

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA  
V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ  
KATEDRA ENVIROMENTÁLNÍHO INŽENÝRSTVÍ A OCHRANY PROSTŘEDÍ



OLOVO A JEHO VLIV NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ  
(Bakalářská práce)

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Andrea Hlavová

Autor práce: Milan Hanzlík sen.

Chomutov 2009



Fakulta životního  
prostředí

Zadání bakalářské práce

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra: Katedra ekologie a životního prostředí

Školní rok: 2008/2009

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro: Milana Hanzlíka

obor: DÚTSS

Název tématu: Olovo a jeho vliv na životní prostředí

Název tématu v anglickém jazyce: Lead and its environmental effects

Zásady pro vypracování:

Olovo je tradiční kov, který už ve stopovém množství poškozují jak lidský organismus, tak životní prostředí. Olovo se dostává do životního prostředí nejenom z dopravy, ale zdrojem kontaminace jsou také obalové materiály, případně nátěrové laky apod.

Student zpracuje literární rešerši biochemického cyklu olova, popíše jednotlivé formy olova a zdroje kontaminace životního prostředí. Autor vyhledá a shrne limity olova pro jednotlivá média (voda, vzduch, potraviny, atd.).



ČESKÁ  
ZEMĚLELSKÁ  
UNIVERZITA V PRAZE



Rozsah grafických prací: podle potřeby

Rozsah průvodní zprávy: 35

Seznam odborné literatury:

Bouška Z.: Geochemie. ČSAV. Praha. 1992

Navrátl T., Rohovec J.: Olovo – Těžká minulost jednoho z těžkých kovů, Vesmír 85, 518, 2006/9, 2006

Skřivan, P., Vach, M.: Úvod do chemie prostředí – Učební text. Institut aplikované ekologie VŠZ ve spolupráci s Geologickým ústavem AV ČR, Praha, 1994

Veselý J.: The history of metal pollution recorded in the sediments of Bohemian Forest lakes: Since the Bronze Age to the present, Silva Gabreta 4, 91–92, 2000

Zýka V.: Vliv těžkých kovů na zdraví obyvatel. Archiv Geofond. 1992

Integrovaný registr znečišťování, online [www.irz.cz](http://www.irz.cz)


Vedoucí bakalářské práce: Ing. Andrea Hlavová

Konzultant bakalářské práce:


Datum zadání bakalářské práce: 1.10.2008

Termín odevzdání bakalářské práce: 30.4.2009

L.S.

  
.....  
Vedoucí katedry



  
.....  
Děkan

V Praze dne .....

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci napsal samostatně a výhradně s použitím citovaných pramenů. Souhlasím se zapůjčením práce a jejím zveřejněním.

Chomutov dne 30. 4. 2009 Milan Hanzlík

**Poděkování:**

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kteří mi byli nápomocni při vypracování této bakalářské práce.

Poděkování zejména patří Ing. Andrey Hlavové z České zemědělské university Praha, katedra environmentálního inženýrství a ochrany prostředí, za všechny rady, kterými přispěla k vypracování této bakalářské práce a velkou trpělivostí při konzultacích.

Dále poděkování patří při poskytování a vyhledávání informací a literatury k problematice toxického kovu olova a jeho vliv na životní prostředí Ing. Tomášovi Reisigovi vedoucímu odpadového hospodářství TS. Města Chomutov. Poděkování patří též MUDr. Petru Skálovi praktický lékař Krajského zdravotního zařízení v Chomutově, MVDr. Jaroslavu Jiráskovi veterinární inspektor pro epizootologii v Chomutově.

Mé poděkování též náleží Ing. Janu Štejfovi poradci pro podnikatele v oblasti životního prostředí a v neposlední řadě svým blízkým za trpělivost a laskavost.

## **ABSTRAKT**

Hlavním cílem této práce je pokusit se nastínit problematiku těžkého kovu olova a jeho vliv na životní prostředí. Účinky jednotlivých stopových prvků na lidský organismus se staly i některé ekologické katastrofy, při kterých hrály důležitou roli právě stopové prvky. Tomáš Navrátil a Jan Rohovec ve svém článku (518 Vesmír 85, září 2006) uvádějí, že povrch planety Země je kontaminován těžkými kovy, z valné části v důsledku lidské činnosti. Mezi nejnebezpečnější z nich patří olovo. Třebaže se olovo využívalo a dosud využívá mnoha způsoby, netěší se příliš dobré pověsti, protože i ve stopovém množství může poškozovat jak lidské zdraví, tak životní prostředí. Důsledky kontaminace životního prostředí předchozími generacemi jsou patrné dodnes.

Proto bylo nutné do této práce zařadit nejen složky životního prostředí, které se účastní biochemického cyklu, ale také chemické vlastnosti olova a vlastnosti toxické a hygienické. Považoval jsem též za důležité zmínit příklady oblastí, ve kterých dochází vzhledem k zvýšeným koncentracím olova k jeho nápadné interakci s živými organismy, zejména s člověkem. Olovo jako toxický kov je České republice ošetřeno platnými právními předpisy. Tento pojem se snažím přiblížit v začátku práce, myslím si, že je důležité se seznámit se stručnou charakteristikou olova, výskyt v přírodě, historií a jeho vliv na životní prostředí. V závěru této práce chci poukázat vliv olova a jeho účinky na lidské zdraví a na zvířata, dále na základě shora zjištěných skutečností provést bilanční výpočet možné expozice.

## **ABSTRACT**

The main aim of this thesis is to outline the lead problems as a heavy metal and its environmental impact. Due to the effects of particular microelements also several ecological disasters happened during which right the microelements took the main part. In their article (518 Universe 85, September 2006), Tomáš Navrátil and Jan Rohovec state that the Earth's surface is contaminated by heavy metals, mainly due to human activity. Lead belongs among the most dangerous of them. Although lead has been in use and still is, used in many ways it has no such a good credit because it may harm both human health and the environment even in trace amount. The consequences of the environmental contamination caused by previous generations are perceptible up to this day.

That is why it was necessary to include not only the environment components which participate in biochemical cycle, but also the chemical features of lead and the foregoing toxic and hygienic features to this dissertation. I also considered as important to mention the examples of spheres in which the remarkable interaction of lead with living organisms, especially with human being, happens in regard of its increased concentration.

In the Czech republic, lead is regulated by valid legal regulations regarding its toxicity, which is the other part of this thesis.

I try to explain this term at the start of the dissertation. I think that is important to meet the brief characteristic of lead, its occurrence in nature, history and its environment impact. At the end of the thesis I want to refer to lead effects on human health and animals, and further make a balance calculation of possible exposition on the base of the foregoing findings.

## OBSAH

<b>I. Úvod.....</b>	<b>1</b>
I.1.    Cíl práce .....	2
<b>II. Metodika .....</b>	<b>3</b>
<b>III. Stav znalostí o olovu.....</b>	<b>4</b>
III.1.    Stručná charakteristika.....	4
III.2.    Fyzikální a chemické vlastnosti .....	4
III.3.    Výskyt v přírodě .....	5
III.4.    Antropogenní zdroje .....	7
III.5.    Sloučeniny olova.....	9
<b>IV. Toxicita olova .....</b>	<b>12</b>
IV.1.    Účinky olova na lidské zdraví .....	12
IV.2.    Účinky olova v těle zvířat .....	16
IV.3.    Dopady na životní prostředí.....	18
<b>V. Legislativní podpora sledující Pb .....</b>	<b>26</b>
V.1.    IRZ - Integrovaný registr znečišťování.....	30
V.2.    Aarhuská úmluva a přístup k informacím o životním prostředí v ČR.....	30
V.3.    Evropský registr emisí znečišťujících látek.....	31
V.4.    Nařízení o Evropském registru úniků a přenosů.....	31
<b>VI. Bilanční výpočet pozad'ové expozice.....</b>	<b>32</b>
<b>VII. Závěr .....</b>	<b>36</b>
<b>VIII. Použitá literatura.....</b>	<b>38</b>
<b>IX. Seznam příloh .....</b>	<b>46</b>



## I. Úvod

Jedním z ekologických jevů v druhé polovině 20. století byla ta skutečnost, že člověk musel společně existovat s nadměrným množstvím chemických látek od počátku početí až po smrt. Činnost lidstva byla zaměřena na některé oblasti jako je energetika, doprava, průmyslová činnost, ale i zemědělská produkce, která byla trvalým a stále zvyšujícím zdrojem kontaminovaných látek, které se dostávali do životního prostředí a do potravy. Tyto látky, i když jsou součástí neživé přírody, v malém množství se nacházejí také v živé hmotě, při relativně nízkých koncentracích nepříznivě ovlivňují činnost buněk, orgánů a tím i funkce celého organismu. Mezi cizorodé látky, kterých je velké množství, patří i těžké kovy. Většina z nich je škodlivá. Mnohé jsou značně toxické pro člověka, pro zvířata, ale i pro rostliny. Jejich nebezpečnost zvyšuje sumační účinek, protože se ukládají, hromadí v organismech. Významným zdrojem těchto látek, nebezpečných především pro lidi, je potravinový řetězec. Jedním z těchto těžkých toxických kovů patří olovo. (Massányi et al., 2004).

Zákon číslo 17/1992 Sb. o životním prostředí vytyčuje základní pojmy, týkající se životního prostředí. Znečišťování a poškozování životního prostředí charakterizuje jako vnášení takových fyzikálních, chemických nebo biologických činitelů do životního prostředí, důsledkem lidské činnosti, které jsou svou podstatou nebo množstvím cizorodé pro dané prostředí „(§ 8)“. Poškození životního prostředí je zhoršování jeho stavu znečišťováním nebo jinou lidskou činností nad míru stanovenou zvláštními předpisy „(§ 9)“. Každá lidská činnost přináší, mimo užitek, pro který je vykonávána, také řadu negativních dopadů na okolní přírodu, životní prostředí, na člověka a jeho zdraví. Cizorodé prvky, vnášené do okolí lidské působnosti, jsou různorodé, mnohé mají výrazně záporný dopad. Patří k nim oxid siřičitý, uhelnatý i uhličitý, Nely (oleje a ropné výrobky), PAU, těžké kovy a řada dalších. Těžké kovy jsou společně s Nely největší hrozbou. Ovlivňují hlavně vody a půdu. Ve své bakalářské práci popíši jednoho zástupce těžkých kovů – olovo. Problematika olova je celosvětový problém a dotýká se skutečně každého. Limity,

kteře jsou stanoveny danými platnými právními předpisy ČR, i směnicemi EU, užívání olova omezují.

## **I.1. Cíl práce**

Cílem této bakalářské práce je poskytnout informace o problematice olova v životním prostředí a přehled, dále dostupné údaje, které byly publikovány v odborných publikacích, časopisech a ve vědeckém tisku u nás, ale i ve světě v posledních letech. Tento pojem se snažím přiblížit v začátku práce, myslím si, že je důležité se seznámit se stručnou charakteristikou olova, výskyt v přírodě a antropogenní zdroje znečištění olovem. V závěru této práce chci poukázat vliv olova a jeho účinky na lidské zdraví a na zvířata. V neposlední řadě chci provést literární rešerši, která by měla, za účel vysvětlení jeho základních transportních mechanismů, jako toxického stopového kontaminantu, od dominantního emisního zdroje, přes atmosféru k ostatním složkám biosféry, dále zjistit limity pro olovo dané platnými právními předpisy České republiky a na základě zjištěných skutečností provést bilanční výpočet možné expozice.

## II. Metodika

Vzhledem k tématu i možnostem autora má práce výrazně rešeršní charakter. Poznatky jsou čerpány z odborných časopisů, z různých publikací i internetu. Nedílnou součástí přípravy na vytvoření práce byla i diskuse s některými pracovníky z oboru (chemie, ekologie, lékařství).

Znečišťování prostředí toxickými těžkými kovy má vážný dopad na metabolismus živočichů, včetně člověka, vliv na narušení genetické informace druhů. Zamoření není na všech místech stejné, v průměru však neustále stoupá. O tuto problematiku se zajímají odborníci, výsledky jsou publikovány v odborné literatuře, zde budou pro svou složitost pouze zmíněny.

Celá práce byla sestavena tak, aby obsahovala všechny důležité poznatky o olovu ze všech okruhů vzájemících se k tomuto prvku.

Obecné vlastnosti olova jsou zpracovány tabulkovým systémem vzhledem k přehlednosti v textu. Samostatně jsou uvedeny vlastnosti základní, fyzikální a chemické.

V závěru práce uvedu výsledky odběru z Libereckého kraje a to proto, že obdobné rozbory ze Severočeského kraje jsem, přes snahu, nezískal. Po rozhovoru s pracovníky krajského úřadu jsem nabyl přesvědčení, že zde nebyly zpracovány.

### **III. Stav znalostí o olovu**

#### **III.1. Stručná charakteristika**

Olovo, chemická značka Pb, je nejstarším průmyslovým jedem a otravu olovem, která je někdy označována jako saturnismus nebo plumbismus, je právem možno pokládat za nejstarší a dosud nedůležitější profesionální či průmyslovou otravu. Olovo se již užívalo asi před osmi tisíci lety, známá je olovená figurka, která je vystavena v Londýně v British Muzeu. Ve Španělsku dolovali olovo již před čtyřmi tisíci lety. K otravám olovem docházelo již v dávnověku a jsou známy a připisovány asi třicet století. Profesionální otravu olovem popisuje Hippokrates a Pinius. V Pompejích, jejichž zkázu vylíčili, bylo olovené vodovodní potrubí, dále se používalo olovnatých glazur a bílých i červených olovnatých pigmentů. Byl i vysloven názor, že otrava olovem byla jednou z hlavních příčin zániku antického Říma. Počátkem 18. století popisuje otravu olovem Ramazzini a roku 1839 dokumentuje Tanguerel des Planches svou práci otravu olovem v 1200 případech. Produkce olova v moderní době stoupá a přistupují nové zdroje expozice, např. tisk a výroba akumulátorů. V současné době se zlepšují znalosti o otravě olovem a zvyšuje se hygiena práce. Saturnismus byl po staletí jedinou náplní profesionální toxikologie. Těžké případy otravy olovem, které byly dříve velmi časté, dnes nepozorujeme vůbec, zdokonalily se prostředky k rozpoznání počínajících otrav i jejich léčení. Nadále však neustále roste těžba olova a zamořování životního prostředí olovem. Toxikologická problematika olova tak přechází od lokálního k regionálnímu a globálnímu hledisku. (Lidovky.cz, on-line, 2009).

Jak se zmiňuje Jelínek (1995), olovo nalezneme na 82. místě Mendělejevovy tabulky prvků. Jedná se o těžký, kov, velmi dobře kujný stříbromodrého lesku. Olovo je neesenciální to znamená, že lidský organismus jej nepotřebuje ke svému životu (joalis.eu, on-line, 2009).

#### **III.2. Fyzikální a chemické vlastnosti**

Olovo je nízkotavitelný, velmi těžký, toxický kov, je měkký a známý lidstvu více než 4 000 let. Špatně vede elektrinu, ale je velmi kujný a tažný. Má poměrně

velkou hustotu  $11,34 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  a bod tání je již při teplotě  $327,4 \text{ }^\circ\text{C}$ . Přídavkem malého množství jiného kovu, například antimonu se stává tvrdším. V normálních podmínkách je olovo odolné a neomezeně stálé vůči atmosférickým vlivům. Na vlhkém vzduchu se příliš nemění, pouze zvolna ztrácí lesk a tvoří se na něm šedobílá vrstva oxidů, hydrooxidů a uhličitánů. Velmi dobře se rozpouští v kyselině dusičné. Koncentrovaná kyselina sírová jej naopak pasivuje a olovo s ní nereaguje. Kovové olovo velmi dobře pohlcuje rentgenova záření a gama paprsky. A proto slouží k odstínění zdrojů tohoto záření v chemických a fyzikálních aparaturách, především v lékařství při ochraně obsluhy běžných medicinálních rentgenů. Jeho polotloušťka činí 12 centimetrů. Slitiny olova s cínem, antimonem nebo stříbrem vykazují výborné vlastnosti při mechanickém spojování kovových předmětů pájením a pájky jsou dosud široce používány (Olovo-Wikipedia,on-line, 2009).

**Tabulka č. 1 Fyzikální a chemické vlastnosti**

<b>Relativní atomová hmotnost</b>	207,19	<b>Skupenské teplo varu [<math>\text{kJ kg}^{-1}</math>]</b>	850
<b>Struktura kubická plošně centrovaná</b>		<b>Tlak par (<math>987 \text{ }^\circ\text{C}</math>) [<math>\text{mm Hg}</math>]</b> <b>(<math>1167 \text{ }^\circ\text{C}</math>)</b> <b>(<math>1417 \text{ }^\circ\text{C}</math>)</b> <b>(<math>1508 \text{ }^\circ\text{C}</math>)</b> <b>(<math>1611 \text{ }^\circ\text{C}</math>)</b>	1 10 100 200 400,0
<b>Mřížková konstanta (<math>20 \text{ }^\circ\text{C}</math>) [<math>\text{Å}</math>]</b>	3,492	<b>Měrné teplo (<math>0 \text{ }^\circ\text{C}</math>) [<math>\text{kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}</math>]</b> <b>(<math>20 \text{ }^\circ\text{C}</math>)</b> <b>(<math>100 \text{ }^\circ\text{C}</math>)</b>	0,124 0,128 0,134
<b>Hustota (<math>20 \text{ }^\circ\text{C}</math>) [<math>\text{kgdm}^{-3}</math>]</b> <b>(<math>327,43 \text{ }^\circ\text{C}</math>)-kapalná fáze</b> <b>(<math>650 \text{ }^\circ\text{C}</math>)</b>	11,343 10,686 10,302	<b>Součinitel tepelné roztažnosti (<math>17 \text{ }^\circ\text{C}</math>-<math>100 \text{ }^\circ\text{C}</math>) [<math>\text{K}^{-1}</math>]</b>	$29,3 \times 10^{-6}$
<b>Teplota tání [<math>^\circ\text{C}</math>]</b>	327,43	<b>Tepelná vodivost (<math>20 \text{ }^\circ\text{C}</math>) [<math>\text{kW m}^{-1} \text{ K}^{-1}</math>]</b>	0,035
<b>Skupenské teplo tání [<math>\text{kJ kg}^{-1}</math>]</b>	24,53	<b>Elektrický odpor (<math>20 \text{ }^\circ\text{C}</math>) [<math>\mu \Omega \text{ cm}</math>]</b> <b>(<math>100 \text{ }^\circ\text{C}</math>)</b> <b>(<math>200 \text{ }^\circ\text{C}</math>)</b>	20,648 7,021 6,378
<b>Teplota varu [<math>^\circ\text{C}</math>]</b>	1740		

### III.3. Výskyt v přírodě

Olovo, jako nejrozšířenější z toxických těžkých kovů, je běžné přítomno ve všech složkách životního prostředí. Hydrosféra obsahuje  $4,5 \cdot 10^{-7} \%$  Pb, zemská kůra

do hloubky 1km dokonce  $8 \cdot 10^{-4}$  % Pb, tj.  $2,3 \cdot 10^{12}$  t. Většina olova se dostává do biologicky aktivní části životního prostředí zásluhou lidské činnosti, tak např. přirozeným odnosem řekami do moří je přemístěno 180 tis. t. olova za rok, přenos působením důlní činnosti je však 233 000 t za rok. Obsah Pb v původním profilu je nejvyšší ve svrchní části s průměrným obsahem  $16 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  (10-40), kde je vázáno na půdní koloidy, z nich pak především na organickou složku. V této formě je pro rostliny přípustná dosti obtížně. Mnohem více olova přijímají nižší i vyšší houby. Mohou tak sloužit jako indikátor kontaminace prostředí, ale současně mohou představovat zdravotní riziko pro člověka. Vyšší houby mohou obsahovat olovo a jiné těžké kovy v množství, které převyšuje obsah těchto kovů v půdě o 1-2 řády! Vyluhování do spodních vod je v místech přirozeného rostlinného pokryvu poměrně nízké. Mnohem větší je v místech ovlivněných lidskou činností a dotací z míst přirozené akumulace Pb v horninovém podlúží, kde voda proudí po puklinách obsahujících rudy Pb. Organické látky v půdě, především pak huminové kyseliny jsou natolik schopny vázat těžké kovy, že např. na některých rašelinných půdách trpí hospodářská zvířata chorobami z nedostatku mědi přesto, že půdy obsahují Cu dostatek (Zýka, 1972).

Rašelinové ložisko Zn-Pb rud v Manning (N.Y.USA) jak zjistila Cannonová (1955) obsahuje až 16 % Zn a vysoký obsah olova. Zásoby byly odhadnuty na několik tis. tun. Aktivní složkou jsou zde výše kondenzované huminové kyseliny. Ryzí olovo se v přírodě vyskytuje vzácně. Je tedy převážně vázáno ve sloučeninách. Nejvýznamnější jeho rudou je galenit (Pb-sulfid olovnatý), ze kterého se olovo nejčastěji vyrábí. Evidovaná ložiska olova v ČR jsou v Harachově, Horní Benešov, Horní Město, Křižanovice, Kutná Hora, Liboměřice, Ostrava, Zlaté Hory-východ, Zlaté Hory-západ (Lidovky.cz, on-line, 2009).

V zemské kůře je olovo zastoupeno poměrně řídko, průměrný obsah činí 12 až 16 ppm (mg/kg). Mezi významné přírodní zdroje olova patří sopečná činnost a zvětrávání hornin. Přesto je však jeho obsah větší, z důvodů jeho umístění v periodické tabulce prvků. Důvodem je ten, že izotopy olova jsou konečným produktem radioaktivních uranových a thoriových rozpadových řad. Obsah olova se

tak v zemské kůře postupně zvyšuje. V mořské vodě koncentrace olova je asi 0,03 mikrogramu v jednom litru. Dá se předpokládat, že ve vesmíru připadá na jeden atom olova přibližně 10 milionů atomů vodíku.

Olovo, které se vyskytuje se v přírodě, skládá ze čtyř stabilních izotopů:

- $^{204}\text{Pb}$ , v množství přibližně 1,4% které je zástupcem olova vzniklého mimo radioaktivní rozpadové řady.
- $^{206}\text{Pb}$ , v množství přibližně 24,1% které vzniklo jako finální produkt rozpadu uranu  $^{238}\text{U}$  (Uran-radiová rozpadová řada).
- $^{207}\text{Pb}$ , v množství přibližně 22,1% které vzniklo jako finální produkt rozpadu uranu  $^{235}\text{U}$  (Aktiniová rozpadová řada).
- $^{208}\text{Pb}$ , v množství přibližně 52,4% které vzniklo jako finální produkt rozpadu thoria  $^{232}\text{Th}$  (Thoriová rozpadová řada).

Olovo, vyskytující se v přírodních rudách vykazuje odlišný vzájemný poměr jednotlivých izotopů v závislosti na svém původu. Této skutečnosti lze v některých případech využít k vysledování původu olova, jedná se obvykle o archeologické vzorky a to metodou hmotnostní spektrometrie. Tato technika určí velmi přesně vzájemné zastoupení jednotlivých izotopů olova. Porovnáním s tabelovanými hodnotami pro známé starověké lokality těžby olověných rud lze pravděpodobně určit původ vyšetřovaného olověného předmětu. Elementární olovo se v přírodě vyskytuje pouze vzácně. Nejběžnějším minerálem a zároveň olověnou rudou je sulfid olovnatý, galenit  $\text{PbS}$ . Dalšími méně běžnými minerály olova jsou cerusit, uhličitán olovnatý  $\text{PbCO}_3$  a anglesit, síran olovnatý  $\text{PbSO}_4$ . Dále se olovo často vyskytuje jako doprovodný prvek v rudách zinku a stříbra (Olovo-Wikipedia, on-line, 2009).

### III.4. Antropogenní zdroje

Jak se zmiňuje Nriagu (1990 a), jedním z typicky antropogenních prvků znečišťujících životní prostředí je olovo. Přitom na kvalitě atmosféry závisí život na Zemi. V roce 1968 emise z dopravy v USA tvořily kolem 42 % znečištění atmosféry. Oxid uhelnatý, uhlovodíky a z nich hlavně koronen, oxidy dusíku, sloučeniny olova jsou hlavními složkami emisí z dopravy. Při celkové distribuci olova do prostředí zůstávají oblasti s nejvyššími koncentracemi východního pobřeží Severní Ameriky.

Nejnižší hladiny koncentrace Pb v ovzduší byly nalezeny v Antarktidě. Vědci rovněž zjistili značné rozšíření aerosolových částic v odlehlých částech severního Pacifiku a arktických mlhách. Jejich původ je přisuzován průmyslovým zdrojům z Euroasie. Dle nalezených koncentrací olova v korálech, sedimentech, letokruzích stromů, analýzou muzeálních sbírek či ledových a sněhových vrstev došlo k desateronásobnému zvýšení jeho spadu od počátku tohoto století. Průměrná střední hodnota ročního spadu v Severní Americe je  $910 \text{ g Pb}\cdot\text{ha}^{-1}$  a  $18 \text{ g Cd}\cdot\text{ha}^{-1}$ , pro Evropu byl stanoven spad  $400 \text{ g Pb}\cdot\text{ha}^{-1}$  a  $18 \text{ g Cd}\cdot\text{ha}^{-1}$  (Nriagu,1990a).

Kubizňáková (1989) uvádí ve své práci, že byl zjištěn spad na Sokolovsku (rozpuštěné frakce) kolem  $560 \text{ g Pb}\cdot\text{ha}^{-1}$  a asi  $3 \text{ g Cd}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

Člověk prokazatelně používal olovo již od 4. tisíciletí př. n. l. Bylo obsaženo v nízkotavitelných glazurách keramiky, pro snadné zpracování se z něj vyráběly ozdobné předměty a využívala se jeho vysoká měrná hmotnost. Největší spotřeba olova (odhadem 4 kg na jednoho obyvatele) byla v době římské. Zhotovovaly se z něj vodovodní trubky, nádoby, spojovaly kamenné architektonické prvky, octan olovnatý se dokonce používal jako sladidlo. Obrovské množství olova se spotřebovalo v metalurgii stříbra, což pokračovalo prakticky do 20. stol. n. l. Při tomto způsobu se stříbrné rudy tavily spolu s olovem, do kterého přešla kovová Ag. Surové olovo se pak zpracovávalo tzv. odháněním, kdy se při vysoké teplotě z olova odebíraly děrovanými lžicemi kyslíčnky Pb z povrchu lázně tak dlouho, dokud v nístěji nezbylo pouze stříbro. Tak se do prostředí dostávalo takové množství olova, jaké si dnes dovedeme těžko představit. O hygieně pracovního prostředí se nedalo mluvit (Nriagu,1988).

V 19. A 20. století se mnoho olovo používalo na výrobu vodovodních trubek, které mnohde slouží dodnes. Za normálních okolností se z nich olovo neuvolňuje, protože povrch je chráněn zásaditými solemi Pb. Při nižších pH a zvláště při vyšším obsahu chloridů se však tvoří rozpustné soli, které mohou způsobit vážné otravy lidí, jako např. v Lipsku v roce 1930 (Wedepohl,1968).

Ve 20.století se začalo olovo používat na opláštění elektrických kabelů a s rozvojem automobilismu ve dvacátých letech především na výrobu autobaterií



a tetraethylplumbu. I když používání přísady tetraethylolova do motorových paliv později představovalo zřejmě nejzávažnější problémy z hlediska životního prostředí, byla i výroba autobaterií (a jejich likvidace dodnes) častou příčinou otrav. Tak např. oficiální zdroje u nás uváděly v r. 1980 asi 25 profesionálních otrav olovem oproti r. 1957 s 250 - ti případy. Přesto ještě v polovině 80. let v jedné nejmenované továrně na autobaterie v Ml. Boleslavi, odcházelo do předčasného důchodu tolik lidí, že tento fenomén dostal lidové označení „Chytil olovo“. Do pitné vody se Pb dostává (kromě již zmíněných vodovodních trubek) hlavně z důlních děl a odvalů. Nezanedbatelný přínos olova do prostředí představuje munice do malorážních zbraní, kdy je např. obsluha střelnic vystavena působení jeho vlivu. Vážnější problém představují broky z loveckých zbraní, které divoké (ale i domácí) ptactvo, především vrubozobí, konzumují spolu s dritem a drobnými kaménky, které pomáhají ve svalnatém žaludku rozmělnovat potravu. Několik broků ve svalovině postřelené kachny nepředstavuje ohrožení jejího života, zatímco přijaté s potravou ji usmrtí spolehlivě do několika týdnů. Průmyslové znečištění olovem pochází nejen přímo z jeho těžby a zpracování. Energetické uhlí může obsahovat až  $50 \text{ mg.kg}^{-1}$  Pb, přičemž až 50 % přejde do ovzduší. Podobně je tomu u výroby koksu. V okolí železáren je kontaminace půdy Pb  $5 \times 10$  vyšší, než v kontrolní nezátížené oblasti. V okolí magnezitových dolů na Slovensku byla kumulace Pb v listech dubů a buků zvýšena 3-20x. V roce 2003 byla na trh uvedena 172 tun olova. Hnojení fosfátovými hnojivy zahraničního původu, které kromě 23-34 mg.  $\text{kg}^{-1}$  Pb obsahují často významné množství kadmia, vnášely do půdy též určité množství olova. V dnešní době, při změně v zemědělském využívání půdy, tento problém ustupuje. Odpadní kaly z ČOV obsahují vždy těžké kovy. Jejich použití jako hnojiva je problematické, protože obcházení max. limitů obsahu těžkých kovů se často obchází „ředěním“, což je sice výslovně zakázáno, ovšem těžko se tyto přestupky prokazují (Haták, 1979).

### III.5. Sloučeniny olova

Olovo vytváří sloučeniny s mocenstvím  $\text{Pb}^{2+}$  a  $\text{Pb}^{4+}$ . Nejstálejší jsou přitom sloučeniny dvojmocného olova, čtyřmocné olovo je vesměs oxidačním činidlem. Z velké řady sloučenin mají největší praktický význam:

- Oxid olovnatý,  $PbO$ , se vyskytuje ve dvou barevných formách-červená tetragonální, starší název olovnatý klejt a forma žlutá. Oxid olovnatý lze nejnáze připravit přímou oxidací roztaveného olova vzdušným kyslíkem. Hlavní uplatnění nalézá při výrobě těžkého olovnatého skla, křišťálu, s vysokým indexem lomu a leskem. Další uplatnění nalézá tato látka jako složka keramických glazur a emailů.
- Oxid olovnato-olovičitý, suřík,  $Pb_3O_4$ , složený oxid  $2PbO + PbO_2$ , nalézá využití jako nerozpustný červený pigment. Slouží k výrobě antikoročních nátěrů železných a ocelových konstrukcí a jako součást keramických glazur. Uplatňuje se i při výrobě syntetického kaučuku jako aktivátor vulkanizace.  
Oxid olivičitý,  $PbO_2$  je hnědá látka s oxidačními vlastnostmi. Jeho využití při výrobě zápalek je založeno na faktu, že jeho směsi se snadno zápalnými látkami (fosfor, síra) se tyto směsi samovolně vzněcují. Tato vlastnost se uplatní i při výrobě pyrotechnických materiálů.
- Sulfid (sirník) olovnatý,  $PbS$ , je černá, silně nerozpustná sloučenina kovového lesku, velmi dobře štěpná. V přírodě se s ním setkáváme jako s minerálem a olovenou rudou galenitem. Velmi čistý  $PbS$  je citlivým detektorem infračerveného záření a vykazuje fotoelektrickou vodivost (podobně se chová i selenid olovnatý a telurid olovnatý  $PbSe$  a  $PbTe$ ). Tato vlastnost se využívá například při výrobě fotografických expozimetrů a fotočlánků.
- Uhličitan olovnatý  $PbCO_3$  je ve vodě nerozpustná látka, snadno se rozkládá zahřátím. Je součástí barviva „olovnaté běloby“  $Pb_3(OH)_2(CO_3)_2$ . Tento malířský pigment má výbornou krycí schopnost a smíšen s olejovými látkami slouží jako malířská barva. Nevýhodou tohoto pigmentu je, že v přítomnosti sirovodíku tmavne za vzniku sirníku olovnatého  $PbS$ .
- K dalším významným malířským pigmentům patří žlutý chroman olovnatý  $PbCrO_4$ , známý jako chromová žluť.
- Síran olovnatý,  $PbSO_4$  je velmi obtížně rozpustná bílá krystalická sloučenina. Krystaly čistého síranu olovnatého jsou čiré jako sklo, označují se jako olovnaté

sklo. V chemických výrobcích se někdy používá přídavek síranových iontů k roztoku pro odstranění toxických iontů olova.

- Dusičnan olovnatý,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  je jedna z nejlépe rozpustných sloučenin olova. Vzniká velmi snadno přímou reakcí elementárního olova s kyselinou dusičnou za intenzivního vývoje oxidů dusíku. Slouží často jako výchozí látka pro výrobu jiných sloučenin olova.
- Tetraethylolovo,  $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$ , je organokovová sloučenina, která se přidávala do benzínu, aby zpomalovala rychlost jeho hoření a zvyšovala oktanové číslo paliva. Zároveň usazené olovo sloužilo jako mazadlo sedel ventilů spalovacích motorů a utěšňovalo spalovací motor. Pro typy spalovacích motorů, které musí využívat tento typ paliva je dnes tato příměs nahrazována organokovovými sloučeninami manganu. Ve vyspělých zemích byly zavedeny trojcestné katalyzátory výfukových plynů, které vedly k zavedení bezolovnatých benzínů (Olovo-Wikipedia, on-line, 2009).

## IV. Toxicita olova

V posledních letech se objevil významný problém, problém tzv. těžkých kovů. Produkty a odpady s těžkými kovy začaly významně konkurovat škodlivinám organického původu. Člověk stále více používá stopových prvků, ty se zpětně koncentrují v prostředí. Podle Cibulky (1991) se prvky v přírodě rozdělují do čtyř skupin:

1. Esenciální – nezbytné pro život (Fe, Cu, Zn, Mn, I),
2. Potřebné – pouze ovlivňují životní potřeby (F, Ba, Br),
3. S nevysvětleným významem (Au, Sb, Ge, Ru),
4. Toxické – jedovaté (Hg, Pb, Al, As a Cd).

### IV.1. Účinky olova na lidské zdraví

Za klasickou vyčerpávající monografii zpracovávající problematiku toxických kovů, včetně u lidí je dvoudílná práce Friberg et al. (1986): Handbook on the Toxicology of Metals, Volume I: General Aspects, Volume II: Specific Metal. Stejnou problematiku zpracovává i dvoudílná monografie Fennert a Chan (1984): Metabolism of Trace Metals in Man, Volume I: Developmental Aspects, Volume II: Genetic Implications.

Olovo je kumulativní jed, který se váže na červené krvinky a převážně se ukládá v kostech. Octan olovnatý ( $\text{Pb}(\text{OCO.CH}_3)_2$  - olovený cukr se používá v max. množství 0,1 g jako lék. 2 až 3 g vyvolají těžkou otravu, smrtelná dávka je okolo 20 g. Chroman olovnatý ( $\text{PbCrO}_4$  - žluť chromová, pařížská) je jedovatější než většina sloučenin olova. Z hlediska průmyslové toxikologie jsou závažnými jedy organické sloučeniny olova. Nejznámější z nich je tetraethylplumbium (tetraethylolovo ( $\text{C}_2\text{H}_5$ ) $\text{Pb}$ ). Jeho účinek je charakteristický pro ostatní organické sloučeniny olova. Je to těžký nervový jed, do organismu proniká stejně dobře kůží, plícemi i zažívacím traktem. Projevuje se nespavostí, úbytkem váhy, rozčlením, dále způsobuje u člověka duševní poruchy a výrazný pokles krevního tlaku, což může způsobit smrt do několika hodin a možné trvalé následky na CNS (Rusek, 2001).

Jak se zmiňuje Nriagu (1988), olovo je jedním ze snadno pronikajících (vstřebávajících se), ale současně zhoubně působících toxických prvků. Expozice olovem způsobuje postižení krvevorného systému, trávicího ústrojí, poruchy imunitních systémů a způsobuje neuropsychické problémy. Nejvíce jsou však postihovány děti předškolního věku, které si hrají v přízemní značně kontaminované vrstvě městských aglomerací. Je odhadnuto, že asi 1/3 lidské populace žijící ve městech je exponována kritickou či nadměrnou koncentrací olova z ovzduší. Proto počet osob se zvýšenou hladinou olova v krvi odhaduje na 130-200 milionů (Nriagu, 1988).

Dle ústního sdělení MUDr. Petra Skály (2009) akutní toxicitou se vyznačují snadno rozpustné sloučeniny v sestupném pořadí, dusičnan, chlorid, mléčnan, minium, olejan, uhličitan, stearan, sirník, síran, fosforečnan a olovo ve formě par.

Akutní otrava se projevuje salivací, nauzeou, kovovou chutí v ústech, kolikovitě bolestí břicha a zvracením. Při kolice se vyskytuje hypertenze a tachykardie, později krevní tlak klesá spolu s teplotou, postižený je úzkosný se studeným potem, někdy s bolestmi hlavy, obdužením, popř. bezvědomím a křečemi. Po velkých dávkách umírá otrávený v několika dnech. Pokud přežije, mohou se objevit známky poškození jater a ledvin. Otrava pak může přejít v obraz otravy chronické. Rekonvalescence je dlouhá. Obecně mezi chronickou a subakutní či akutní otravou nebývá jasný klinický rozdíl, což bývá časté u profesionálních otrav, kdy je postižený vystavován působení noxy, která se kumuluje a může být např. Vyplavena při oslabení organismu z kostí. Letální dávka pro dospělého je asi 1g vstřebaného Pb. Akutní otrava je velmi vzácná (Skála, 2009).

Chronická otrava má komplikovaný obraz ovlivňovaný mnoha okolnostmi. Jako je dávka, doba expozice, brána vstupu do organismu, věk, pohlaví atd. V první fázi se Pb teprve ukládá v organismu a postižený nemá subjektivní potíže ani klinické příznaky (latentní saturnismus), nebo má potíže jen přechodné, které odezní. Již v této době však laboratorní testy mohou upozornit na nebezpečí. Specifické je zvýšené vylučování kyseliny 5 aminolevulové (ALA), výskyt koproporfyriu v moči více než 0,3 mg/l a především zvýšený počet basofilně tečkovaných erytrocytů

1000-3000/1 milion jako reakce na inhibici tvorby hemu. Pacienti pociťují nechutenství, únavu, poruchy spánku, bolesti pohybového aparátu, bolesti žaludku, popř. zácpu. Příznaky druhého stádia otravy mohou převažovat obtíže gastrointestinální-koliky, většinou spojené se zácpou a dále často neurčité zažívací obtíže (Skála, 2009).

Pro neuromuskulární typ jsou v první fázi charakteristické příznaky svalové ochablosti extensorů prstů, zvláště po námaze. Tento příznak je charakteristický a při neléčení, popř. pokračování expozice, může dojít až k obrně radiálního nervu, přičemž nejdříve je postižen prostředníček, prst a prsteník (Skála, 2009).

Encefalopatický typ je velmi vzácný, přesto se však vyskytuje zvláště u dětí. Počíná silnými bolestmi hlavy, může pokračovat epileptiformními záchvaty křečí a až delirantními stavy s poruchami vědomí. Tento typ je běžný při akutní i chronické otravě alkylderiváty olova (Skála, 2009).

Vstřebávání olova - plicní cestou se střebává olovo z 20-50% v závislosti na velikosti částic a ventilací. Větší částice se zachycují v nasolaringu a mohou být spolknuty. Otázka vstřebávání ventilací není ještě zcela jednoznačně objasněna, přesto však představuje hlavní cestu průniku noxy do organismu. Vstřebávání ze zažívacího traktu je menší (5-10 % z přijaté dávky), přesto však může např. u mladých jedinců (lidí i zvířat) dosáhnout až 50 %. Vliv dietyx a střevní flóry je zde velmi významný, např. karence Ca, Fe a vitamínu D vstřebávání zvyšuje, stejně jako dieta s vysokým obsahem tuků, které podporují pronikání Pb buněčnými membránami střevního epitelu (Skála, 2009).

Transport a distribuce - olovo je transportováno krví, kde je vázáno z 96-98 % v červených krvinkách, pouze 2-4 % je v plazmě. U chronicky exponovaných osob je až 98 % Pb vázáno v kostech. Působením stresorů se může vyplavit a způsobit akutní otravu. Důležité je, že olovo snadno prochází placentou z matky na plod (Skála, 2009).

Vylučování - perorálně přijaté olovo je z 90 % vyloučeno stolicí, olovo vstřebažené je u člověka vylučováno ze 75-80 % močí, 15-16 % trávicím ústrojím (především

žlučí), jinými cestami-tj. potem, vlasy, nehty, epidermis < 8 %. Mateřské mléko obsahuje olova minimum (Skála, 2009).

Vliv na krvetvorbu - jde především o inhibici tvorby hemu, kterou narušuje na třech místech.

- Snižuje aktivitu dehydrátazy ALA, čímž inhibuje vznik porfobilinogenu.
- Pb zabraňuje oxidaci koproporfyriinogenu na protoporfyrinogen.
- Blokuje zabudování iontů Fe do protoporfyrinu a tím syntézu hemu (Skála, 2009).

V erythrocytech klesá obsah hemoglobinu, jsou mechanicky méně odolné, z čehož vyplývá jejich kratší doba přežívání v cirkulačním systému. Organismus reaguje vznikem normoblastické hyperplazie v kostní dřeni a zvýšením počtu bazofilně tečkovaných erytrocytů (Skála, 2009).

Účinek na CNS (centrální nervovou soustavu) - vysoké dávky vyvolávají encefalopatii, snižují rychlost přenosu v periferních nervech a v nervosvalovém rozhraní. Na CNS působí především organické deriváty Pb, kde nahrazuje jiné kovy (Cu, Fe, Zu) v enzymech mozku. Postižení CNS vystupuje především při intoxikaci alkylderiváty, z nichž nejznámější tetraethylolovo (tetraethylplumban). Postižení CNS se projevuje dezorientací, delirantní a manické stavy s nebezpečím agrese nebo suicidia. Pokud pacient přežije, mohou kromě somatických obtíží, přetrvávat psychické poruchy, může dojít i k poškození zraku. Tetraethylolovo je kumulativním jedem, příznaky mohou vystoupit až po dlouhé době (Skála, 2009).

Vliv na ledviny- z počátku se objevují postižení tubulů, které jsou však reverzibilní. V tubulárních epiteliálních buňkách jsou intranukleárními introrzní tělíska, ve kterých je vázáno 90 % Pb ve formě bílkovinného komplexu. Projevuje se aminoacidurie, glykosurie a hyperfosfaturie. Při další expozici se objevuje hyperplazie a cystické změny na tubulárních epiteliálních buňkách, nevratné změny jako intersticiální fibróza a atrofie tubulárních buněk. Selhání ledvin se pak projevuje zvýšením hladiny močoviny a nebílkovinného dusíku v krvi (Skála, 2009).

Imunitní systém-chronická otrava snižuje počet buněk vytvářejících protilátky, zvyšuje citlivost vůči gramnegativním bakteriím při absenci imunitní odpovědi. U grampozitivních bakterií tento vliv pozorován nebyl (Skála, 2009).

Reprodukční funkce-projevuje se v obouh pohlaví, nižší hmotnost plodu a změnami ve vývoji spermií. Výsledky však nejsou zcela průkazné (Skála, 2009).

Karcinogenní, mutagenní a teratogenní působení-je experimentálně prokázáno, není však jednota ve více otázkách, především v prahové dávce. (považuje se za dané, že u karcinogenů prahová dávka neexistuje) a na interakci mezi Pb ionty a ostatními kancerogeny. Srovnání s experimenty na zvířatech nelze použít, kancerogenní vliv byl zjištěn až při takových dávkách, které by u člověka vyvolaly akutní otravu (Skála, 2009).

Detoxikace-provádí se podáváním látek, které převedou Pb do komplexu, který se z organismu vyplaví, například vápenná sůl kyseliny etylendiamintetraoctové vymění Ca iont za iont Pb. Má však některé vedlejší účinky, proto se s výhodou používá penicilamin. Obě látky se používají i při diagnostické mobilizaci olova a jeho následném zjišťování v moči. Při intoxikaci alkylderiváty Pb nemá použití EDTA ani dimerkaprolu účinek (Skála, 2009).

## IV.2. Účinky olova v těle zvířat

Podle ústního sdělení MVDr. Jaroslava Jiráka (2009) vnímavost vůči škodlivému vlivu olova není pro všechny druhy zvířat stejná. Například koně jsou asi 4x citlivější, než skot. Letální dávka při kumulativní otravě je pro koně příjem 1,7 mg Pb.kg<sup>-1</sup> denně, u skotu stejný účinek vyvolá až dávka 6-7 mg Pb.kg<sup>-1</sup>. Při akutní smrtelné otravě jsou výsledky poněkud odlišné. Dávka octanu olovnatého, která zvíře usmrtí je následující: kráva (50-400 mg.kg<sup>-1</sup>), kůň (900 mg.kg<sup>-1</sup>), ovce a koza (400-500 mg.kg<sup>-1</sup>), pes a vepř (300 mg.kg<sup>-1</sup>). Kuřata však při dávce 100mg.kg<sup>-1</sup> v krmivu zpomalí růst. Akutní a subakutní otrava skotu probíhá prakticky se stejnými příznaky jako u lidí. Stejně tak jsou mladí jedinci méně odolní. Zvířata jsou otupělá, potácí se, ztrácí chuť k žrádлу, trpí křečemi. Postižení CNS se projevuje křečovitými pohyby, točením v kruhu, někdy útočností. Pupilární reflex je snížený, nebo absentuje, může dojít i k slepotě. Zvíře hyne za 12 hod. až 4 dny. U ovcí po depresi vzniká nechutenství a zácpa, která přejde do vyměšování tmavé, páchnoucí stolice. Zvíře je přecitlivělé, tetanické, někdy naopak apatické. U koní jsou příznaky obdobné jako u skotu, často si kůň lehá. Otrava u psů se projevuje zvracením /pes



zvrací lehce), citlivostí v břišní oblasti, zácpou. Nervové příznaky jsou hysterie, konvulze, ataxie, popř. slepota. Prasata při otravě kvičí, sliní a skřípou zuby, trpí anorexií a hubnou. Pohyby jsou nekoordinované s třesem a křečemi. Může dojít k slepotě (Jirásek, 2009).

Tak jako u člověka, laboratorní vyšetření upozorňují na poruchy v syntéze hemu, vyšší obsah Pb v moči, krvi a výkalech. Stanovení deprese aktivity ALA-D a zvýšený obsah ALA v moči dává průkaznější výsledky, než stanovení koproporfyriu, zvláště u přežvýkavců. Je třeba vždy při podezření na chronickou intoxikaci olovem dát přednost enzymatickým stanovením. Zjišťováním obsahu Pb v krvi, moči a výkalech nemusíme vždy objevit zvýšené obsahy. Zvláště u psů a prasat jsou zvýšené obsahy až při vyšším příjmu Pb, což je dáno především jejich zažívací soustavou s rychlejší pasáží. Při pitvě nacházíme zelenočervené zbarvení svaloviny, příznaky zánětu žaludku a střev, poškození ledvin a jater. Na mozku, epikardu a jinde se objevují krváceniny. Protože do mléka se dostává velmi malé množství Pb, nepředstavuje ve většině případů konzumaci mléka od chronicky intoxikovaného skotu nějaké nebezpečí pro lidi (Jirásek, 2009).

Terapie – při akutních otravách provádíme výplach žaludku 2-3 % roztoku síranu sodného, popř. při křečích síran hořečnatý, možno též léčit, podobně jako humánní medicínou podáváním SOU EDTA nebo penicilaminu (Jirásek, 2009).

Prevence-pokud pomine fakt, že nejdůležitější je, aby se do biologicky aktivní zóny životního prostředí olovo pokud možno nedostávalo, je nutné omezit příjem Pb v krmivu zvířat a napájecí vodě. Například obsah Pb by v krmivu neměl dlouhodobě překročit  $10 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  sušiny, v pitné vodě max.  $0,1 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$  (Jirásek, 2009).

Jak se zmiňují Sileo a Beyer (1985), olovo a kadmium se do organismů býložravců dostávají přímo z rostlin. U severoamerických druhů upozornili na významné zvýšení obsahu olova a kadmia u zvěře žijící v znečištěném prostředí Palmertonu v USA. Do vzdálenosti 100 km od zdroje emisí se obsah olova v játrech *O. virginianus* snížil 6 krát a v ledvinách až 13 krát. Obsah olova a kadmia v lišejnících a mechu souvisí s obsahem těchto elementů v játrech a ledvinách sobů a losů. K těmto závěrům došlo Frosile et al. (1985), kteří potvrdili závislost

atmosférické depozice olova, kadmia a ruti na zvýšení obsahu těchto elementů v norské fauně.

Rikmus a Wolf (1987) považují ledviny, játra a svalovinu živočichů za vhodný indikátor. Chudík a Maňkovská (1985) dále doporučují i srst. Holm (1984) zjistil korelaci mezi obsahy Pb, Cd a Hg v játrech a ledvinách, ledvinách a svalovině, játrech a srsti, ledvinách a srsti a srsti a svalovině zajíce. O něco více, než byložravé druhy zvěře, jsou kontaminováni všežravci a dravci. Zvýšené obsahy Pb, Cd a Hg v srsti, např. kančí zvěře, vysvětlují Tataruch (1984), Chudík a Maňkovská (1985) jednak konzumací rostlinné potravy a příležitostní konzumací hlodavců a uhynulé zvěře. Koláček et al. (1969) uvádí intoxikaci olověnými broky u úhynu chovných kachen. V jejich svalnatém žaludku našli 3 - 27 ks broků. Podobné případy otrav se vyskytly u 35 % kachen v roce 1977 (Haták, 1979).

Zvýšený výskyt Pb, Cd a Hg v životním prostředí znamená i negativní dopad na zdraví a užitkovost hospodářských zvířat. Z hospodářských zvířat jsou ohrožena kontaminací Pb, Cd a Hg především ta, která se většinou odchovávají ve volném prostředí, tedy hlavně ovce a skot. Významným zdrojem cizorodých prvků jsou i čistírenské kaly, které se používají ke zlepšení kvality půdy nebo přímo jako bílkovinný komponent krmné dávky (Page et al., 1983; Komsta a Szumka, 1986).

Mechanismus toxického působení Pb, Cd a Hg na ryby a ostatní vodní živočichy spočívá převážně ve vazbě těchto kovů na aminokyseliny a Sh tj. skupiny bílkovin. Pb, Cd a Hg tak působí jako enzymové jedy. Toxicita kovů na ryby je významně ovlivněna formou jejich výskytu ve vodě. Anorganické a organické nerozpustné nebo méně rozpustné komplexy jsou zpravidla méně toxické než jednoduché ionty. Distribuce výskytu různých chemických forem kovů ve vodách závisí na chemickém složení vody, zejména na hodnotě pH a obsahu některých aniontů, které mohou tvořit stabilnější komplexní sloučeniny. Z tohoto hlediska je obsah kationtů méně významný (Pitter, 1980 - Reczynska a Dutka, 1986).

### **IV.3. Dopady na životní prostředí**

Problematiku kovů v atmosféře řeší kniha autorů Nriagu a Davidson (1986), Toxic Metals in the Atmosphere. Podobnou problematiku zpracovává slovensky

psaná monografie Tolgyessy et al.(1984), Chémia, biologia a toxikológia vody a ovzduší.

Cílem této kapitoly je seznámit s množnými způsoby kontaminace atmosféry uvedenými toxickými kovy, hlavně olova. Stupeň znečištění ovzduší je zde hlavně posuzován podle celkového množství dispergovaných částic, aerosolů. Přes malou hmotnost způsobenou plynným složením,  $5 \cdot 10^{21}$  g, má atmosféra značnou pohyblivost (Wedepohl, 1968).

Atmosféra obsahuje vedle hlavních plynných složek, které ji tvoří z 99,96 % i nepatrná množství látek ve stopových koncentracích kolem  $1 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$  (Moldavan, 1983; Butler, 1979; Meszaroz, 1979; Hidy, 1984).

Tyto plynné, kapalné a pevné podíly stopových množství látek různého složení a původu, které jsou vnášeny do ovzduší, mohou ovlivnit řadu atmosférických procesů, například snížit viditelnost, způsoby změny v optických, elektrických a tepelných vlastnostech, tvorbu mraků, změny v bilanci radiace apod. Podrobnosti o tvaru, původu, rozdělení dle velikosti, vlastnostech a možném chemickém složení jsou uvedeny v monografiích (Jelínek, 1961; Spurný, 1961; Davidson, 1989). Tyto monografie uvedu v „Seznam použité literatury“. Pevné aerosolové částice v troposféře mají podle odhadu hmotnost  $2 \cdot 10^{13}$  g a doba jejich setrvání v atmosféře je kolem 10 dnů. Velikost částic hraje rozhodující roli při sledování chování aerosolů, pro olovo byla stanovena střední velikost částic  $\text{MMD}=0,4 \mu\text{m}$  (Pacyna, 1987).

Chování stopových množství olova v atmosféře nelze pochopit bez znalostí jejich zdrojů, ale i jejich transformace a způsobu zániku jednotlivých aerosolů, tj. bez znalostí interakcí s hlavními plynnými, kapalnými a pevnými složkami atmosféry. Pro poměrně široký rozsah střední velikosti aerosolových částic platí různé fyzikální zákony, například pro odpor prostředí, rychlost pohybu, rychlost vypařování, kondenzaci a sedimentaci, konstantu koagulace a rozptyl světla (Cibulka et al.:1991).

Transport látek v atmosféře lze rozdělit do tří kategorií (Miller a Robinson, 1988).

- Lokální transport do 50 kilometrů. Jedná se o okamžitou depozici danou směrem převládajících větrů, které vzniká míšením přízemních vrstev ovzduší.
- Regionální transport, několik stovek kilometrů. Pro jeho sledování je nezbytná znalost předpovědi počasí a znalost fotodegradačních procesů.
- Globální transport. Při jeho vyhodnocení se sleduje rovnováha mezi globálními zdroji, například vliv Slunce a celým rezervoárem Země tj. rozdělení na severní a jižní polokouli (Miller a Robinson, 1988).

**Tabulka č. 2,** Ohlašovací práh pro emise a přenosy (IRZ, 2009).

Do ovzduší (kg/rok)	200
Do vody (kg/rok)	20
Do půdy (kg/rok)	20
Ohlašovací práh mimo provozovnu (kg/rok)	50
Rizikové složky životního prostředí	ovzduší, voda, půda

**Tabulka č. 3,** Odhad celkové roční emise ze všech přirozených zdrojů ( $1 \cdot 10^6$ kg), (Nriagu,1979; Lan-Dis,1989).

Zdroj	Kadmium	Rtut'	Olovo
Prach unášený větrem	0,100	17,80	16,00
Lesní požáry	0,010	0,01	0,50
Vulkanická činnost	0,520	0,02	6,40
Mořský aerosol	0,001	7,60	0,02
Vegetace	0,200	0,04	1,60
Celkem	0,831	25,47	24,5

**Tabulka č. 4,** Odhad celkové roční emise ze všech antropogenních zdrojů ( $1 \cdot 10^6$ kg), (Barth, 1977; Pacyna, 1979).

<b>Zdroj</b>	<b>Kadmium</b>	<b>Rtut'</b>	<b>Olovo</b>
Těžba rud	0,002	6,25	<b>8,2</b>
Spalování odpadu	1,400	0,10	<b>8,9</b>
Spalování uhlí	0,060	0,62	<b>14,0</b>
Výroba Fe-oceli	0,070	-	<b>50,0</b>
Agrochemikálie	0,210	-	<b>0,1</b>
Spalování dřeva	0,200	-	<b>4,5</b>
Spalování ropy, plynu	0,003	0,003	<b>177*</b>
Průmyslové využití	0,050	5,50	<b>7,4</b>
Barevná metalurgie	4,710	-	<b>85,8</b>
<b>Celkem</b>	<b>6,270</b>	<b>12,55</b>	<b>354</b>
Světová produkce 1985	20	14	<b>5000</b>
Evropa-emise	2,700	0,340	<b>123</b>

\*Po snížení spotřeby olovnatého benzínu na 35%

Pacyna (1990) zpracoval přehled a odhad hlavních emisních zdrojů v celé Evropě pro více než 20 prvků, včetně olova. Celkové množství látek v atmosféře způsobenou lidskou činností bylo odhadnuto Goldbergem (1973) na  $20 \cdot 10^{13}$  g za rok. Stopové prvky jsou distribuovány do atmosféry hlavně ze spalovacích procesů a stávají se tak globálním problémem. K lokálnímu znečištění dochází při vlastní těžbě, zpracování a využití těchto kovů, tedy i olova. Z tabulek č. 3. a 4., vyplývá, že emise olova způsobené člověkem jsou 17,5 krát vyšší než přirozené emise z biogeochemických cyklů (Barth, 1977; Nriagu, 1980, 1986; Pacyna, 1984, 1988).

Pro Evropu byl stanoven spád  $400 \text{ g olova ha}^{-1}$  (Nriagu, 1990). Z globálního hlediska hlavním zdrojem aerosolů olova jsou spalovací procesy. Ropa, uhlí a zemní plyn zůstávají dosud hlavními surovinami pro výrobu energie. Obsahy stopových prvků olova ve fosilních palivech jsou proměnlivé (Kubizňáková, et al., 1987).

Distribuce chemických prvků a olova lze zjistit i v litosféře. Vzhledem k její heterogenitě není snadné se dopracovat k spolehlivým hodnotám průměrného obsahu. O výpočet chemických prvků a olova v litosféře se prvně pokusili američtí

geochemici F. W. Clarke a H. S. Washinton v roce 1924. Od té doby byla data postupně zpřesňována, takže existuje řada více či méně přesných odhadů. Hodnota průměrného obsahu prvku v litosféře je někdy označována jako „clark“ na počest prvního autora těchto údajů a hodnoty jsou vyjadřovány v ppm (part per milion), což je koncentrace odpovídající například počtu gramů prvku v tuně materiálu (Skřivan a Vach, 1994).

**Tabulka č. 5,** Průměrný obsah olova v litosféře „clark“ a jejich obsah ve vybraných typech hornin (údaje v ppm), podle K. B. Krauskopfa, 1979, 3. sloupec podle Rosslera a Langeho, 1972.

<b>Prvek</b>	<b>Obsah v litosféře</b>	<b>clark</b>	<b>granit</b>	<b>čedič</b>	<b>břidlice</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Olovo	12,5	16	20	3,5	20

Clark podle Krauskopfa (sloupec 2) udává obsah v kontinentální části litosféry.

Olovo a další toxické kovy, pokud se nacházejí ve vodách ve stopovém množství, jsou přirozeného původu. Hlavním zdrojem znečištění jsou odpadní vody z těžby a zpracování rud, z hutí válcoven, povrchové úpravy kovů, z fotografického, textilního, kožedělného a chemického průmyslu, ze zemědělství. Dalším zdrojem jsou atmosférické srážky znečištěné exhalacemi, které vznikají při spalování fosilních paliv, a výfukové plyny motorových vozidel (Reczynska, Dutka, 1985).

Ve vodě jsou kovy a olovo přítomno v jednoduchých kationtech či aniontech, nebo ve formě komplexních anorganických a organických sloučenin. Mezi toxické kovy vyskytující se ve vodách patří především olovo aj. toxické kovy. Jednou z jeho významných negativních vlastností je značná schopnost akumulovat v sedimentech. Vzhledem k této velké akumulární schopnosti olova nevystihuje jeho stanovení pouze v kapalně fázi skutečného celkového znečištění vodního prostředí (Pitter, 1981).

Koncentrace olova ve vodách rybníků, tekoucích vod a nádrží sledovali Drbal a Bastl (1984).

**Tabulka č. 6,** Koncentrace olova ve vodách rybníků, tekoucích vod a nádrží.

<b>Lokalita</b>	<b><math>\mu\text{g.l}^{-1}</math></b>	<b>Autor, rok</b>
Řeka Lužnice	0,30-1,35	Drbal a Pastl (1988)
Přítok řeky Lužnice	0,06-7,5	Kroupa (1988)
Rybníky-západní Čechy	0,04-1,00	Drbal a Bastl (1984)
Nádrž Želivka	1,0-21,6	Svobodová (1988)
Nádrž Podhora	1,0-18,4	Svobodová (1988)
Řeka Reslava	0,44-1,32	Vondrák et al.(1984)
Malachovský potok	0,30	Kokordák (1985)

Sedimenty dna se také ukázaly být vhodnými indikátory zatížení povrchových vod olovem a kadmíem. Podobně jako u jiných toxických kovů, je velmi obtížný odběr reprezentativních vzorků na lokalitách tekoucích vod. Za zvýšeně zatíženou olovem je Berounka pod Plzní, řeka Úslava před jejím vyústěním do Berounky, řeka Mže v Plzni a rybník Kukla v Chlumci u Třeboně, kde byl nalezen obsah olova  $203, \text{mg.kg}^{-1}$  sušiny sedimentu (Cibulka et al., 1991).

Půda patří spolu s atmosférou a vodou mezi základní složky prostředí. URE a Berrow (1982) uvádějí průměrný obsah olova v různých půdách světa  $29,2 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Bowen (1979) a Kabata, Pendias a Pendias (1984) odhadují průměrný obsah olova v půdách na  $35 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Beneš a Pabiánová(1987) udávají pro půdy v ČSFR rozsah koncentrace  $23,3-92,5 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Ve Švýcarsku průměrný obsah olova je  $50 \text{ mg.kg}^{-1}$  (Anonymus, 1984).

Jedním z hlavních zdrojů olova v kontaminovaných půdách jsou emise z hutí, zpracovávající olověnou rudu (Beneš a Pabiánová, 1987). Kozák et al.(1986) našli extrémně vysoké obsahy olova v půdách kontaminovaných odpadů z kovohutí.

Nalezené koncentrace olova dosahovaly až 9 000 mg.kg<sup>-1</sup>. Důležitým zdrojem olova je aplikace čistírenských kalů do půdy (Gerritse et al., 1982; Weber a Shames, 1987; Gebhardt et al. 1988).

Facek et al.(1985) udávají, že může dojít ke zvýšení obsahu olova v půdě též aplikací některých průmyslových kompostů a uhličitanu vápenatého.

V monografii (Cibulka et al., 1991), citují autory Sucharda et al.(1986), kteří, sledovali kontaminaci půd olova v okolí dálnic, kde byly nalezeny nejvyšší koncentrace olova do vzdálenosti 30 m od dálnice (v povrchové vrstvě půdy dosahovaly hodnot 350 mg.kg<sup>-1</sup>), ve vzdálenosti 100 m a více, již nebylo možno kontaminaci prokázat.

Angehrn et al. (1989) poukazují, že gravitační depozice, tj. depozice s deštěm, sněhem, kroupami sedimentujícím prachem apod., je důležitým mechanismem pro obohacení ekosystému těžkými kovy včetně olovem. V důsledku interakcí těžkých kovů s půdou dochází k jejich akumulaci na povrchu půdy a transport do nižších vrstev se příliš neuskutečňuje, pokud není pufrční schopnost půdy překročena. Půdy mohou být považovány za médium s konečnou kapacitou pro retenci těžkých kovů a olova (Sim et al., 1986).

Ellis a Allowa (1985) uvádí, že je celkový obsah olova v půdním, roztoku a v rostlinách v korelaci s obsahem organické hmoty. To vyjadřuje důležitost kompenzace negativních účinků zvýšených hladin olova organickou hmotou v půdě.

Podle Beneše a Pabiánové (1987) vliv olova na půdní mikrobiální aktivitu závisí hlavně na zrnitostním složení a koncentrace olova. V písčítých půdách je obvykle mikrobiální činnost daleko více inhibována než v půdách jílovitých. Vysoké obsahy olova mohou snížit celkový počet a spektrum půdní mikroflóry.

Potenciální nebezpečí toxicity olova v potravním řetězci se snižuje, když je olova zapraveno do půdy. Zvyšuje se v případě atmosférické depozice olova na listy, což je dáno tím, že olovo je jen v malé míře přijímáno rostlinami z půdy (Jones, Jarvis, 1981). Sucharda et al. (1986), se zmiňují, že pouze 10-20 % olova z jeho obsahu v půdě je přijímáno kořeny rostlin a obvykle okolo 90 % tohoto olova zůstává v podzemních částech rostlin. Beneš (1989) navrhl metodu pro posouzení



maximálního zatížení půdy průmyslovými komposty, čistírenskými kaly nebo jinými hmotami, obsahujícími rizikové kovy. Vycházel ze sorpční schopnosti půd, stávajícího obsahu daných rizikových kovů v půdě a z obsahu těchto kovů ve výše zmíněných hmotách.

K eliminaci kontaminace půd olovem bylo navrženo několik metod. Trnovsky et al. (1987) doporučují odstranit a speciálně upravit svrchní vrstvu půdy. Kozák et al. (1986) studovali kontaminaci půd těžkými kovy a doporučili tato opatření: snížení rozpustnosti Pb sloučenin zvýšením hodnoty pH půdy, komplexní meliorací založenou na překrytí kontaminované půdy vrstvou půdy nekontaminované, nebo kontaminovanou půdu zalesnit. Výběr vhodných opatření musí vyhovovat jak hygienickým, tak ekonomickým podmínkám.

## **V. Legislativní podpora sledující olovo (zákony, nařízení vlády, vyhlášky přísl. ministerstev, normy)**

- **Zákon č. 371/2008 Sb., kterým se mění zákon č. 356/2003 Sb., o chemických látkách a chemických přípravcích a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů.**

Tento zákon zpracovává příslušné předpisy Evropského společenství a upravuje v návaznosti na přímo použitelné předpisy Evropského společenství, práva a povinnosti právnických osob a podnikajících fyzických osob při výrobě, klasifikaci, zkoušení nebezpečných vlastností, balení, označování, uvádění na trh, používání, vývozu a dovozu chemických látek, nebo látek obsažených v přípravcích nebo předmětech a při klasifikaci, zkoušení nebezpečných vlastností, balení a označování chemických přípravků na území České republiky a vymezuje působnost správních orgánů při zajišťování ochrany zdraví a životního prostředí před škodlivými účinky a přípravků.

- **Zákon č. 146/2002 Sb., o Státní zemědělské a potravinářské inspekci.**

Účelem zákona je zřízení zemědělské a potravinářské inspekce a stanoví její působnost ve výkonu státního dozoru a kontrolou. Mimo jiné provádí monitorování soustavné nebo výběrově účelové sledování zejména toxikologicky významných látek v zemědělských výrobcích, potravinách, surovinách a tabákových výrobcích.

- **Zákon č. 477/2001 Sb., o obalech a o změně některých zákonů. (zákonech o obalech), změna: 274/2003 Sb., 94/2004 Sb., 237/2004 Sb., 257/2004 Sb., 444/2005 Sb., 66/2006 Sb.**

Účelem tohoto zákona je chránit životní prostředí předcházením vzniků odpadů z obalů, a to zejména snižováním hmotnosti, objemu škodlivých obalů a chemických látek. v těchto obalech obsažených v souladu s právem Evropských společenství. V § 4 odst. 1) písmena b., tohoto zákona se uvádí, že osoba, která uvádí na trh obal, balený výrobek nebo obalový prostředek, je povinna zajistit, aby součet koncentrací olova, kadmia, rtuti a chromu s oxidačním číslem VI v obalu nebo obalovém prostředku nepřekročil hodnotu 100 mikrogramů/g (limitní hodnota).

- **Zákon č. 25/2008 Sb., o integrovaném registru znečišťování životního (IRZ) a integrovaném systému plnění ohlašovacích povinností v oblasti životního prostředí a o změně některých zákonů.**

Zákon upravuje v návaznosti na přímo použitelný předpis Evropského společenství integrovaný registr znečišťování životního prostředí ve formě veřejně přístupného informačního systému úniků a přenosů znečišťujících látek na úrovni Evropských společenství. K pojmu IRZ se vyjádřím v následujících kapitolách.

- **Zákon č. 308/2000 Sb., kterým se mění zákon č. 156/1998 Sb., o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd (zákon o hnojivech), a zákon č. 569/1991 Sb., o pozemkovém fondu České republiky, ve znění pozdějších předpisů.**

Uvedený zákon stanoví v souladu s právem Evropského společenství podmínky do oběhu, skladování a používání hnojiv, statkových hnojiv, pomocných půdních látek, pomocných rostlinných přípravků a substrátů, podmínky agrochemického zkoušení zemědělských půd, podmínky zjišťování půdních vlastností lesních pozemků a některé podmínky používání upravených kalů, jakož i působnost orgánů odborného dozoru nad dodržováním povinností stanovených tímto zákonem včetně oprávnění ukládat sankce. Tento zákon se vztahuje na hnojiva, pomocné půdní látky, pomocné rostlinné přípravky a substráty, určené k použití jako suroviny k dalšímu zpracování.

- **Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon).**

Účelem tohoto zákona je chránit povrchové a podzemní vody, stanovit podmínky pro hospodárné využívání vodních zdrojů a pro zachování i zlepšení jakosti povrchových a podzemních vod, vytvořit podmínky pro snižování nepříznivých účinků povodí a sucha a zajistit bezpečnost vodních děl. Zákon upravuje právní vztahy k povrchovým a podzemním vodám, vztahy fyzických a právnických osob k využívání povrchových a podzemních vod, jakož i vztahy k pozemkům a stavbám, s nimiž výskyt těchto vod přímo souvisí, a to v zájmu

zajištění trvale udržitelného užívání těchto vod, bezpečnosti a vodních děl a ochrany před účinkem povodní a sucha. Zákon je také v souladu s legislativou ES v oblasti kvality vod včetně směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES ustavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky, přijaté 23. října 2000.

- **Zákon č. 385/2005 Sb. o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů (zákon o ochraně ovzduší), kterým se mění zákon č. 86/2002 Sb., O ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů.**

Uvedený zákon stanoví práva a povinnost osob a působnost správních úřadů při ochraně vnějšího ovzduší před vnášením znečišťujících látek lidskou činností.

- **Nařízení vlády č. 597/2006 Sb., o sledování a vyhodnocování kvality ovzduší.**

Toto nařízení zpracovává příslušné předpisy Evropských společenství a upravuje způsob sledování a vyhodnocování kvality ovzduší, imisní limity, přípustné četnosti jejich překročení a meze tolerance, cílové imisní limity a dlouhodobě imisní cíle pro vybrané znečišťující látky. V § 3 odst. 1,3 písm.

a) tohoto nařízení je stanoven limit pro olovo.

- **Nařízení vlády č.178/2001 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci.**
- **Nařízení vlády č. 615/2006 Sb., o stanovení emisních limitů a dalších podmínek provozování ostatních stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší.**

Nařízení zpracovává příslušné předpisy Evropských společenství a stanoví emisní limity, podmínky provozování a způsob zařazování ostatních stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší. Emisní limity uvedu v příloze bakalářské práce.

- **Nařízení vlády č. 499/2005 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 350/2002 Sb., kterým se stanoví imisní limity a podmínky a způsob sledování, posuzování, hodnocení a řízení kvality ovzduší ve znění nařízení vlády č. 60/2004 Sb.**

Všechny uvedené limitní hodnoty se vztahují na standardní podmínky-objem přepočtený na teplotu 293,15 K a normální tlak 101,325 kPa. U všech uvedených

limitních hodnot se jedná o aritmetické průměry. Rokem je pro účely myšlen kalendářní rok. Limitní hodnoty olova uvedu v příloze této bakalářské práci.

- **Vyhláška MZ č. 474/2000 Sb. O hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a o substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd.**

Tato vyhláška stanovuje limitní hodnoty rizikových prvků v hnojivech, statkových hnojivech pomocných půdních látkách, pomocných půdních přípravcích a substrátech. Stanovené hodnoty kadmia uvedu v příloze.

- **Vyhláška č. 356/2002 Sb., kterou se stanoví seznam znečišťujících látek, obecné emisní limity, způsob předávání zpráv a informací, zjišťování množství vypouštěných znečišťujících látek, tmavosti kouře, přípustné míry obtěžování zápachem a intenzity pachů, podmínky autorizace osob, požadavky na vedení provozní evidence zdrojů znečišťování ovzduší a podmínky jejich uplatňování.**

V § 17 odst. 2.písm a) je emise těžkých kovů včetně olova určena k měření k úniku do ovzduší. Obecné emisní limity olova, stanovení skupiny uvedu v příloze této bakalářské práce.

- **ČSN ISO 17381 (75 7304) Jakost vod-Výběr a použití metod s přímo použitelnými komerčními kity pro analýzu vod. ČNI Praha 2008-12-31.**

Tato norma poskytuje návod k výběru komerčních souprav pro analýzu vody a určení požadavků na jejich použití. Cílem této normy je stanovit kritéria, kdy mohou být různé druhy komerčních kitů použity pro analýzu jednotlivých ukazatelů u vzorků vody a prokázat vhodnost pro použití. Často je používána nechemiky.

- **ČSN EN ISO 5667-1 Jakost vod-Odběr vzorků-Část 1:Návod pro návrh programu odběru vzorků a pro způsoby odběru vzorků.**

Norma určuje obecné zásady, kterých je třeba dbát při sestavování programů, pro účely jakosti, identifikaci zdrojů znečištěné vody, dnových sedimentů, kalů.

- **ČSN ISO 5667-10 (75 7051) Jakost vod-Odběr vzorků-Část 10: Pokyny pro odběr vzorků odpadních vod.**

Norma obsahuje podrobné údaje o vzorkování splaškových a průmyslových odpadních vod. Zabývá se všemi druhy surových odpadních vod a vyčištěnými odpadními vodami, jsou zde uvedeny definice, účel odběru, místa odběru.

### **V.1. IRZ-Integrovaný registr znečišťování**

Integrovaný registr znečišťování životního prostředí (IRZ) je zřízen a spravován Ministerstvem životního prostředí jako veřejný informační systém veřejné zprávy. Provozovatelem IRZ je CENIA, česká informační agentura životního prostředí. IRZ je databází údajů o únicích vybraných znečišťujících látek (do ovzduší, vody, půdy), přenosech znečišťujících látek v odpadech a odpadních vodách a přenosech množství odpadu, které jsou každoročně ohlašovány za jednotlivé provozovny na základě splnění kritérií stanovených příslušnými právními předpisy. Zveřejnění údajů za předchozí kalendářní rok prostřednictvím internetu probíhá vždy k 30. září běžného roku (irz.cz, on-line, 2009).

### **V.2. Aarhuská úmluva a přístup k informacím o životním prostředí v České republice.**

Před rokem 1989 byly v Československu veřejnosti utajovány informace o životním prostředí. V této době patřilo Československo se svou vysokou koncentrací polutantů v ovzduší, řekách a zdevastovanou severočeskou krajinou k jedné z nejvíce poškozených v Evropě. V roce 1995 se konala v Sofii konference ministrů životního prostředí, kde byla předestřena výzva k zajištění přístupu veřejnosti k informacím o životním prostředí. Aarhuská úmluva byla sjednávána od června 1996 do března 1998 vedená panem Kakebeekem z Nizozemí, při účasti 35 vládních delegací zemí západní, střední a východní Evropy, včetně zemí bývalého SSSR a 5 nevládních delegací. Česká republika odevzdala několik oficiálních písemných stanovisek a připomínek. V průběhu přípravy úmluvy byl text do češtiny, aby mohl být využit k veřejné diskusi. Aarhuská úmluva byla sjednána 23. a 25. 06. 1998 v dánském městě Aarhusu na konferenci ministrů životního prostředí regionu Evropské hospodářské komise OSN „Životní prostředí pro Evropu“. Úmluva má 40 signatářů a vstoupila v platnost 30. 10. 2001. Aarhuská úmluva rozpracovává

směrnici Rady Evropského společenství č.90/313/EEC „O volném přístupu k informacím o životním prostředí“. Česká republika ji ratifikovala na podzim 2004 (byla vyhlášena pod č. 124/2004 Sb. m. s.). Na základě čl. 10 Ústavy ČR jsou ratifikované a vyhlášené mezinárodní smlouvy součástí našeho právního řádu (cs.wikipedia Aarhuská úmluva, on-line,2009).

### **V.3. Evropský registr emisí znečišťujících látek**

EPER je Evropský registr emisí znečišťujících látek, který byl zřízen rozhodnutím Komise ze dne 17. července 2000. EPER rozhodnutí je založeno na článku 15 (3) směrnice Rady 96/61 /ES o integrované prevenci a omezování znečištění. Podle EPER rozhodnutí, členské státy mají povinnost vypracovat každé tři roky zprávu o emisích z průmyslových zařízení do ovzduší a do vody. Zpráva se týká 50 látek (eper.eea.europa.eu, on-line, 2009).

### **V.4. Nařízení o Evropském registru úniků a přenosů (European Pollutant Release and Transfer Registr)**

Nařízení Evropského parlamentu a rady (ES) č. 166/2006, ze dne 18. ledna 2006 kterým se zřizuje evropský registr úniků a přenosů znečišťujících látek kterým se mění směrnice Rady 91 /689/EHS a 96/61 ES. Nařízení nabylo účinnosti dne 24. února 2006 a je závazné pro všechny členské státy EU. První ohlašovací rok byl určen 2007(MŽP, on-line, 2007).

## VI. Bilanční výpočet pozad'ové expozice

Pro zajímavost se v této části budu věnovat rámcovým oceněním výše celoživotní expozice, ideálního "obyvatele ČR" exponovaným množstvím Pb., které ve výpočtu odpovídá právním předpisům platným v ČR. Provazník et al.(2000) se zmiňují, že expozicí rozumíme průměrnou denní expozici nebo průměrný denní přívod látky, který připadá v úvahu po celý život jedince.

K expozici člověka dochází, když chemická látka přítomná v některé ze složek životního prostředí (vody, ovzduší, půda nebo potraviny) přichází do kontaktu s povrchem lidského těla (kůží, sliznicemi) včetně, vnitřních povrchů tj. výstelky dýchacího a trávicího traktu. Celková expozice bere v úvahu všechny situace, kdy byl jednatel exponován určité látce bez ohledu na prostředí, ze kterého látka přichází na cestu vstupu do organismu. Expoziční cesta zahrnuje pohyb látek od zdroje k člověku. Cesta vstupu do organismu popisuje, jakým způsobem se látka do organismu dostává. Pro člověka existují tři cesty vstupu a to inhalace, ingesce (požití potravy nebo vody), kontakt s kůží anebo sliznicí (Provazník et al., 2000).

Pro hodnocení expozice je třeba brát v úvahu čtyři důležité aspekty:

- o jakou chemickou látku se jedná
- jaká je intenzita expozice
- jak dlouho trvá expozice
- jak často je frekvence expozice

Pro vlastní výpočet expozice jsem čerpal s materiálů „Základy hodnocení zdravotních rizik, vydaný Státním zdravotním ústavem v Praze, Bláha a Cikrt, 1999. V příloze č. 12 jsou uvedeny některé expoziční faktory, které jsou důležité pro výpočet přijaté dávky chemické látky.

Pro daný výpočet jsem použil limity olova stanovené současnými českými právními předpisy, tabulka č. 7. Při výpočtu jsem předpokládal, že nedochází k uvolňování olova tj. veškeré přijaté množství, je akumulováno v lidském těle. Pro jednoduchost jsem neuvažoval starší mírnější limity a ani nepředpokládám přísnější limity do budoucnosti. Limit pro potraviny jsem určil průměrem zjištěných hodnot



(potravin v plechových obalech s výjimkou nápojů a kojenecké a dětské výživy tj. 1,0 mg.kg<sup>-1</sup>, brambory a výrobky z brambor tj. 0,2 mg.kg<sup>-1</sup>).

**Tabulka č. 7** Limity určené k výpočtu expozice

Vzduch (ng/m <sup>3</sup> )	Pitná voda (mg/l)	Potravin (mg/kg)
Nařízení vlády č.597/2006 Sb.	Vyhláška č.252/2004 Sb.	Vyhláška č.305/2004Sb.(průměr)
50	0,010	0,6

Uvažoval jsem jednak expozici v určitém časovém intervalu ve vztahu k jednomu médiu, ale též expozici celkovou jako kombinaci jednotlivých expozic (expozice vzduchem (tabulka č. 8), pitnou vodou (tabulka č. 9) a potravinami (tabulka č. 10)). Výpočet jsem vztáhl na expozici vnějšího prostředí, expozici pracovního prostředí jsem neuvažoval. Dále jsem též neuvažoval expozici kůží vzhledem k charakteru sloučenin olova. Dále do limitů jsem nezařadil děti do 10 let. Průměrnou délku života mužů a žen jsem získal zprůměrováním délky života mužů a žen jednotlivých států EU podle Goly (on-line, 16. 4. 2007). Pro výpočet jsem použil expozičních faktorů z tabulky č. 11. Uvedené expozice jsou jen násobením limitu a časového úseku. Denní množství exponované olovem jsem určil násobkem denního inhalačního objemu 23 (m<sup>3</sup>) a limitu 50 (ng/m<sup>3</sup>) stanovené Nařízením vlády č. 597/2006 Sb. Dále měsíční expozici jsem určil násobkem denní expozice krát 30 dní, roční expozici jsem násobil denní expozicí x 365 dní.

**Tabulka č. 8** Expozice vzduchem

Pohlaví	Věk (rok)	Denní inhalační objem (m <sup>3</sup> )	Limit (ng/m <sup>3</sup> )	Denní expozice (μg)	Měsíční expozice 30 dní (μg)	Roční expozice (μg)	Expozice za celý život (mg)
<b>muž</b>	73,5	23	50	1,150	34,5	419,75	30,8516
<b>žena</b>	80,3	21	50	1,050	31,5	383,25	30,774

**Tabulka č. 9** Expozice pitnou vodou

Pohlaví	Věk (rok)	Denní příjem tekutin za normálních podmínek (l)	Limit (mg/l)	Denní expozice (mg)	Měsíční expozice 30 dní (mg)	Roční expozice (mg)	Expozice za celý Život (mg)
<b>muž</b>	73,5	1,950	0,010	0,01950	0,5850	7,11750	523,1362
<b>žena</b>	80,3	1,400	0,010	0,01400	0,4200	5,11000	410,3330

**Tabulka č. 10** Expozice potravinami

Pohlaví	Věk (rok)	Denní přísun potravin (kg)	Limit (mg/kg)	Denní expozice (mg)	Měsíční expozice 30dní (mg)	Roční expozice (mg)	Expozice za celý život (mg)
<b>muž</b>	73,5	2,0	0,6	1,20	36,0	438,0	32193,00
<b>Žena</b>	80,3	1,5	0,6	0,90	27,0	328,50	26378,55

Celková expozice je tedy počítána jako suma všech jednotlivých expozičních faktorů ve vztahu k jednotlivým médiím na den, měsíc, rok a celý život jedince a to zvláště pro muže a ženy v jejich životním prostředí, kteří se liší jednotlivými expozičními faktory. Tyto výsledky jsem zahrnul do tabulky č. 11. Hodnoty expozičních faktorů jsem převzal od ICRP - International Commission on Radiological Protection (1974 ex Provasník et al. 2000). Chybějící expoziční faktor, který publikace neuvádí a to množství potravin zkonsumovaných jedincem, jsem si stanovil a to 2 kg potravin za den pro muže a 1,5 kg potravin za den pro ženu. Tyto expoziční faktory jsem zahrnul do tabulky č. 12.

**Tabulka č. 11 Celková expozice**

<b>Pohlaví</b>	<b>Věk (rok)</b>	<b>Celková denní expozice (mg)</b>	<b>Celková měsíční expozice (mg)</b>	<b>Celková roční expozice (mg)</b>	<b>Celková celoživotní expozice (mg)</b>
<b>muž</b>	73,5	2,3695	71,085	864,8675	32746,9879
<b>žena</b>	80,3	1,964	58,92	716,86	26819,657

**Tabulka č. 12 Expoziční faktory**

<b>Pohlaví</b>	<b>Věk (roky)</b>	<b>Denní příjem tekutin za normálních podmínek (l)</b>	<b>Denní inhalační objem (m3)</b>	<b>Denní přísun Potravin (kg)</b>
<b>Muž</b>	73,5	1,950	23	2,0
<b>Žena</b>	80,3	1,400	21	1,5

Člověk mužského pohlaví je tedy celkově exponován za 73,5 roku při daných expozičních faktorech a dalších zmíněných podmínkách cca 32,746 g Pb, žena je celkově exponována za 80,3 let cca 26,819 g Pb. Znamená to, že při typové hmotnosti muže odpovídající 70 kg bude průměrná kontaminace lidského organismu při celoživotní expozici 0,4678 mg/kg a u ženy hmotnosti 58 kg, bude průměrná kontaminace lidského organismu při celoživotní expozici 0,4624 mg/kg. Z těchto výsledků lze usoudit, že normativní předpisy v ČR jsou konstruovány tak, aby byla jednotková koncentrace shodná bez ohledu na pohlaví jedince. Průměrnou kontaminaci lidského organismu k celoživotní expozici jak pro muže a ženy jsem získal podílem celkové celoživotní expozice a hmotností muže a ženy.

## VII. Závěr

Závěrem chci uvést, že každá lidská činnost je zdrojem rizik jak pro člověka, tak i pro životní prostředí. S počtem činností se zvyšuje i celkové riziko a to se může stát lidské populaci nebezpečným. Pro budoucnost je nutné přijímat opatření, která sníží rizika na přijatelnou míru. Taková opatření by měla být základem politiky státu k ochraně lidského zdraví a také životního prostředí. Cíle této politiky by měly být společensky přijatelné míry ekologických a zdravotních rizik.

V této práci jsem popsal nebezpečnost olova, jeho vliv na lidské zdraví, na zvířata a celkově na životní prostředí, uvedl jsem ekologické havárie jak ve světě, tak i v ČR, normativní předpisy upravující jeho limity v životním prostředí a v neposlední řadě bilanční výpočet pozadřové expozice. Jsou uvedeny evropské dohody určující limitní stropy pro jednotlivé škodliviny, včetně olova.

Doc. MUDr. Jaroslav Kříž ze SZÚ Praha k tomuto problému uvedl, že monitorování je komponentou, která pro zpětné vazby zabezpečuje primární informace. V moderním státě jsou rozsáhle monitorovány ekonomické, demografické, zdravotní, bezpečnostní, environmentální aj. ukazatele. Čím je stát společensky a hospodářsky vyspělejší, tím rozsáhlejší a dokonalejší má informační a monitorovací systémy (Kříž. J.: 2004).

Při rešeršním zpracování jsem zjistil, že u většiny témat existuje dostatek podkladových materiálů. Jde hlavně o vliv na lidské zdraví, vliv na živočichy, výskyt, vznik a využití olova. Údaje jsou rozptýleny v různých dílech, většinou jsou nesnadno dostupné. Obecných údajů o vlivu olova na životní prostředí je dostatek, ale zvláště pro některá území naprosto chybí konkrétní data z monitoringu v terénu. Zatímco v Libereckém kraji registruje krajský úřad 1114 měření za rok 2008, v Severočeském kraji registr není zpracován nebo je pro veřejnost nedostupný. Přitom by bylo vhodné, aby především monitoring rizikových látek byl přístupný veřejnosti.

Veškeré způsoby zneškodňování a stabilizace odpadů obsahujících prvky olova musí být posuzovány s důrazem na dlouhodobou stabilitu v přírodním prostředí. Jestliže existuje riziko, že se uložený materiál může stát nestabilní a tím

i nebezpečný lidskému zdraví a životnímu prostředí, pak je nutno již nyní věnovat finanční prostředky na vhodné přepracování a stabilizaci (Pertoldová a Vacek 1999).

Z ekologického hlediska je významné, že zdrojem olova mohou být i geochemické anomálie tohoto prvku v zeminách, půdách a případně i horninách. Proto je nezbytné v těchto oblastech monitorovat i pozadí a u získaných výsledků přihlídnout k tomu při výpočtu antropogenního znečištění. V takových oblastech pak mohou mít podzemní vody používané pro zásobování pitnou vodou zvýšené koncentrace olova. V takovém případě je nutné pitné vody zbavovat sloučenin olova, neboť při dlouhodobé expozici může dojít až k chronickým otravám (Horáková, M. 2003).

V závislosti na růstu poznání zákonitosti šíření a působení na organismy bude nutné postupně upravovat právní předpisy České republiky. Na druhou stranu neustálé změny legislativy probíhající v současnosti zabraňují adoptování předpisů širokou veřejností. Právní předpisy České republiky stanovují limitní koncentrace pro olovo a jeho sloučeniny. Toxicita olova a jeho sloučenin závisí na jednotlivých chemických formách. V současné době se stanovuje pouze analytická koncentrace olova jako prvku. Bylo by vhodnější stanovit limity pro jednotlivé migrační formy a případně je rozdělit na vysoce a méně toxické, případně brát v potaz jejich mobilitu. K tomu je nezbytný vývoj citlivých a levných detekčních přístrojů, které snadno rozliší jednotlivé sloučeniny olova.

Na závěr uvádím, že olovo je prvek, se kterým bychom přišli do kontaktu i bez antropogenní činnosti. Lidská společnost však přispívá velkou částí k jeho mobilizaci, transportu a následné kontaminaci životního prostředí, čímž navyšuje pravděpodobnost ohrožení olovem. Proto je důležité, abychom se postarali o bezpečí životního prostředí a zamezili co nejefektivněji a nejlevněji jeho dalšímu znečištění. Bude-li kontaminované životní prostředí lidskou činností, bude pak člověk ohrožován zejména sám sebou.

## VIII. Použitá literatura

- ANONYMUS: Eigenossisches Department des Inneren. Verordnung über Schadstoff  
nehalte des Bodens (VSBo) 1984, ISBN 80-7044-160.
- ANGEHRN – BETTINAZZI, C. – THONI, L. – HERZ, J.: An attempt to valuate  
some factors affecting the heavy metal accumulation in a forest stand. *Inter.  
J. Environm. Anal. Chem.*, 1989, 35: 69-79.
- BARLOW, S. M. – SULLIVAN, F. M. – Et al.: Reproductive hazard of industrial  
chemicals. Academic Press, 1982: 610.
- BARTH, D. S. – BLOCH, S. C. – HAMMERLE, J. R.: Chemical Agents in Air, In:  
*Handbook of Physiology*, D. N. Lee, H. L. Falk, S. D. Murphy (Eds.), Amer.  
*Physiol. Soc.* Bethesda, Maryland, 1977, 157-166.
- BENEŠ, J.: Základní složky životního prostředí. *Bull. Ass. Veter*, 4, ISBN 978-80-  
8069-948-2, 1987, 1: 29.
- BENEŠ, S.: Stanovení maximálních dávek zatížení půd těžkými kovy. Celostátní  
konference „Těžké kovy v životním prostředí“, České Budějovice, ISBN  
80-7080-504-2, 1990, 54-59,
- BENEŠ, S. – PABIÁNOVÁ, J.: Přirozené obsahy distribuce prvků v půdách.  
Monografie, VŠZ Praha, ISSN 1801 – 2655, 1987: 123-149.
- BUTLER, J. D.: Air pollution chemistry. Academic Press, 1979: 355.
- BOWEN, H. J.: Environmental Chemistry of the Elements. Academic Press,  
1979: 333.
- BOUŠKA, S.: Geochemie uhlí. Academia Praha, 1977.
- CIBULKA, J. Et al., Pohyb olova, kadmia a rtuti v zemědělské výrobě a biosféře,  
1985. VŠZ Praha, ISBN 80 7137 538 – 1, 1985.
- CIBULKA, J. Et al., Pohyb olova, kadmia a rtuti v zemědělské výrobě a biosféře.  
Účelový tisk MZVŽ ČSR, SZN Praha, ISSN 80 – 85330 – 55 – 5, 1986.

- CIBULKA, J. a kolektiv., Pohyb olova, kadmia a rtuti v biosféře. Academia Praha, ISBN 80-200-0401-7, 1991.
- ČERNÁ, A. – LAMSER, Z. - TOSOVSKÁ, E.: Co stojí péče o životní prostředí. Nakladatelství Svoboda, Edice ekonomice a společnost, Praha, 1973.
- ČERNÝ, M. – LAKOMÝ, Z. – NOVÝ, O.: Životní prostředí pro člověka. Nové obzory vědy, Vědeckopolulární edice ČSAV, Praha, ISBN 80 – 7366 – 009 – 5, 1973.
- DAVIDSON, C. I. – WU, I. L.: Dry Deposition of Particles and Vapors. In: Acidic Precipitation, Vol. 3, Sources, Deposition and Interactions, Lindberg, S. E., Page, A. L. and Marthon, S. A. (Eds.), Springer – Verlag, New York, 1989: 103-216.
- DRBAL, K. – BASTL, J.: Obsah rtuti a olova ve vodách rybníků. Živ. Výr., 30, ISSN 0800 – 0395, 1985, 10: 876-882.
- DRBAL, K. – BASTL, J.: Obsah těžkých kovů ve vodě Lužnice. Sborník VŠZ Praha, AF České Budějovice, Řada fyto technická, 5, ISBN 80 – 244 – 0060-X, 1988, 1: 57 – 72.
- DRBAL, K. – BICAN, J.: Obsah některých těžkých kovů ve vodách rybníků. Živ. Výr., 27, ISBN 80 – 7044 – 330 – 8, 1982, 11: 831 – 836.
- ELLIS, R. H. – ALLOWAY, B. J.: Factors affecting the availability of kadmium, lead and nickel in soils amended with sewage sludge. Inter. Conference „Heavy metals in the Environment“, Heidelberg, ISBN 97-80-6320- 5848 – 8, 1985:358-361.
- FACEK, Z.: Zlepšení hygieny zemědělských půd. Metodika ÚVTIZ Praha, ISSN 1210 – 4124, Roč. 3 č. 3. 1985: 46-48.
- FRIEBERG, L. – NORDBERG, F. – VOUK, V. B. : Handbook on the Toxicology of Metals. Vol. I: General Aspects, Elsevier, Amsterdam, ISBN – 10: 0444904433, 1986.

- FRIEBERG, L. – NORDBERG, F. – VOUK, V. B. : Handbook on the Toxicology of Metals. Vol. II: Specific Metals, Elsevier, Amsterdam, ISBN - 13: 0444904430, 1986.
- GEBHARDT, H. – GRUN, R. – PUSH, F. : Zur Anreicherung von Schwermetallen in Boden und Klarchlammdugung. Z. Pfl. Bodenk., ISBN – 978 – 0 12 – 369413 – 3, 1985, 51 : 307-310.
- GERRITSE, R. G. – VRIESEMA, R. – DALENBERG, J. W. – DeROOS, H. P.: Effect of sewage sludge antrace element mobility ins soils. J. Environm. Anal., 11, 1982, 3: 359-364
- GOLDBERG, A. J.: A surfy of emission and kontrol of hazardous and other pollutants. U. S. EPA, Washington D. C., 1973.
- HATÁK, J.: Konzuistika toxikologicky významného onemocnění kachen. IZ. Celost. Konference o fyziologii drůbeže, Brno, 1979.
- HIDY, O. M.: Aerosol in Industrial and Environmental Science. Academic Press, New York, 1984.
- HOLM, J.: Constructing cause – oriented systém for monitoring the contamination of game by harmful substances. 2. Contamination of game by heavy metals from differently structured region sof origin. Fleischwirtsch., 64, 1984.
- CHUDÍK, I. – MAŇKOVSKÁ, B: Hromadenie ťatých kovov v srsti zveri. Biológia (Bratislava), 40, 1985, 2: 127-132.
- JELINEK, Z. K.: Particle Sise Analyss. Ellis Harwood Limited, Chichester, New York, 1974.
- JONES, L. M. P. – JARVIS, S. C.: The Fate of Heavy Metals. In.: The Chemistry of Soil Processes. Grenland, D. J. and M. M. B. Hayes ( Eds.), John Viley and Sous, Ltd., New York, 1981: 593-620.
- KABATA – PENDIAS, A. – PENDIAS, H.: Trace Elements in Soil and Plauts. CRC Press, Boca Raban, Florida, 1984: 6-10.



- KOLÁČEK, M. – ŠATRAN, P. – ŠŤASTNÝ, Z.: Otrava kachen metalickým olovem. Veterinářství, 19, 1969, 7: 317-320.
- KOMSTA – SZUMSKA, E.: Environmental impact of sewage sludge on livestock. A review. Veter. Hum. Toxicol., 28, 1986, 1: 31-37.
- KOZÁK, J. – BÍLKOVÁ, H.: Stanovení vybraných stopových prvků (Zn, Cd, Pb) v půdních extrakcích. Konference „O metodice, stanovení a význam stopových prvků v biologickém materiálu“, Kuprovce , 1986.
- KUBIZŇÁKOVÁ, J.: Trace metals coal-fired power station: derivation of on average data base for assessment study of the situation in the Bohemia. Annual Report. J. Spálený /Ed.), ÚKE ČSAV České Budějovice, ISSN 0049 – 6979, 1987: 100-113.
- KUBIZŇÁKOVÁ, J. – POSPÍŠIL, J. – BUŘIČOVÁ, V. – LÁZNIČKA, P.: Impact of Al, Be, Cd, Cu, Pb and Zn into the vicinity of one Czech brown coal fired power plant. Inter Conference „Heavy Metals in the Environment“, Vol. 2, Geneva, ISSN 1051 – 0761, 1989: 504-507.
- KROUPA, M.: Těžké kovy ve vodách a horních toků Blanice a Lužnice. Těžké kovy v životním prostředí, ČSVTS, České Budějovice, ISBN 80 – 210 – 3688 – 7, 1988.
- KŘÍŽ, J.: Zpravodaj k 10. Výročí činnosti Monitoringu, Státní zdravotní ústav Praha, 2004.
- LANDIS, J. W.: An assessment of worldwide energy-related atmospheric pollution, 14th Congress of the World Energy Conference, „Energy for Tomorrow“, Montreal, No5.1., ISSN 1051 – 0761, 1989:1-61.
- MAŇKOVSKÁ, B.: The content of Pb, Cd and Cl in forest trees caused by motor vehicles. Biológia, 32, Bratislava, ISBN 961 – 6303 – 62 – 7, 1977, 7: 477-489.

- MASSÁNYI, P. - JAKABOVÁ, D. – TRANDŽÍK, J. ( Eds.), 2004: Rizikové faktory potravinového řetězce. (on-line). Publikováno: 07. 10. 2004, (cit. 2009-01-07), ISSN 1213-7758.
- MESZAROS, E.: Atmospheric Chemistry, Fundamental Aspects. Academia Kiado, Budapest, 1979-185.
- MILLER, D. R. – ROBINSON, C. A.: Atmospheric Transport of Chemicals. In Ecotoxicologie and Climata. Scope 38, P. Bourdeau, J. A. Haines, W. Klein, C. R. Krishna Murti ( Eds.), John Wiley and Sons, Chichester, ISSN 0306 – 4484, 1988: 41-49.
- MOLDAVAN, B.: Koloběh hmoty v přírodě. Academia Praha, ISSN 1802 – 3061, 1983: 93.
- NRIAGU, J. O.: The Biogeochemistry of Mercury in the Environment. Elsevier/ North-Holland Biomedical Press, ISSN 0943 – 0105, 1979, 696.
- NRIAGU, J. O.: Toxic Metals in the Atmosphere. John Wiley and Sons, New York, ISBN 0444415971, 1986.
- NRIAGU, J. O. – Davidson, C. I.: Toxic Metals in the Atmosphere. John Wiley Sons Scope, Inc., New York, ISSN 0936 - 7283, 1986.
- NRIAGU, J. O.: A silent epidemic of environmental metal poisoning? Environm. Pollut., ISSN 1347 – 5215, 1988, 50: 139-161.
- NRIAGU, J. O.: The rise and fall of leaded gasoline. Sci. total Environm., ISSN 0918 – 6158, 1990, 92: 13-28.
- NRIAGU, J. O.: The rise and fall of leaded gasoline. Sci total Environm., ISSN 1684 – 5315, 1990, 92: 13-28.
- PACYNA, J. M.: Estimation of the atmospheric emission of trace elements from anthropogenic sources in Europe. Atm. Environm., 18, ISSN 0025 – 729X, 1984, 1: 41-50.

- PACYNA, J. M.: Estimation of the Atmosphere. John Wiley and Sons, New York, ISSN 0094 – 8276, 1986.
- PAGE, A. L. – GLEASON, T. L. – SMITH, J. E. – ISLANDER, I. K. – Et al: Utilization of Municipal Wastewater and Sludge on Land. California, University of California, 1983.
- PITTER, P.: Vliv chemického složení vody, včetně tzv. „tvrdosti“ na toxicitu kovů na vodní organismy. Vod. Hosp. 1984: 6-10.
- PITTER, P.: Hydrochemie. SNTL, Praha, 1981, 373 s.
- PROVAZNÍK, K. - CIKRT, M. - KOMÁREK, L.:(redakční skupina) Manuál prevence v lékařské praxi, díl VIII. Základy hodnocení zdravotních rizik. Státní zdravotní ústav, ISBN 80 – 246 – 1183 – X, Praha, 2000.
- RECZYNSKA – DUTKA, H.: The effect of atmospheric pollution and the inflow and accumulation of heavy metals in the drainage basins of the Niepolomice Fores (Southern Poland). Acta Hydrobiol., 27, ISSN 0049 – 6979, 1985, 1: 3-16.
- REMY, H.: Anorganická chemie 1, 1. vydání, ISBN 80 – 85427 – 38 – 9, 1961.
- RENNERT, O. M. – CHAN, W. Y.: Metabolism of Trace Metals in Man Volume I. Developmental Aspect. (Eds.), CRS Press, Inc., Boca Raton, Florida, ISBN 1 – 800 – 624 – 7145, 1984.
- RIKMUS, G. – Wolf, M.: Schadstoffbelastung von Wild aus Schleswig – Holstein (4. Blei-, Cadmium – und Auecksilbergehalte in Fleisch und Innerein von Haar und Federwild). Fleischwirtsch., 67, ISSN 007-4861, 1987, 9: 1150-1154.

- SIMS, R. – SORENSEN, D. – SIRUS, J. – McLEON, J. – Et al.: Contaminated surface soils in-place treatment techniques. Noyes Publications, New Jersey SILEO, L. – BEYER, W. N.: Heavy metals in white-tailed deer living near a zinc smelter in Pennsylvania. J. Wildl., 289-296, Journal of Wildlife Diseases, 21, (3), 1985.
- SKŘIVAN, P. – VACH, M.: Úvod do chemie prostředí. Učební text., Institut aplikované ekologie VŠZ, Kostelec nad Černými lesy, Geologický ústav AV ČR, ISBN 80 – 213 – 0122 – 4, Praha, 1994.
- SVOBODOVÁ, Z.: Vliv vybraných chemických látek a přípravků na ryby a vodní prostředí. Doktorská dis. Práce VŠV Brno, VÚRH Vodňany, 1988, Bulletin, ISSN 0007-389X .
- SPURNÝ, K. – JECH, C. – SEDLÁČEK, B. – ŠTORCH, O.: Aerosoly. SNTL Praha, 1961: 342.
- SUCHARDA, I. – BULÍŘ, P. – MIKOVCOVÁ, L. - ČERNÁ, H.: Znečištění půdy a rostlin v okolí dálnice Cd, CU, Ni, Pb a ZN. VÚ okrasného zahradnictví, Prague, Research report, 1986.
- TRNOVSKY, M – OXER, J. P. – RUDY, R. J. WEINSTEIN, C. L. – Et al.: Site remediation of heavy metals contaminated soils and groundwater at a former battery reclamation site in Florida. Inter. Conference „ Heavy Metals in the Environm., New Orleans, 1987,88-90, ISSN 0049 6979.
- URE, A. M. – BERROW, M. L.: Environmental Chemistry. Vol. 2. The elemental constituents of soil. Royal Soc. Chem., London, 1982, ISBN 1 920842 26 8.
- WEDEPOHL, K. H.: Origin and Distribution of the Elements. Pergamon Press, London, 1968.

### **Internetové zdroje:**

GOLA, P. 2007: Důchody v ČR:Užijte si penze? (on-line). Publikováno: 20. 12. 2006, (cit. 2007-05.05).

Dostupné z: [http://www.inchem.org./documents/ehc\\_018.htm](http://www.inchem.org./documents/ehc_018.htm).

iReferáty.cz.2006:Olovo. (on-line). Publikováno:19. 02. 2006, (cit. 2009-02-01).

Dostupné z:<http://ireferaty.lidovky.cz/303/1489/olovo>.

JELÍNEK, V. 2006: Olovo-Pb. (on-line) Publikováno: 07. 10. 2006, (cit. 15. 03. 2009).

Dostupné z: [www.joalis.eu/UserFiles/File/bulletiny\\_cs/kovy\\_kolem\\_nas.pdf](http://www.joalis.eu/UserFiles/File/bulletiny_cs/kovy_kolem_nas.pdf).

Olovo-Wikipedia,otevřená encyklopedie. 2009: Chemické prvky. (on-line).

Publikováno: 01. 02. 2009, (cit. 15. 03. 2009).

Dostupné z:<http://cs.wikipedia.org/wiki/Olovo>.

NAVRÁTIL,T. - ROHOVEC, J. 2006: Olovo. Těžká minulost jednoho z těžkých kovů. (on-line). Publikováno: Vesmír 85, 518, 2006/9, (cit. 2009-02-11), ISSN 1214-4029.

Dostupné z: <http://www.vesmir.cz/clanek.php3?CID=6879>.

RUSEK, V. 2001: Základy toxikologie. Universita Pardubice. Ústav ochrany životního prostředí. (on-line). Publikováno: 15. 02. 2001, (cit. 2009-02-15).

## **IX. Seznam příloh**

**Příloha č. 1** Historická retrospektiva primární produkce vybraných kovů v globálním měřítku v tis. t. (zpracováno podle Josef Pacák Vesmír 73 216 1994/4))

**Příloha č. 2** Globální emise vybraných kovů do ovzduší, vody a půdy v roce 1980 (v tis. t. za rok). (zpracováno podle Josef Pacák Vesmír 73 216 1994/4))

**Příloha č. 3** **Koncentrace** toxických kovů v ovzduší, 1995-2003 (Zpravodaj Ústředí Monitoringu a Centra hygieny životního prostředí, Ročník XI, 2004 č.2/18)

**Příloha č. 4** Obsah kovů a metaloidů v biologickém materiálu člověka 1996-2003 (Zpravodaj Ústředí Monitoringu a Centra hygieny životního prostředí, Ročník XI, 2004 č.2/18)

**Příloha č. 5** **Limitní** hodnoty rizikových prvků v hnojivech, statkových hnojivech apod. (Vyhláška č. 474/2000 Sb., Ministerstva zemědělství o hnojivech)

**Příloha č. 6** **Stanovení** emisních limitů a dalších podmínek provozování ostatních stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší. (Nařízení vlády č. 615/2006 Sb.)

**Příloha č. 7** **Stanovení** imisních limitů. (Nařízení vlády č. 429/2005 Sb.)

**Příloha č. 8** Limity pro olovo v hračkách a výrobcích pro děti do 3 let. (Vyhláška č. 84/2001 Sb.)

**Příloha č. 9** **Limity** pro olovo v potravinách. (Vyhláška č.305/2004 Sb.)

**Příloha č. 10** Limity pro olovo v odpadech stanovené platnými právními předpisy. (Vyhláška č. 294/2005 Sb., Vyhláška č. 366/2005 Sb.)

**Příloha č. 11** Hodnoty limitních koncentrací ve výluhu pro hodnocení nebezpečné vlastnosti H 13. (Vyhláška č.376/2001 Sb.)

**Příloha č. 12** Expoziční faktory (ICRP, 1974)

**Příloha č. 13** Legislativní podpora sledující Pb (zákony, nařízení vlády, vyhlášky přísl. Ministerstev, normy)

**Příloha č. 1 Historická retrospektiva primární produkce vybraných kovů v globálním měřítku v tis. t. (zpracováno podle Josef Pacák Vesmír 73 216 1994/4))**

<b>KOV</b>	<b>1930</b>	<b>1985</b>
Hliník	120	14 000
Kadmium	1,3	19
Měď	1611	8114
Kobalt	0,7	36
<b>Olovo</b>	<b>1196</b>	<b>3077</b>
Nikl	22	778
Zirkon	0	775
Železo	80 000	715 000

**Příloha č. 2 Globální emise vybraných kovů do ovzduší, vody a půdy v roce 1980 (v tis. t. za rok). (zpracováno podle Josef Pacák Vesmír 73 216 1994/4))**

<b>KOV</b>	<b>Ovzduší</b>	<b>Voda</b>	<b>Půda</b>
Arsen	18	41	82
Antimon	3	18	26
Kadmium	7	9	22
Rtuť	3	4	8
Chrom	30	142	896
<b>Olovo</b>	<b>332</b>	<b>138</b>	<b>796</b>

**Příloha č. 3 Koncentrace toxických kovů v ovzduší, 1995-2003 (Zpravodaj Ústředí Monitoringu a Centra hygieny životního prostředí, Ročník XI, 2004 č.2/18)**

Aritmetický průměr ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

<b>KOVY (město, rok nálezu)</b>	<b>Rozpětí 1995-2003 minimum</b>	<b>Rozpětí 1995-2003 maximum</b>	<b>Imisní limit</b>
Arsen	0,00014(HO, 2000)	0,1016(ÚL, 1996)	0,006
Kadmium	0,0001 * * * (JEHO, 2002)	0,0308, LB, 1996	0,005
<b>Olovo</b>	<b>0,0008(BN,1995)</b>	<b>0,2998(PB,1996)</b>	<b>0,5</b>
Nikl	0,0001 * * * (CB, 1995, HO 1997, 1998)	0,0788(PM,1997)	0,02
Mangan *	0,0022(HB,2002)	0,4361(UL, 2002)	0,15 * *
Chrom	0,0001 * * * (HO,1996-98,01,02)	0,0256	

Poznámky:

\* rozpětí 2000-2003

\*\* doporučená hodnota WHO (34)

\*\*\* hodnota poloviny intervalu mezi detekce a nulou

**Příloha č. 4. obsah kovů a metaloidů v biologickém materiálu člověka, 1996-2003 (Zpravodaj Ústředí Monitoringu a Centra hygieny životního prostředí, Ročník XI, 2004 č.2/18)**

<b>Prvek</b>	<b>Dospělí</b>	<b>Dospělí</b>	<b>Děti</b>	<b>Děti</b>
	<b>Krev</b>	<b>Moč</b>	<b>Krev</b>	<b>Moč</b>
Cd	0,4-0,8	0,28-0,41	PMD	0,10-0,24
Cu	800-920	5,8-28,4	975-1068	10,1-42,0
Hg	0,58-1,32	0,53-0,78	0,38-0,57	0,25-0,43
<b>Pb</b>	<b>29,0-44,4</b>	<b>2,43-4,59</b>	<b>31,0-36,0</b>	<b>1,51-3,73</b>
Se	70,3-116,0	3,72-15,30	66,0-72,0	7,5-18,9



**Příloha č. 5 Limitní hodnoty rizikových prvků v hnojivech, statkových hnojivech apod. (Vyhláška č. 474/2000 Sb., Ministerstva zemědělství o hnojivech)**

Typ hnojiva rizikový prvek	Cd	Pb	Hg	As	Cr	Cu	Mo	Ni	Zn
Minerální s fosforečnou složkou nad 5 hm. %	50	<b>15</b>	1	10	150				
Minerální s fosforečnou složkou pod 5 hm. %	1	<b>10</b>	1	10	50				
Minerální vápenatá a hořečnatovápenatá hnojiva	1,5	<b>30</b>	0,5	10	50				
Organická hnojiva, substráty, statková hnojiva	2*	<b>100</b>	1	10	100	100	5	50	300

Poznámka:

limitní hodnoty v mg./kg<sup>-1</sup> hnojiva

\*pro substráty určené pro pěstování zeleniny a ovoce platí limit 5 mg.kg<sup>-1</sup> hnojiva

**Příloha č. 6 Stanovení emisních limitů a dalších podmínek provozování ostatních stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší (Nařízení vlády č. 615/2006 Sb.)**

Výroby skla, vláken, sklářských výrobků, smaltovaných a glazurovacích frit a skla pro bižuterní zpracování.

TZL	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	Jiné (Pb) EL (mg/m <sup>3</sup> )	O <sub>2R</sub> (%)	Vztažné podmínky	Kategorie
100	500	2500	800	<b>10</b>	8	<b>A</b>	<b>Velký zdroj</b>

Poznámka:

Vztažné podmínky A pro emisní limit-koncentrace příslušné látky při tlaku 101,325 kPa a teplotě 273,15 K (normální podmínky) v suchém plynu, někdy s udáním referenčního obsahu některé látky v odpadním plynu, obvykle v kyslíku.

TZL-tuhé znečišťující látky

SO<sub>2</sub> – oxid siřičitý  
 NO<sub>2</sub>-oxid dusičitý  
 CO-kysličník uhelnatý  
 Pb- kadmium  
 O<sub>2R</sub>-referenční obsah kyslíku  
 EL- emisní limit

### **Příloha č. 7 Stanovení imisních limitů podle Nařízení vlády č. 429/2005 Sb.**

Všechny uvedené limitní hodnoty se vztahují na standardní podmínky-objem přepočtený na teplotu 293,15 K a normální tlak 101,325 kPa. U všech uvedených limitních hodnot se jedná o aritmetické průměry. Rokem je pro účely této přílohy myšlen kalendářní rok.

**Cílový imisní limit pro olovo vyhlášené pro ochranu zdraví.**

Znečišťující látka	Doba průměrování	Hodnota imisního limitu	Datum splnění limitu
Olovo	1 rok	50 ng.m <sup>-3</sup>	31. 12. 2012

**Horní a dolní mez pro posuzování (v % limitní hodnotě).**

	Horní mez pro posuzování	Dolní mez pro posuzování
Olovo	70% (035 μg.m <sup>-3</sup> )	50 % (0,25 μg.m <sup>-3</sup> )

**Imisní limit platný pro území ČR (μg.m<sup>-3</sup>)**

Znečišťující látka	Vyjádřená jako	Imisní limit (μg.m <sup>-3</sup> )
Olovo v prašném aerosolu	Pb	0,5

**Imisní limit a meze tolerance pro olovo v ČR**

Účel vyhlášení	Parametr/doba průměrování	Hodnota imisního limitu	Mez tolerance	Datum, do něhož musí být limit splněn
Ochrana zdraví lidí	Aritmetický průměr /kalendářní rok/	0,5 μg.m <sup>-3</sup> )	0,3 μg.m <sup>-3</sup> ) (60%)*	01. 01. 2005

\*Mez tolerance se bude od 1. ledna 2003 snižovat, tak, aby 1. ledna 2005 dosáhla nulové hodnoty. V letech 2003 bude tolerance 0,2 (μg.m<sup>-3</sup>), v roce 2004 0,1(μg.m<sup>-3</sup>).

**Příloha č. 8 Limity pro olovo v hračkách a výrobcích pro děti do 3 let, stanovené Vyhláškou č. 84/2001 Sb.**

<b>Popis limitu</b>	<b>Hodnota limitu</b>	<b>Vyhláška č.84/2001 Sb.</b>
Migrace z povrchových nemetalických úprav do vodního roztoku kyseliny chlorovodíkové o koncentraci $c(\text{HCl})=0,07 \text{ mol/l}$ , po dobu 2 hodin, při teplotě $(37\pm 2) \text{ C}^\circ$	max.90mg/kg	Příloha č. 7
Obsah rizikového prvku v plastu použitého pro výrobky pro děti v extraktech modelujících kyselý alkalický pot, nesmí překročit následující limity vztažené na hmotnost výrobku	Max. 0,2 mg/kg	Příloha č. 8
Migrace z plastu do vodního roztoku $c(\text{HCl})=0,07 \text{ mol/l}$ , po dobu 2 hodin, při teplotě $(37\pm 2) \text{ C}^\circ$	Max. 90 mg/kg	Příloha č. 8
Obsah rizikových prvků v elastomerech v extraktech modelující kyselý a alkalický pot	Max. 0,2 mg/kg	Příloha č. 9
Migrace z elastomeru do vodního roztoku $c(\text{HCL})=0,07 \text{ mol/l}$ , po dobu 2 hodin, při teplotě $(37\pm 2) \text{ C}^\circ$	Max. 90 mg/kg	Příloha č. 9
Obsah rizikových prvku v extraktech z textilií modelující kyselý a alkalický pot	Max. 0,2 mg/kg	Příloha č. 10

**Příloha č. 9 Limity pro olovo v potravinách stanovené Vyhláškou č.305/2004 Sb.**

<b>Potravina</b>	<b>NPM <math>\text{mg.kg}^{-1}</math></b>
Potraviny v plechových obalech s výjimkou nápojů a kojenecké a dětské výživy	1,0
Brambory a výrobky z brambor*	0,2

\*U brambor se hodnota vztahuje na loupané brambory.

**Příloha č. 10 Limity pro olovo v odpadech stanovené platnými právními předpisy ČR.**

<b>Popis limitu</b>	<b>Třída-Hodnota limitu</b>	<b>Platný právní předpis</b>
Nejvýše přípustné hodnoty ukazatelů pro jednotlivé třídy	I-0,05mg/l	Příloha č. 2, vyhl. č. 294/2005 Sb.
Nejvýše přípustné hodnoty ukazatelů pro jednotlivé třídy	Ira-5mg/l	Příloha č. 2, vyhl. č. 294/2005 Sb.
Nejvýše přípustné hodnoty ukazatelů pro jednotlivé třídy	II-1mg/l	Příloha č. 2, vyhl. č. 294/2005 Sb.
Nejvýše přípustné hodnoty ukazatelů pro jednotlivé třídy	III-5mg/l	Příloha č. 2, vyhl. č. 294/2005 Sb.
Požadavky na obsah škodlivin v odpadech využívaných na povrchu terénu,(nejvýše přípustné koncentrace škodlivin v sušině odpadů)	100mg/kg sušiny	Příloha č. 10, vyhl. č.294/2005 Sb.
Hodnoty limitních koncentrací ve výluhu pro hodnocení nebezpečné vlastnosti	10 mg/l	Příloha č. 6, vyhl. č.376/2005 Sb.

**Příloha č. 11 Hodnoty limitních koncentrací ve výluhu pro hodnocení nebezpečné vlastnosti H 13. Příloha č. 6 k vyhlášce č. 376/2001 Sb.**

Ukazatel	Jednotka	Limitní hodnota
As	mg/l	5,0
Cd	mg/l	0,5
<b>Pb</b>	<b>mg/l</b>	<b>10,0</b>

H 13 - schopnost uvolňovat nebezpečné látky do životního prostředí při nebo po jejich odstranění (příloha č. 1 k vyhlášce č. 376/2001 Sb.)

**Příloha č. 12 Expoziční faktory ( ICRP,1974)**

<b>Tělesná hmotnost</b>	<b>(kg)</b>	<b>Dechové objemy</b>	<b>(litry/8hodin)</b>
Průměrný dospělý člověk*/	60	<b>8hodinové dechové objemy v klidu</b>	
Průměrný muž	70	Dospělí muži	3600
Průměrná žena	58	Dospělé ženy	2900
Průměr	64	Děti (10let)	2300
<b>Povrch těla</b>	<b>(cm<sup>2</sup>)**/</b>	<b>Lehká zátěž (ne pracovní)</b>	
Dospělý muž	18000	Dospělí muži	9600
Dospělá žena	16000	Dospělé ženy	9100
<b>Denní příjem tekutin</b>	<b>(ml/den)</b>	Děti (10let)	6240
<b>Za normálních podmínek</b>		<b>Denní inhalační objem</b>	<b>(m<sup>3</sup>)</b>
Dospělí	1900***/	<b>8 hod. odpočinku a 16 hodinová zátěž (ne pracovní)</b>	
Dospělí muži	1950	Dospělí muži	23
Dospělé ženy	1400	Dospělé ženy	21
Dítě (10 let)	1400	Děti (10let)	15
<b>Za vysoké průměrné teploty prostředí</b>	<b>32°C)</b>	Průměrný dospělí	22
Dospělí	2840-3410		
<b>Za střední fyzické aktivity</b>			
Dospělí	3700		

\*/ Hodnota 60 kg byla použita WHO pro výpočet přípustného denního příjmu (1987,1983).

\*\*/ US EPA (1989) uvádí median celkové plochy těla u dospělých mužů 1,75 m<sup>2</sup> a u žen 1,6 m<sup>2</sup>.

\*\*\*/ WHO užívá při výpočtech denní příjem pitné vody na hlavu u dospělých 2 litry (WHO 1993).

**Příloha č. 13 Legislativní podpora sledující Pb (zákony, nařízení vlády, vyhlášky přísl. ministerstev, normy)**

Zákon č. 371/2008 Sb., kterým se mění zákon č. 356/2003 Sb., o chemických látkách a chemických přípravcích a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 146/2002 Sb., o Státní zemědělské a potravinářské inspekci.

Zákon č. 477/2001 Sb., o obalech a o změně některých zákonů. (zákoněch o obalech), změna: 274/2003Sb., 94/2004 Sb., 237/2004 Sb., 257/2004 Sb., 444/2005 Sb., 66/2006Sb.

Zákon č. 25/2008 Sb., o integrovaném registru znečišťování životního (IRZ) a integrovaném systému plnění ohlašovacích povinností v oblasti životního prostředí a o změně některých zákonů.

Zákon č. 308/2000 Sb., kterým se mění zákon č. 156/1998 Sb., o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd (zákon o hnojivech). A zákon č. 569/1991 Sb., o pozemkovém fondu České republiky, ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon).

Nařízení vlády č. 352/2002 Sb., kterým se stanoví emisní limity a další podmínky provozování spalovacích stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší.

Nařízení vlády č. 597/2006 Sb., o sledování a vyhodnocování kvality ovzduší.

Nařízení vlády č. 429/2005 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 350/2002 Sb., kterým se stanoví imisní limity a podmínky a způsob sledování, posuzování, hodnocení a řízení kvality ovzduší ve znění nařízení vlády č. 60/2004 Sb.

Nařízení vlády č.178/2001 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci.

Nařízení vlády č. 290/1955 Sb, kterým se stanoví seznam nemocí z povolání.

Nařízení vlády č. 114/1999 Sb, Co se považuje za jedy, nakažlivé choroby a škůdce.

Vyhláška MZ č. 474/2000 Sb. O hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a o substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd.

Vyhláška č. 305/2004 Sb, druhy a přípustné množství kontaminujících látek v potravinách.

Vyhláška č. 252/Sb., hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost kontrol.

Vyhláška č. 356/2002 Sb., kterou se stanoví seznam znečišťujících látek, obecné emisní limity, způsob předávání zpráv a informací, zjišťování množství vypouštěných

znečišťujících látek, tmavosti kouře, přípustné míry obtěžování zápachem a intenzity pachů, podmínky autorizace osob, požadavky na vedení provozní evidence zdrojů znečišťování ovzduší a podmínky jejich uplatňování.

Vyhláška č. 376/2001., o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů.

Vyhláška č. 382/2001 Sb., o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě.

Vyhláška č. 451/2000 Sb., kterou se provádí zákon o krmivech.

Vyhláška č. 474/200 Sb., o stanovení požadavků na hnojiva.

Vyhláška č. 381/2001 Sb., kterou se stanoví Katalog odpadů, Seznam nebezpečných odpadů a seznam odpadů a států pro účely vývozu, dovozu, tranzitu odpadů a postup Při udělování souhlasu k vývozu, dovozu a tranzitu odpadů (Katalog odpadů).

Vyhláška č. 26/2001 Sb., o kosmetických prostředích.

Vyhláška č. 221/2004 Sb., seznamy chemických látek, jejichž uvádění na trh je omezeno.

Vyhláška č. 84/2001 Sb., Ministerstva zdravotnictví o hygienických požadavcích na hračky a výrobky pro děti ve věku do 3 let.

Vyhláška č.294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky

### **České technické normy:**

ČSN ISO 17381 (75 7304) Jakost vod-Výběr a použití metod s přímo použitelnými komerčními kity pro analýzu vod. ČNI Praha 2008-12-31.

ČSN EN ISO 5667-1 Jakost vod-Odběr vzorků-Část 1:Návod pro návrh programu odběru vzorků a pro způsoby odběru vzorků.

ČSN ISO 5667-10 (75 7051) Jakost vod-Odběr vzorků-Část 10: Pokyny pro odběr vzorků odpadních vod.

ČSN EN ISO 5667-14 (75 7051) Jakost vod-Odběr vzorků-Část 14: Pokyny pro zabezpečování jakosti odběru vzorků vod a manipulace s nimi. ČNI Praha 2001.