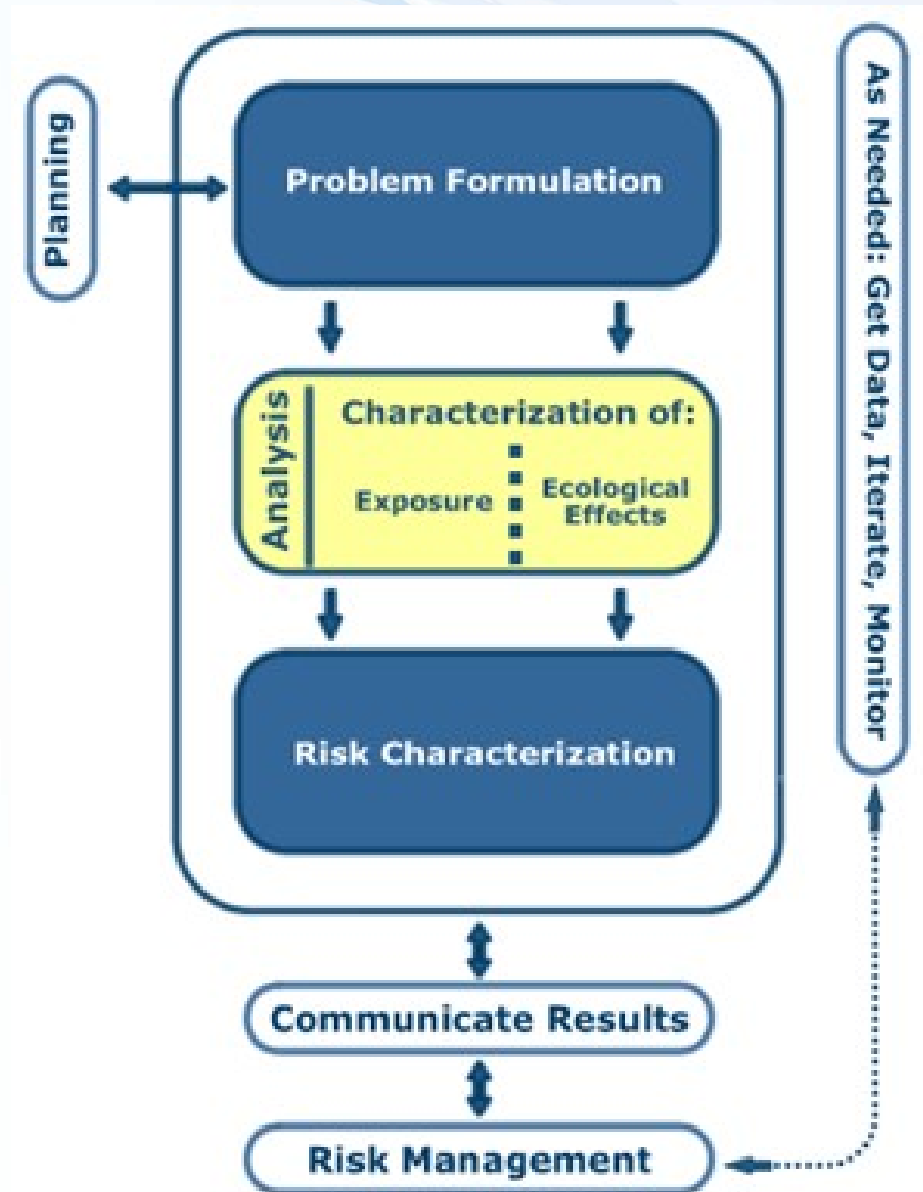


# Koncepční model



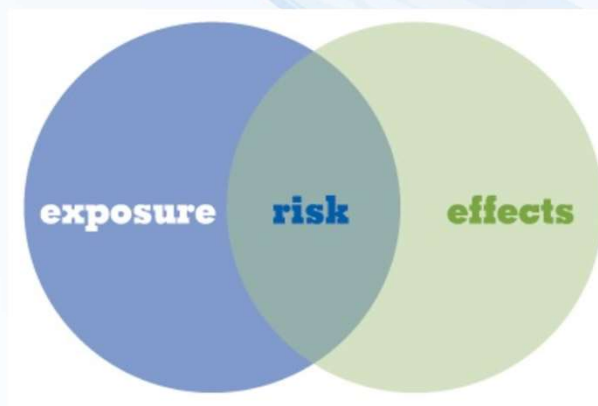


## Fáze II. Analýza



## Fáze II. Analýza

- Hodnocení expozice a hodnocení účinků spolu úzce souvisejí.



- Musí být koordinované s aktivitami charakterizujícími fyzikální a chemické vlastnosti sledované lokality či oblasti.
- I přes velmi úzkou souvislost těchto hodnocení neexistují standardní přístupy ani specifická sada metod EcoRA pro všechna místa – každé hodnocení je unikátní a místně specifické.





## A) Hodnocení expozice

- Základní předpoklad pro existenci účinků
- Vyjadřuje se ve vazbě na prokazatelně přítomné stresory v prostředí nebo jako funkce dávky - například dle očekávaného příjmu v potravě
- popisovány zdroje, cesty, velikost, četnost a trvání expozice jednotlivce, části populace či ekosystému sledované chemické látky





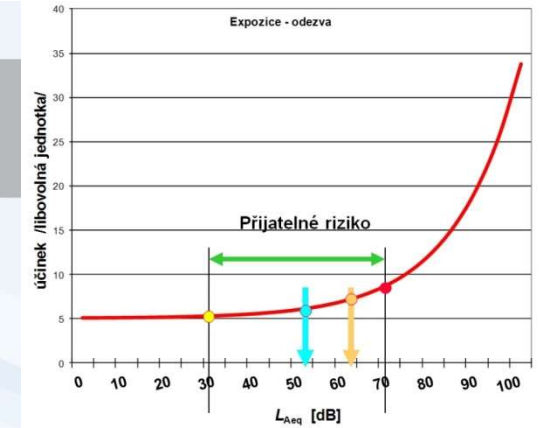
## A) Hodnocení expozice

- Existují tři základní nástroje k hodnocení expozice, které se zpravidla uplatňují současně:
  - přímé měření koncentrací znečišťující látky v prostředí (chemický monitoring)
  - měření koncentrace látky nebo jejích metabolitů v organismech (biologický monitoring)
  - matematický model popisující osud a transport látky v životním prostředí
- Cílovým parametrem hodnocení expozice je stanovení koncentrace látky v životním prostředí, označované **PEC** („Predicted Environmental Concentration“).
- Prvním krokem hodnocení expozice je odhad **místní (lokální) PEC** v jednotlivých složkách.





## B) Hodnocení účinků



- analýza vztahu mezi dávkou a odpovědí
- studován vztah mezi množstvím chemické látky přítomné v životním prostředí a mírou nežádoucího účinku - odezvou
- Posouzení vlivu stresoru a jeho míry působení na živý organismus, receptor
- Biologický receptor - biologicky systém, který bude využit jednak k identifikaci existujících nebo potenciálních účinků stresorů a na kterém bude dokumentována nebezpečnost stresoru pro hodnocené zájmové území a jeho ekosystémy
- Účinek - kvalitativní pojem (hepatotoxický, genotoxický)
- Odpověď - měřitelná míra - změna aktivity jaterního enzymu,...
- Dávka - množství látky vstupující do organismu, prostředí





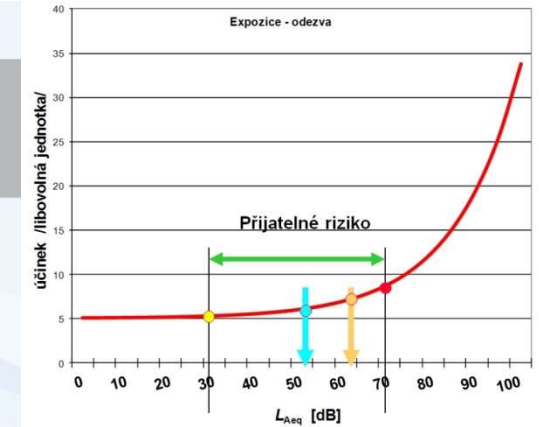
## Hodnocení účinků

- Před vlastním posuzováním účinků je nutné definovat (ve fázi formulace problému EcoRA) organismy (receptory), pro které bude hodnocení účinku provedeno
- Metodický postup a výběr vhodných biologických modelů je odvislý od konkrétní situace a většinou kombinuje ekotoxikologické biotesty a bio indikační postupy provozované v podmínkách in situ.





## Hodnocení účinků



- Cílem analýzy je nalezení tzv. **PNEC** („Predicted No-Effect Concentration“) - koncentrace, která nezpůsobí nežádoucí účinek na životní prostředí.
- Stěžejní význam mají v tomto kroku matematické a statistické metody a studium kvantitativních vztahů mezi strukturou a biologickou účinností chemických látek.
- $PNEC = EC_n / f$ 
  - $EC_n$  - efektivní koncentrace, která se považuje za vhodný model nízkého účinku
  - $f$  – bezpečnostní faktor (1-1000) = stupeň znalosti o účincích (princip předběžné opatrnosti)



## Kritérium přijatelnosti

- $HI = PEC/PNEC$

<1 riziko aplikace látky je přijatelné

očekávaná koncentrace v prostředí je nižší než bezpečný odhad koncentrace, která může způsobit negativní účinek

>1 riziko nepřijatelné



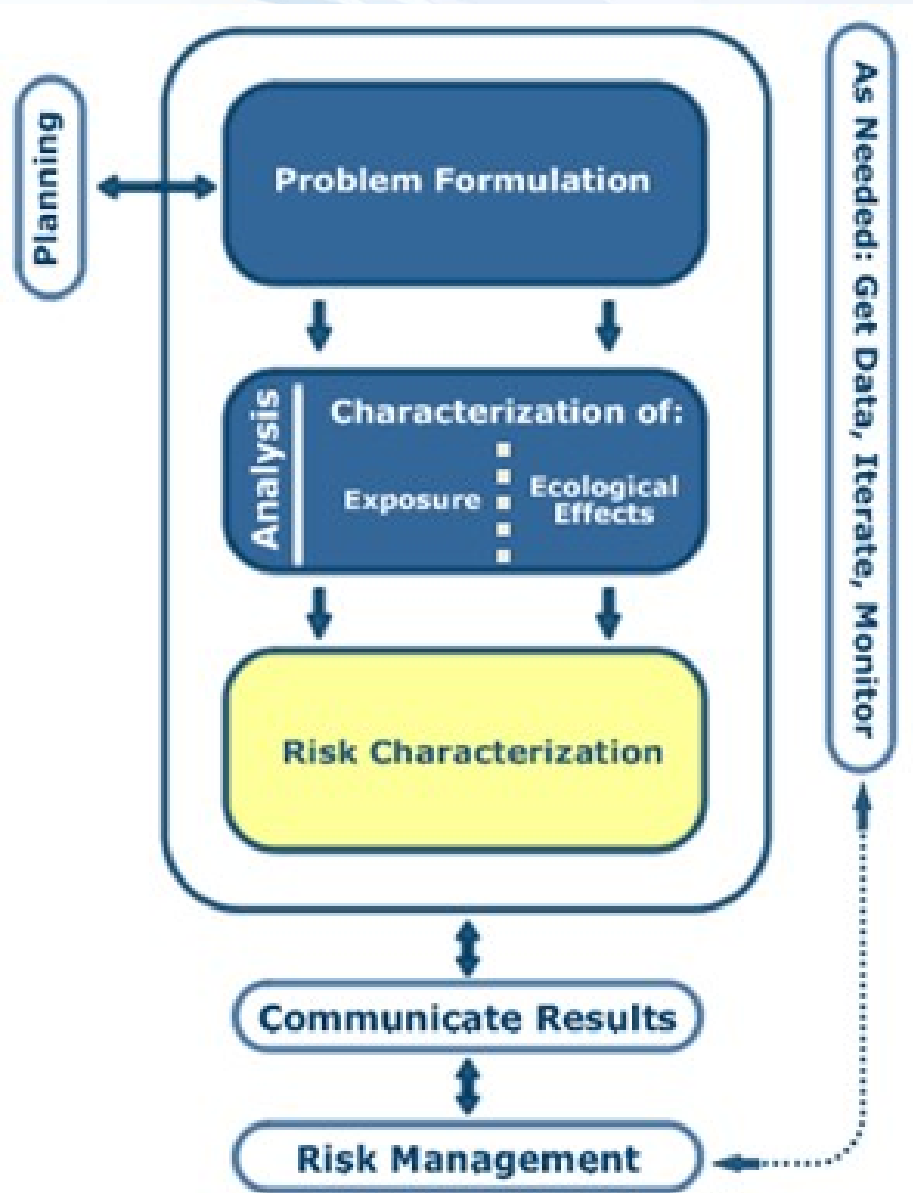


# Metodika hodnocení expozice a účinků

- Neexistuje specifická sada metod pro všechny místa – každé hodnocení je unikátní
- EcoRA se musí vypořádat s mnoha druhy organismů, které mají různou citlivost vůči chemikáliím
- Metodický postup a výběr vhodných biologických modelů odvislý od konkrétní situace
- Často kombinuje ekotoxikologické biotesty a bioindikační postupy provozované v podmínkách in situ
- Vzhledem k potížím při získávání údajů o toxicitě pro všechny organismy v ekosystému, uznávanou praxí je testování vybraných zástupců významných taxonomických skupin a použít je jako náhražek pro celý systém - diskutabilní



# Fázell: Charakterizace rizika



## Charakterizace rizika

- Sumarizace výsledků předchozích kroků,
- kvantifikace rizika, diskuze nepřesností a nejistot, které odhad jednotlivých parametrů provázely
- charakterizováno velikostí individuálního a celkového dávkového ekvivalentu pro nejvíce citlivý druh, nebo pro biologický systém indikující nějakou významnou hodnotu v daném ekosystému



## Charakterizace rizika

Faktory které je nutné brát v potaz

- Je riziko akutní nebo chronické?
- Jaká je závažnost dopadů?
- Jaké je doba, po kterou k nim dochází?
- Je riziko pro jednoho živočišného druhu nebo mnoha druhů?
- Kolik organismů je v nebezpečí?



## Charakterizace rizika

- Některé přístupy používané pro odpovědi na tyto otázky zahrnují:
- Polní pozorovací studie (průzkumy)
- kategorické žebříčky
- Procesní modely, které se spoléhají částečně nebo zcela na teoretické aproximace expozice a účinků
- Srovnání dat expozice a úč



## Principy charakterizace rizik

- Transparentnost
- Jednoznačnost
- Konzistence
- Přiměřenost



## Praktické požadavky na hodnocení ekologických rizik

- Plánování
- Informativnost
- Úspornost – efektivita
- Praktická využitelnost
- Interpretovatelnost
- Kontrolovatelnost – validita
- Odpovědnost vůči subjektu hodnocení



# Management rizika

- sumarizace výstupů EcoRA
- Na základě vědomostí o typu a míře rizika následuje analýza přijatelnosti rizika pro další existenci hodnocených systémů
- Možnost podniknout preventivní opatření, změny konkrétní situace směrem ke snižování rizika apod.
- Management rizika musí vždy obsahovat následující komponenty:
  - a) ospravedlnění aplikace – žádná aplikace nesmí být přijata, pokud společenský prospěch výrazně nepřevyšuje možné riziko
  - b) optimalizace rizika – riziko má být udržováno na tak nízké úrovni, jak je to z ekonomických a sociálních hledisek rozumně dosažitelné
  - c) plnění limitů – musí být splněny limity pro jednotlivce z obyvatelstva
  - d) důsledná kontrola všemi účastníky procesu dle míry odpovědnosti





## Zákonné regulace

### Přehled norem v oblasti životního prostředí

- Pro praktickou ochranu zdraví obyvatel a životního prostředí je třeba převést výsledky do formy limitů, norem a dalších regulací vymezených legislativou
- Ministerstvo životního prostředí  
[www.env.cz](http://www.env.cz)
- Zákon – parlament
- Vyhláška – různé orgány
- Směrnice – ministerstva
- Nařízení – vlády
- Metodický pokyn



Ministerstvo životního prostředí  
České republiky



Centrum pro výzkum  
toxických látek  
v prostředí

# Zákonné regulace - Rizika pro životní prostředí

- Odbor environmentálních rizik a ekologických škod (OEREŠ)
  - celostátní koncepce prevence škod v těchto oblastech:
    - Chemické látky
    - Závažné průmyslové havárie
    - Nakládání s GMO
    - Staré ekologické zátěže
      - Metodický pokyn MŽP Analýza rizik kontaminovaného území, Věstník MŽP č. 3, březen 2011



Ministerstvo životního prostředí  
České republiky



Centrum pro výzkum  
toxických látek  
v prostředí

## Kde hledat?

- [http://www.mzp.cz/cz/rizika\\_zivotni\\_prostredi](http://www.mzp.cz/cz/rizika_zivotni_prostredi)

- **Sbírka zákonů**

<http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/start.aspx>

- **Metodiky MŽP**

[http://www.mzp.cz/cz/metodiky\\_ekologicke\\_zateze](http://www.mzp.cz/cz/metodiky_ekologicke_zateze)



# Přehled norem z oblasti životního prostředí - ČSN ISO

## Příklady:

- Zákon České národní rady o posuzování vlivů na životní prostředí - 244/92 Sb (EIA – Environmental Impact Assessment)
- Nařízení vlády, kterým se stanoví ukazatele a hodnoty přípustného stupně znečištění vod - 82/1999 Sb.



## Informační zdroje - Mezinárodní

- EU – odkazy na MŽP (např: <http://eur-lex.europa.eu/cs/index.htm> )
- US Environmental Protection Agency (EPA) - [www.epa.gov](http://www.epa.gov)
- IRIS – Integrated Risk Information System - [www.epa.gov/iris](http://www.epa.gov/iris)
- ATSDR – Agency for Toxic Substances and Disease Registry – [atsdr1.atsdr.cdc.gov](http://atsdr1.atsdr.cdc.gov)
- Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 REACH



## Informační zdroje - Mezinárodní

### US EPA

<https://www.epa.gov/risk/risk-assessment-guidelines>

- FRAMEWORK FOR ECOLOGICAL RISK ASSESSMENT (EPA/630/R-92/001) - 1992
- Guidelines for Ecological Risk Assessment (EPA/630/R-95/002F) - 1998
- Ecological Risk Assessment Guidance for Superfund (EPA 540-R-97-006) - 1997

### ECHA

- Technical Guidance Document on Risk Assessment
  - [https://echa.europa.eu/documents/10162/16960216/tgdpart2\\_2ed\\_en.pdf](https://echa.europa.eu/documents/10162/16960216/tgdpart2_2ed_en.pdf)

