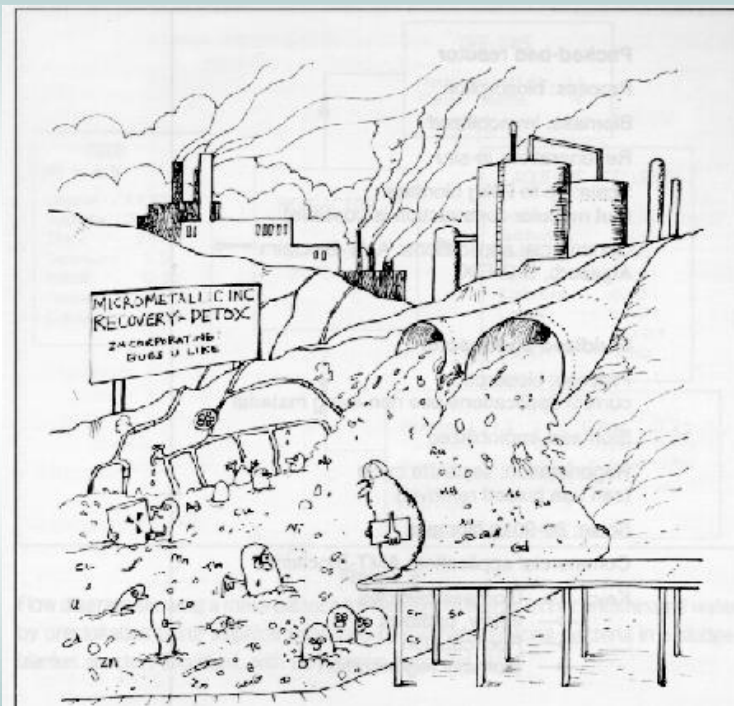


Opuštěné průmyslové oblasti, jejich revitalizace a hodnocení dopadu na zdraví



MAGDALENA ZIMOVÁ,

**Státní zdravotní ústav Praha, NRC pro hygienu půdy a odpadů
Šrobárova 48, Praha 10
magdalena.zimova@szu.cz**

Staré ekologické zátěže

- Za starou ekologickou zátěž považujeme závažnou kontaminaci horninového prostředí, podzemních nebo povrchových vod, ke které v minulosti došlo nevhodným nakládáním s rizikovými látkami, jako např. ropnými látkami, pesticidy, PCB, chlorovanými a aromatickými uhlovodíky, těžkými kovy apod.
- Základním požadavkem pro komplexní posouzení reálných či potencionálních rizik plynoucích ze starých ekologických zátěží např. opuštěných průmyslových oblastí je analýza rizik kontaminovaného území. Komplexní posouzení rizik obsahuje i posouzení zdravotních rizik.
- V ČR je hlavním garantem za řešení starých ekologických zátěží MŽP.
- Hodnocení zdravotních rizik provádí oprávněné osoby a pro tyto osoby vydává pověření MZ.

Analýza rizik kontaminovaného území

- **Metodický pokyn MŽP Analýza rizik kontaminovaného území, Věstník MŽP, březen 2011, ročník XII, částka 3.**
- **Hodnocení zdravotních rizik - podrobný popis hodnocení je uveden v příloze č.4 výše uvedeného pokynu. Vychází z metodických pokynů SZU a EPA např. U.S. EPA (2019). Guidelines for Human Exposure Assessment**
- **V ČR se provádí AR od roku 1991 v souvislosti se sanací kontaminovaných míst po sovětské armádě, v souvislosti s privatizací různých průmyslových objektů a pod. Součástí analýzy rizik je hodnocení zdravotních rizik.**
- **Do roku 2022 se také posuzují sanační technologie pro sanaci těchto zátěží. Z hlediska hodnocení celého cyklu technologie bylo na SZU posouzeno cca 75 sanačních technologií.**

Cílem hodnocení rizik

- **Cílem hodnocení rizika je popsat existující a potenciální rizika plynoucí z ekologické zátěže na životním prostředí (včetně člověka) a na základě posouzení jejich závažnosti navrhnout a vyhodnotit způsoby eliminace či redukce těchto rizik - management rizika.**
- **Kontaminované lokality bez analýz rizik (nebo jiného fundovaného a podloženého posouzení kontaminace a rizik) je nutno považovat za lokality, kde informace nejsou dostatečné pro odpovědné rozhodování o dalším postupu. Lokalit bez zpracovaných analýz rizik a bez podrobného nebo i jakéhokoliv průzkumu kontaminace je značný počet. Součástí analýzy je i hodnocení zdravotních rizik.**

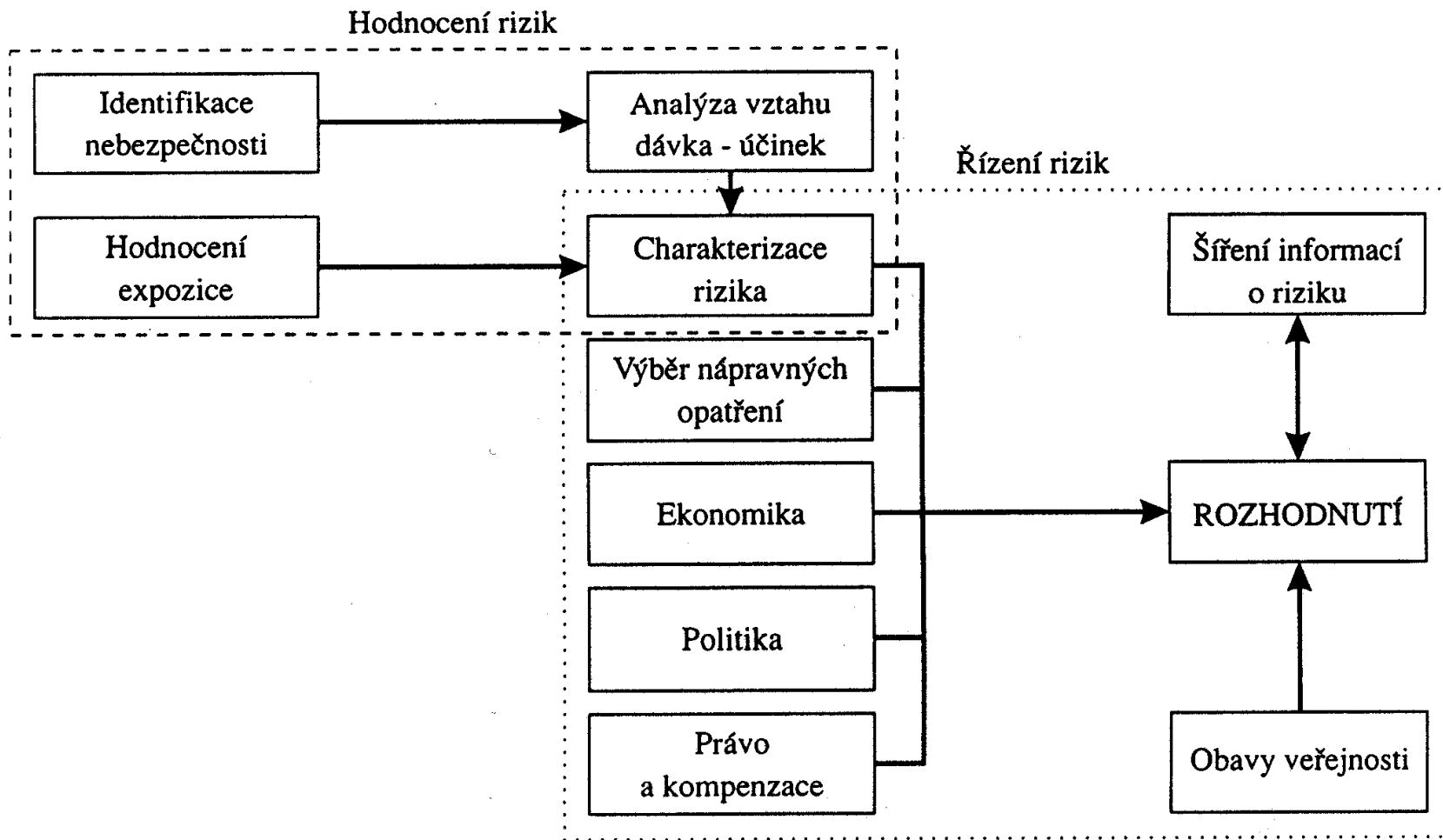
Metodický pokyn MŽP – indikátory znečištění

- **Přehled hodnot indikátorů znečištění zemin, půdního vzduchu a podzemní vody starých ekologických zátěží (129 látek)**
 - I. Kovy
 - II. Monocyklické aromatické uhlovodíky (nehalogenované)
 - III. Polycyklické aromatické uhlovodíky
 - IV. Monocyclické aromatické uhlovodíky (halogenované) - chlorbenzeny a chlorfenoly
 - V. Pesticidy organicky chlorované
 - VI. Ostatní pesticidy
 - VII. Chlorované alifatické uhlovodíky
 - VIII. Ostatní aromatické uhlovodíky (halogenované)
 - IX. Ostatní

Metodický pokyn MŽP – indikátory znečištění

Příloha č. 1 - Přehled hodnot indikátorů znečištění zemin, půdního vzduchu a podzemní vody

	Látka	Registrační číslo CAS	ZEMINA		PODZEMNÍ VODA	PŮDNÍ VZDUCH	
			Průmyslově využívané území	Ostatní plochy		Průmyslově využívané území	Ostatní plochy
			mg/kg sušiny		µg/l	mg/m ³	
č.	I. Kovy						
1	Stříbro	7440-22-4	5 100	390	71		
2	Arsen ⁽¹⁾	7440-38-2	2,4	0,61	0,045		
3	Bór	7440-42-8	200 000	16 000	3 100		
4	Baryum	7440-39-3	190 000	15 000	2 900		
5	Berylium	7440-41-7	2 000	160	16		
6	Kadmium	7440-43-9	800	70	6,9		
7	Kobalt	7440-48-4	300	23	4,7		
8	Chrómové šestiřadí ⁽²⁾	18540-29-9	5,6	0,29	0,031		
9	Měď	7440-50-8	41 000	3 100	620		
10	Železo	7439-89-6	720 000	55 000	11 000		
11	Rtuť	7439-97-6	43	10	0,63		
12	Mangan	7439-96-5	23 000	1 800	320		
13	Molybden	7439-98-7	5 100	390	78		
14	Nikl	7440-02-0	20 000	1 500	300		
15	Olovo ⁽³⁾	7439-92-1	800	400	10		
16	Antimon	7440-36-0	410	31	6,0		
17	Selen	7782-49-2	5 100	390	78		
18	Cín	7440-31-5	610 000	47 000	9 300		
19	Vanad	-	5 100	390	63		
20	Zinek	7440-66-6	310 000	23 000	4 700		
	II. Monocyklické aromatické uhlovodíky (nehalogenované)						
21	Benzen	71-43-2	5,4	1,1	0,39	1,6	0,31
22	Toluen	108-88-3	45 000	5 000	860	22 000	5 200
23	Etylbenzen	100-41-4	27	5,4	1,3	4,9	0,97



Hodnocení zdravotních rizik

Metoda hodnocení zdravotních rizik v oblasti životního prostředí a pracovního prostředí zahrnují čtyři základní kroky:

- 1.) identifikace nebezpečnosti (hazard identification)**
- 2.) určení vztahu dávka - odpověď (evaluation of dose - response relationship)**
- 3.) hodnocení expozice (exposure evaluation, assessment)**
- 4.) charakterizace rizika (risk characterisation).**

Hodnocení zdravotních rizik

- 1. určení míry rizika u pracovníků při sanačních pracích při demolici budov, skladovacích prostor z hlediska kontaminace zeminy a podzemních a povrchových vod;**
- 2. určení míry rizika budoucího obyvatelstva na této zájmové lokalitě;**
- 3. výpočet rizikových limitních hodnot pro prioritní kontaminanty v jednotlivých složkách životního prostředí podle vybraných reálných expozičních scénářů.**

REZIDENČNÍ EXPOZIČNÍ SCÉNÁŘ

- **přímý způsob expozice – ingesce půdních a prachových částic**
 - dermální kontakt s půdou
 - inhalace z ovzduší;
- **nepřímý způsob expozice – konzumace individuálně pěstovaných plodin (listové a kořenové zeleniny, brambor a plodů ovocných stromů)**

Uvažována expozice jedinců žijících v městském prostředí (dům se zahradou) od dětství a během dospělosti - expoziční období (ED) 1 až 30 let

ED (děti 1-6 let) = 6 let

ED (dospělí) = 24 let

Charakterizace nekarcinogenního rizika

- Za měřítko rizika nekarcinogenního účinku látky pro zdraví člověka se považuje tzv. index nebezpečnosti (**Hazard Index, HI**).
- **vychází z referenční dávky**
- **mírou „rizika“ je index nebezpečnosti (HI) (koeficient škodlivosti (HQ), index škodlivosti) je to poměr chronické denní dávky (CDI) a referenční dávky (RfD). $HI = CDI / RfD$**

Ten se stanovuje na základě znalosti referenčních dávek RfD a RfC, získaných z analýzy vztahu "dávka -

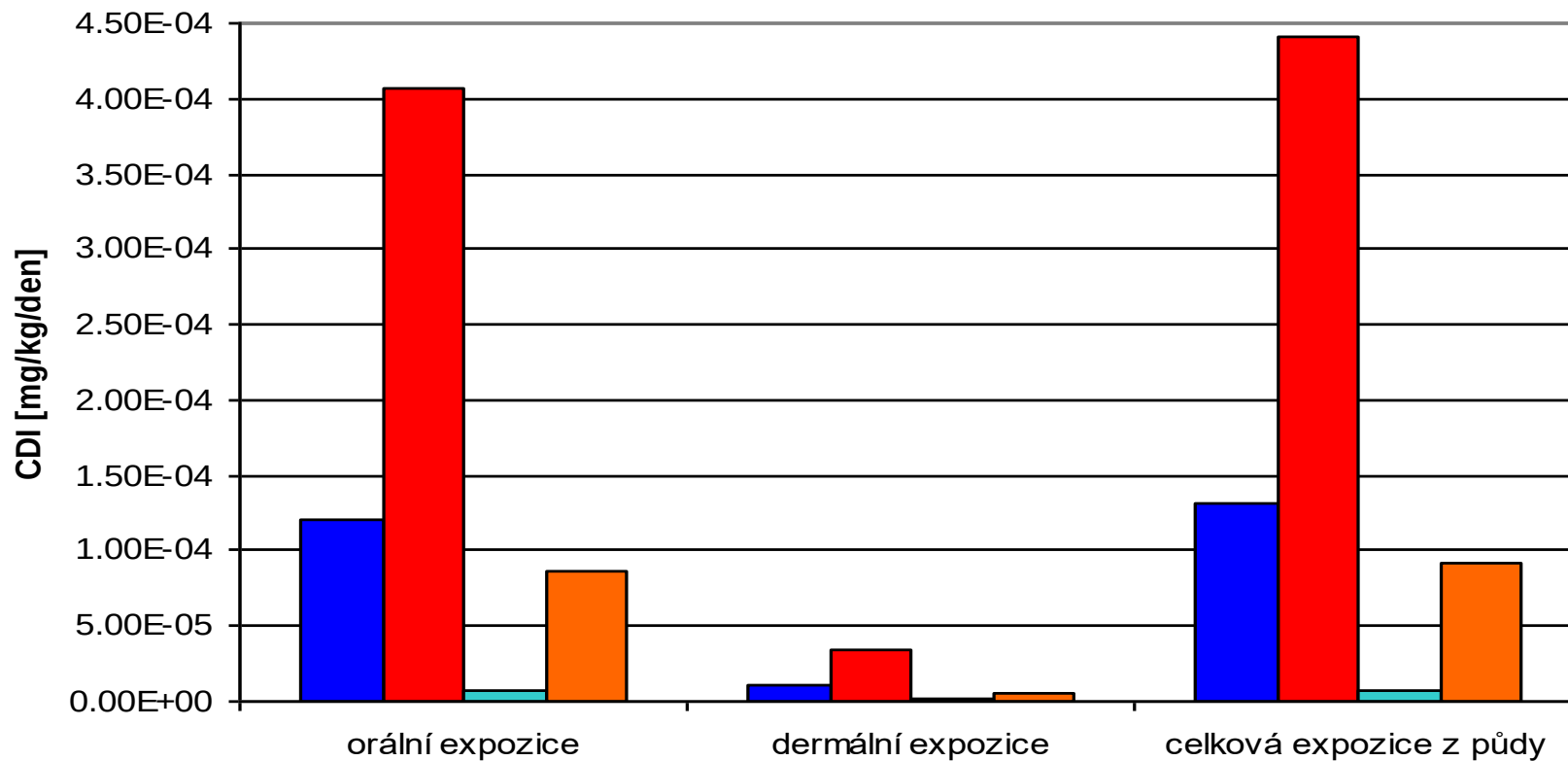
- **index nebezpečnosti nemá pravděpodobnostní (karcinogenní) charakter**
 - **$HI > 1$ indikuje riziko**
 - **$HI > 4$ havarijní situace**
-
- **Těžké kovy, nekarcinogenní organické látky**

Charakterizace karcinogenního rizika

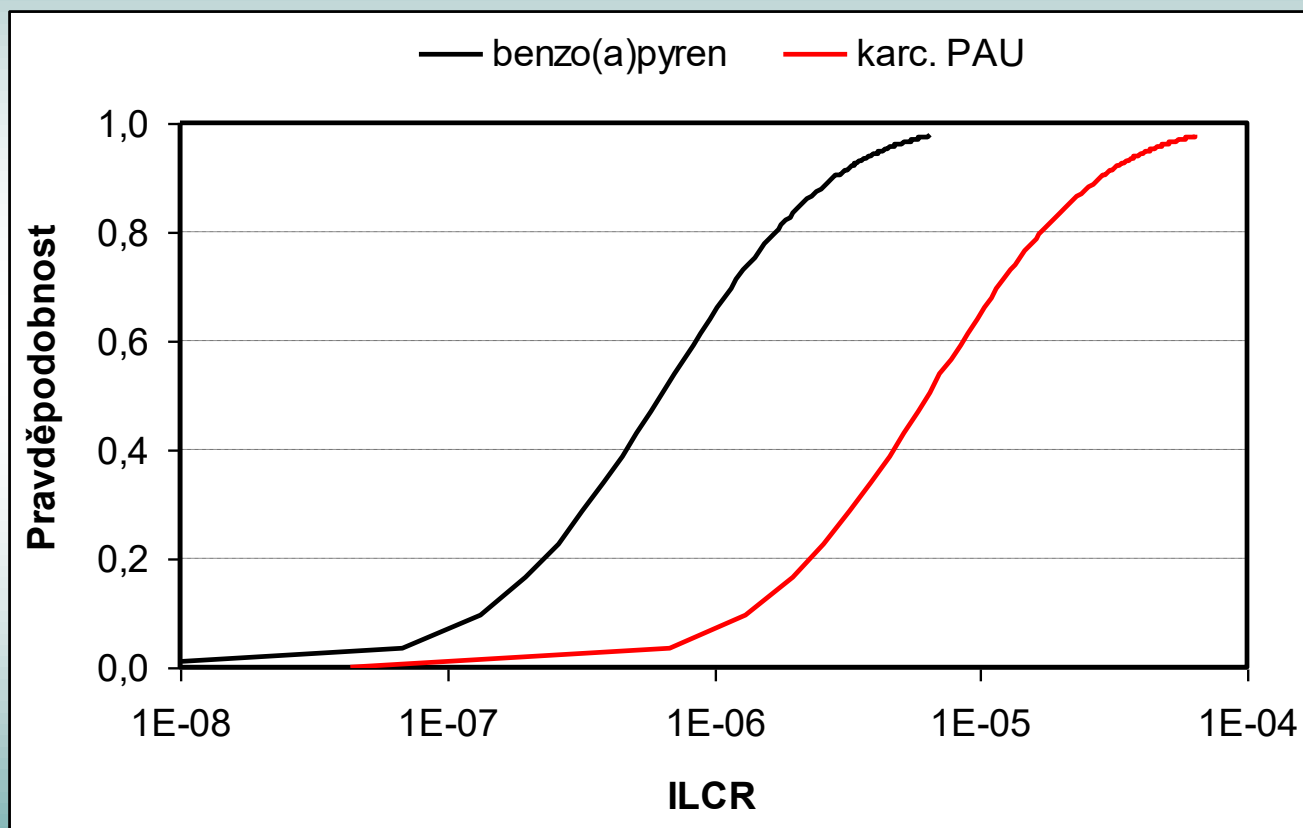
- V tomto případě musíme znát velikost expoziční dávky a faktor směrnice pro chemickou látku. Riziko zvýšení počtu nádorových onemocnění je kalkulováno pomocí faktoru směrnice (SF, Slope Factor) a expoziční dávky (LADD, Lifetime Average Daily Dose) nebo z průměrné celoživotní denní expozice (Chronic Daily Intake - CDI). Následně se hodnotí celoživotní pravděpodobnost možného karcinogenního rizika - individuální celoživotní riziko rakoviny (Individual Lifetime Cancer risk - ILCR).
- **ILCR = CDI_c x CSF**
 - CDI_c = průměrné celoživotní denní expozice
 - CSF = faktor směrnice (cancer slope factor)
- ILCR = 10^{-6} (při hodnocení regionálních vlivů)
- ILCR = 10^{-5} (při hodnocení lokálních vlivů)
- ILCR = 10^{-4} (při hodnocení jednotlivců do 10 osob)
-

Orální, dermální a celková expozice arzenu u dětí a dospělých

■ děti střední odhad ■ děti horní odhad ■ dospělí střední odhad ■ dospělí horní odhad



Kumulativní distribuční funkce rizika vzniku nádorových onemocnění (ILCR) při expozici benzo(a)pyrenu a karcinogenním PAU ingescí půdy a půdního prachu



Identifikace biologického rizika

- **Zdravotní riziko u infekčního agens je hodnoceno na základě jeho zařazení do tříd patogenity podle současných poznatků.**
- **Biologickými činiteli jsou mikroorganismy včetně těch, které byly geneticky modifikovány, buněčné kultury a endoparaziti, kteří mohou vyvolat infekční onemocnění a alergické nebo toxické projevy. Pod pojmem mikroorganismus se rozumí mikrobiologický objekt buněčný nebo nebuněčný, schopný replikace nebo přenosu genetického materiálu. Pod pojmem buněčná kultura se rozumí buňky pocházející z mnohobuněčného organismu, které rostou in vitro.**

Dekontaminační technologie používané v ČR

**Bioventing a kometabolický bioventing
Podporovaná bioremediace**

**Venting (in-situ, ex-situ), Air sparging
Vymývání půdy (in-situ)
Praní půdy a pevných materiálů (ex-situ)
Sanační čerpání a čištění po vyčerpání**

in-situ Chemická oxidace/redukce

**Monitorovaná přirozená atenuace
Bariéry**

Biologické, Chemické, Fyzikální, Termické, Ostatní



in-situ Venting

Dekontaminační technologie používané v ČR



***ex-situ* VENTING**

Dekontaminační technologie používané v ČR



in-situ solidifikace a stabilizace - Zařízení pro stabilizaci a solidifikaci materiálů v kalových lagunách

Monitoring sanačních prací zajistí nebo má podstatný význam pro:

- **velmi účinnou kontrolu vlivu sanačních prací na pracovní a životní prostředí**
- **zásadním způsobem redukuje možnost chemických úrazů a poškození zdraví rizikovými faktory**
- **zásadním způsobem redukuje možnosti poškození složek ŽP v areálu i mimo areál nabyvatele**
- **stále aktuální informovanost všech zúčastněných subjektů a kontrolních orgánů**
- **možnost operativního kvalifikovaného rozhodování a v případě potřeby zadavateli nebo provozovateli (nabyvateli) poskytování relevantních informací určených veřejnosti, médiím atd.**

- **minimalizuje nejasnosti a spory mezi zúčastněnými subjekty, kontrolními orgány i na občanské nebo zaměstnanecké úrovni**
- **vyhodnocení dat (ale i pouhá komplexnost a propracovanost projektů chemicko-toxikologického dozoru) poskytne cenné informace s technickou i statistickou hodnotou všem zúčastněným subjektům a kontrolním orgánům**
- **při účelné spolupráci dodavatele dozoru, nabyvatele (provozovatele rizikových nebo chemických výroby), orgánu státního zdravotního dozoru dojde k velmi efektivnímu využití finančních prostředků, vzniku souboru fundovaných dat s vysokou vypovídací schopností i včasné eliminaci případných chyb analýz a měření všech zúčastněných subjektů během prací**

Děkuji za pozornost
Magdalena Zimová

[magdalena.zimova @ szu.cz](mailto:magdalena.zimova@szu.cz)

