



Biologický monitoring pri profesionálnej expozícii olovu

PharmDr. Emília Košťálová, RNDr. Janka Ráczová, PhD., Iveta Tilingerová, Ing. Ľubomír Píš, Ing. Viera Lošonská

Konzultačný deň NRC
14.11.2024

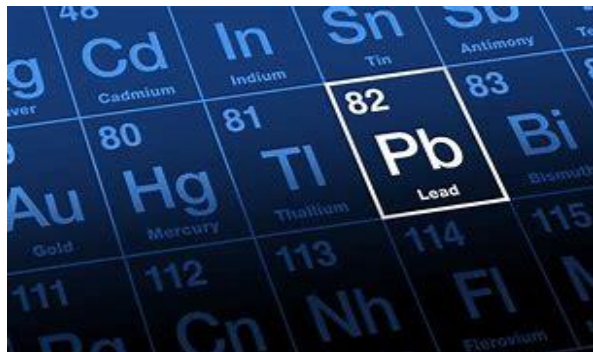


Vyhlásenie o konflikte záujmov autora

- Nemám potenciálny konflikt záujmov
- Deklarujem nasledujúci konflikt záujmov

Forma finančného prepojenia	Spoločnosť
Participácia na klinických štúdiách/firemnom grante	
Nepeňažné plnenie (v zmysle zákona)	
Prednášajúci	
Akcionár	
Konzultant/odborný poradca	
Ostatné príjmy (špecifikovať)	

Podľa UEMS (upravené v zmysle slovenskej legislatívy)



modro-striebristo-biely kov



Fyzikálne a chemické vlastnosti:

mäkký tvárny kov

vysoká stabilita a korozívna odolnosť

slabá elektrická a zvuková vodivosť

nízky bod topenia

Ľahko ťažiteľný a recyklovateľný kov – široké industriálne využitie



Prirodzene v životnom prostredí – nepredstavuje významné riziko

- zemská kôra – PbS galenit, PbCO₃ cerusit, PbSO₄ anglesid;



- pôda, voda, ovzdušie - ľudskou činnosťou nekontaminované oblasti
(v ovzduší < 1ng/m³)

Antropogénna činnosť – škodlivé expozičné levely

- ťaženie, tavenie a rafinácia
- recyklácia



- **Elementárne olovo** (zemská kôra obsahuje 0.002% olovenej rudy)

- **Organické formy** - tetraetyl a tetrametyl olovo

- olovnatý benzín (antidetonačná prísada)

- extrémne nebezpečné

- (absorpcia kožou / emisia častíc)

- vysoko toxické pre CNS

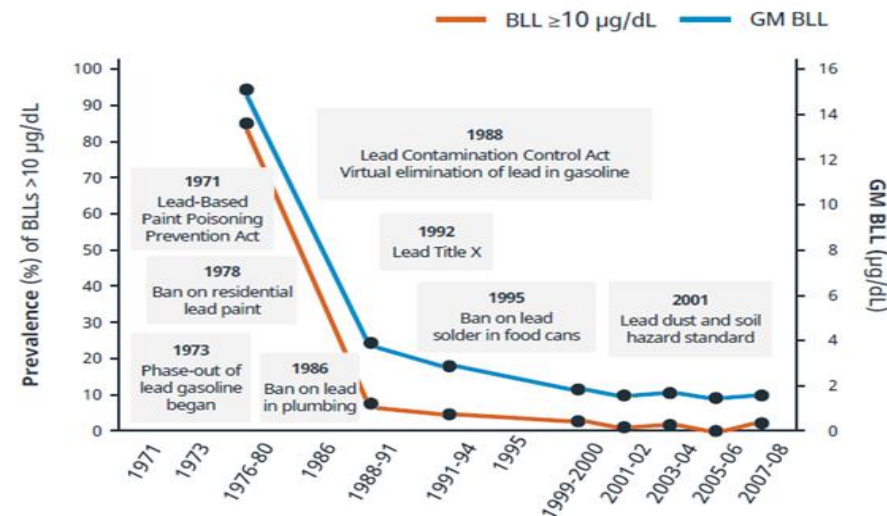
- globálny zákaz - HBM rozhodnutia prijaté na dôkazoch

- limitácia na okupačnú expozíciu

- **Anorganické formy (2+)** (farby, potrubia - zákaz v mnohých krajinách / nárast v iných oblastiach)

- toxické po inhalácii prachu / pár, v menšom rozsahu pri ingescii a GIT absorpcii

- hlavný zdroj okupačnej expozície



Zníženie hladín olova v krvi (BLL) v populácii v Spojených štátoch



- Obdobie staroveku (India):

konštrukčné materiály, pigmenty, glazúry, mince, olovené potrubia a odtoky...



- 500-1000 x vyššie hladiny v porovnaní s predindustriálnym obdobím
- Produkcia z ťažby za 15 rokov narástla o 56%, produkcia z recyklácie o 102% (2001-2016)
- Najväčší svetový producent: primárna produkcia z ťažby – 1. Čína, 2. Austrália (2021)
sekundárna produkcia z rafinácie – 1. Čína, 2. USA (2020)
- Najvyššia globálna spotreba olova na konečné použitie – **batérie**
(v roku 2019 86% - o 6% viac oproti 2018)



- výroba: batérií, akumulátorov, elektroniky, káblov (opláštenie), zliatin, brokov, olovnatého skla, fotovoltických panelov, farbív (maliarstvo a odstraňovanie farieb), keramiky (glazúry, farby, pigmenty)
- výroba plastov (Pb aditíva)
- výstavba
- tavenie a rafinácia olova
- oprava automobilov
- e-odpad, spracovanie šrotu, recyklácia materiálov





Cesty expozície / Transport a distribúcia v organizme / Vylučovanie z organizmu



Inhalácia

- prach / pary
- počas 8-hodinovej zmeny zamestnanci môžu absorbovať až 400 µg olova
- väčšina vdýchnutého olova sa absorbuje v dolných dýchacích cestách
- zvýšená fyzická záťaž – hyperventilácia



Krv

- väzba na erytrocyty
- (polčas odbúrania 28-36 dní)

Vylučovanie: moč
stolica
vlasy, nechty, pot



Ingescia

- nevhodné hygienické štandardy (jedenie, pitie, fajčenie na pracovisku)
- väčšie častice záchyt v nosofarynx – prehltnutie



Mäkké tkanivá

- pečeň, obličky, pľúca, mozog, slezina, svaly, srdce, prienik placentárnou bariérou
- (polčas odbúrania 28-36 dní)



Dermálna absorpcia

- kontakt s organickými formami



Depozícia v minerálnych tkanivách (kosti, zuby)

- dlhodobá expozícia – cca 94% celkovej záťaže organizmu
- v rôznych životných štádiách (rednutie kostí, chronické choroby, choroby obličiek, zlomeniny,...) sa môže uvoľňovať do krvného obehu (dávno po skončení expozície) → do mäkkých tkanív
- (polčas odbúrania 27-30 rokov)



Akútne

- všeobecné symptómy – bolesť hlavy, nechutenstvo, závraty, úzkosť, depresia, strata pamäte, poruchy spánku, ...
- akútna encefalopatia – zvracanie, apatia, ospalosť resp. hyperaktivita, v ťažších prípadoch až kóma so zástavou dýchania a srdcovej činnosti
- podráždenie a zápal očí
- podráždenie a zápal dýchacích ciest
- GIT – kŕče, zápchy
- neurologické – bolesti a slabosť svalov až paralýza
- urologické – akútna toxicita obličiek

Chronické

- hematologické – anémia
- neurologické (CNS aj periférnej NS) - chronická encefalopatia, poruchy správania, mentálna retardácia (vyššie riziko deti – znížené IQ, antisociálne správanie, poruchy učenia,...)
- urologické - glomerulárna skleróza, progresívna tubulárna atrofia, ...
- kardiovaskulárne – hypertenzia, ischemická choroba srdca,...
- reprodukčná toxicita – neplodnosť, potraty, predčasné pôrody, nízka pôrodná hmotnosť
- rakovina – štúdie poukazujúce na zvýšenú incidenciu pľúcnej, rektálnej rakoviny a rakoviny mozgu



Asociácia subklinických a klinických účinkov s koncentráciou olova v krvi

Podľa WHO
nie je známa bezpečná hladina
pre expozíciu olovu,
aj relatívne nízke hodnoty považované
za bezpečné môžu mať nežiaduci účinok
na zdravie.





Trojité záťaž pracovníkov:

- pracovná
- environmentálna (baníctvo, metalurgia)
- riziko prenosu prachu s Pb do domáceho prostredia (koža, vlasy, oblečenie, topánky)

NV SR 121/2024 Z. z. o ochrane zdravia zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou karcinogénnym faktorom, mutagénnym faktorom a reprodukčne toxickým faktorom pri práci:

Anorganické olovo a jeho zlúčeniny – reprodukčne toxické faktory

Biologický materiál:

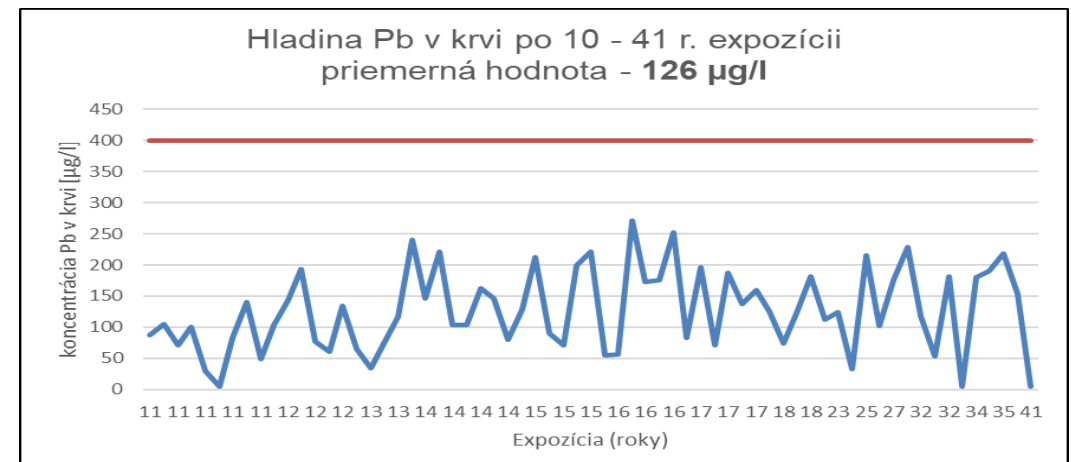
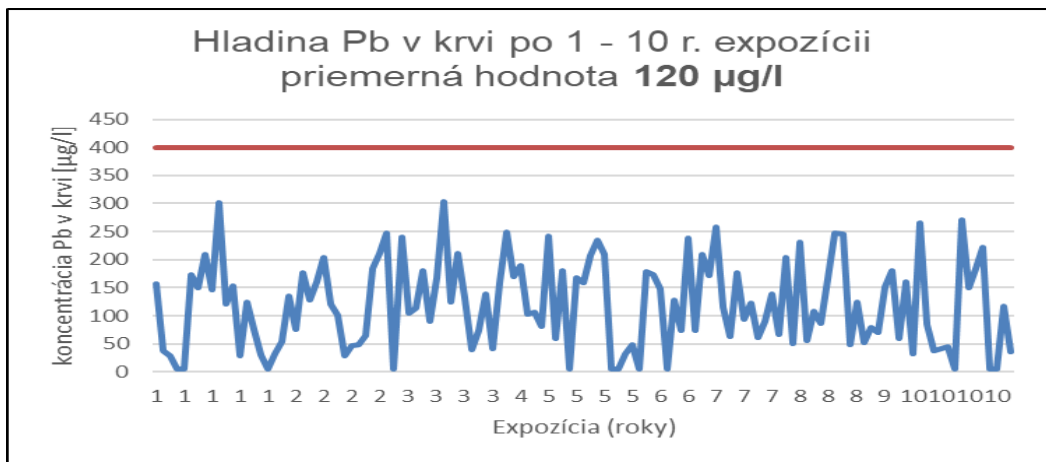
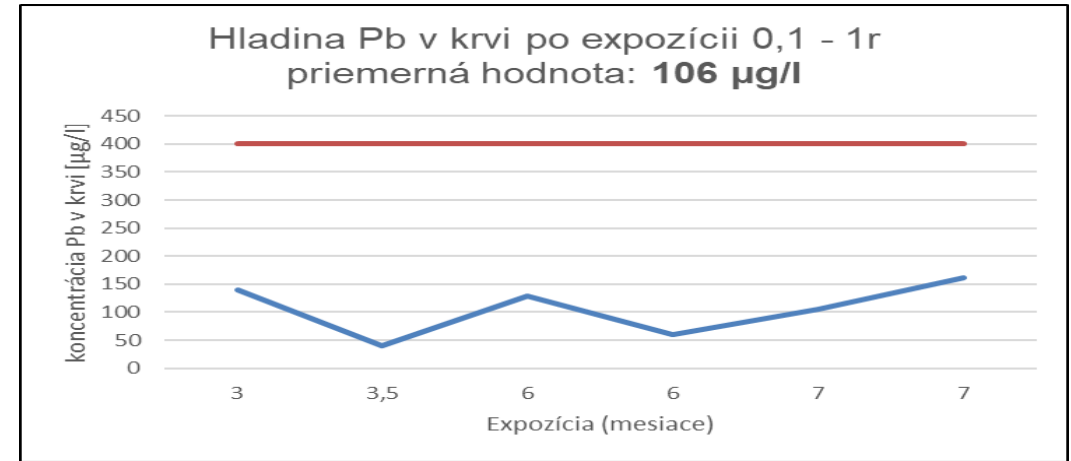
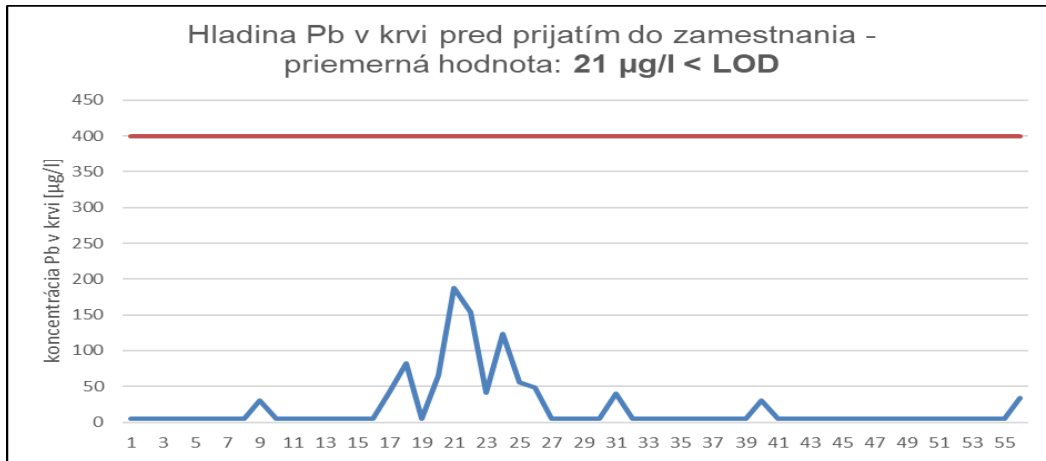
Záväzná biologická medzná hodnota Pb v krvi = 70 μg / 100ml krvi (700 μg /l)

LPP vo vzťahu k práci sa vykoná, ak Pb v krvi > 40 μg / 100ml krvi (400 μg /l)



Expozícia pracovníci exponovaní Pb pri práci s oceľovými drôťmi a nátermi

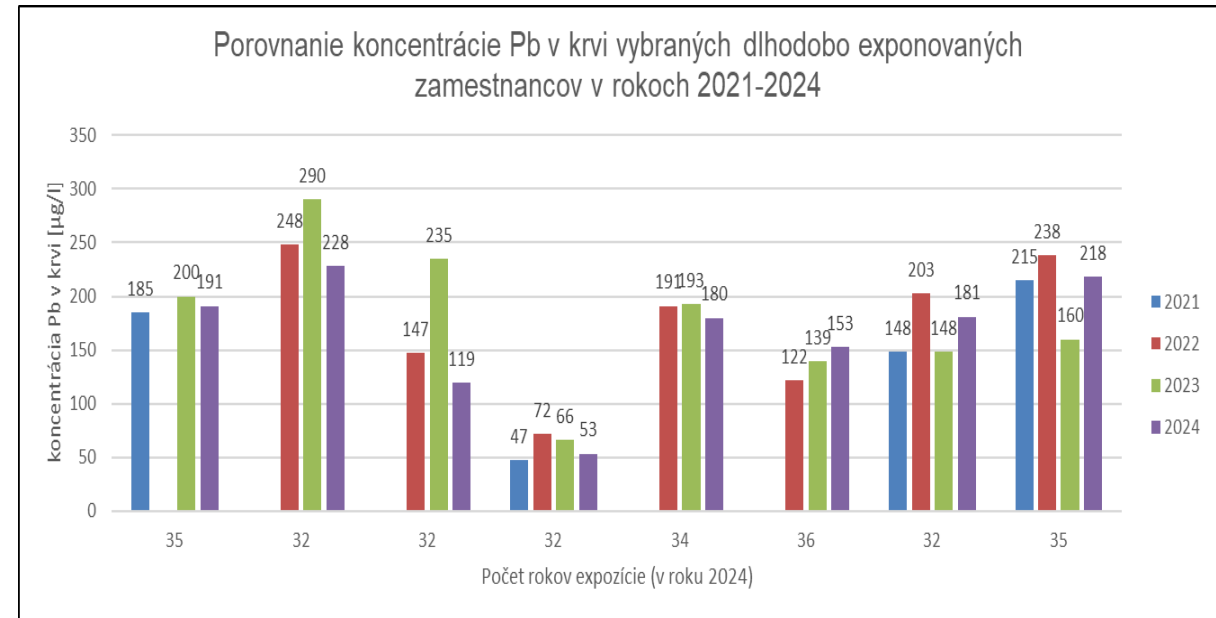
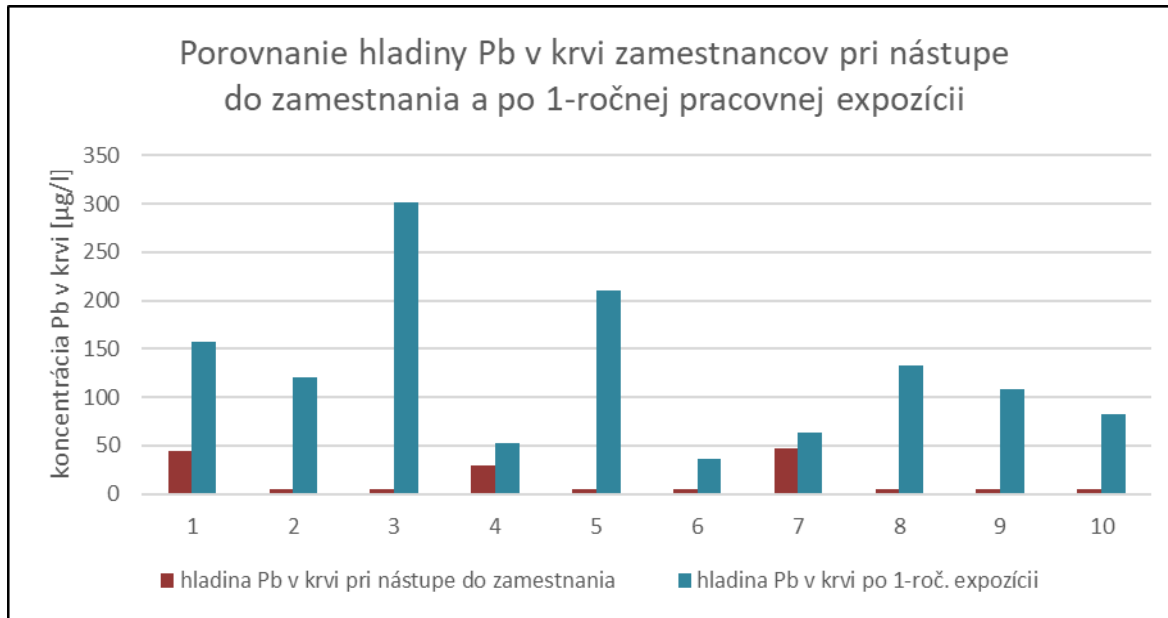
Špecializované laboratórium atómovej absorpčnej spektrometrie – analýza vzoriek krvi metódou AAS
(NRC pre expozičné testy xenobiotík – príprava vzoriek, RM, spracovanie výsledkov)





Expozícia pracovníci exponovaní Pb pri práci s oceľovými drôťmi a nátermi

Porovnanie koncentrácie Pb v krvi vybraných zamestnancov



Okamžitá koncentrácia Pb v krvi \neq dlhodobé vstrebávanie a akumulácia Pb (skutočný zdravotný stav ?)

=> pravidelné sledovanie aj po skončení expozície (úrazy, osteoporóza,...)



Expozícia pracovníci exponovaní Pb pri práci s ocel'ovými drôťmi a nátermi - ŽENY

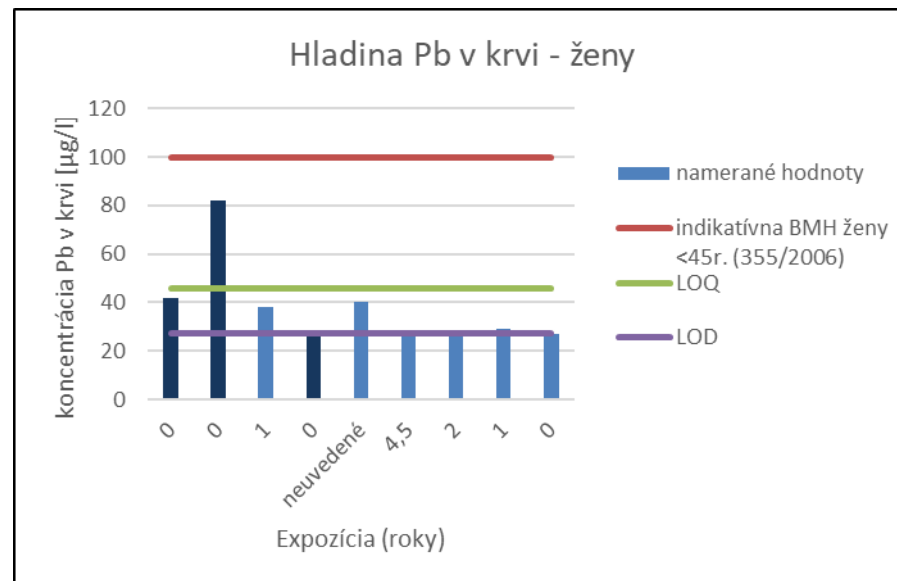
Počet vyšetovaných žien (2024)

= 9 vzoriek → 3 > 45 rokov (BMH = 400 μ g/l)
→ 6 < 45 rokov (indikatívna BMH = 100 μ g/l)

Ženy v reprodukčnom veku

↳ osobitné riziko - akumulácia v kostiach

- počas tehotenstva / laktácie sa Pb uvoľňuje z kostí spolu s Ca => expozícia plodu, resp. dojčiat
- uvoľňovanie Pb z kostí počas menopauzy (osteoporóza)





SMERNICA EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY (EÚ) 2024/869 (13.3.2024)

ktorou sa mení smernica Európskeho parlamentu a Rady 2004/37/ES a smernica Rady 98/24/ES, pokiaľ ide o limitné hodnoty pre olovo a jeho anorganické zlúčeniny a pre diizokyanáty

- **prísnejšia záväzná BMH pre hladiny olova v krvi zamestnancov (9.4.2026, 1.1.2029)**
 - pravidelne vykonávaný zdravotný dohľad – klesajúci trend smerom k BMH
- biologická smerodajná hodnota pre ženy
 - odporúčaná / vnútroštátne referenčné hodnoty pre bežnú populáciu (reprodukčný vek)
 - zdravotný dohľad

Z toho plynie:

- Zamestnávateľ
- PZS
- Laboratórna diagnostika – prístrojové vybavenie s vyššou citlivosťou
 - vnútroštátne referenčné hodnoty HMB pre bežnú populáciu



- Human biomonitoring. Basics: educational course. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2023
- WHO for clinical management of exposure to lead: executive summary. Geneva: World Health Organization; 2021. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO
- Exposure to lead in the world of work: Impacts for occupational safety and health, Geneva: International Labour Office, 2023
- Bencko, V., Cikrt, M., Lener, J. (1995). Toxické kovy v životnom a pracovnom prostredí človeka (2. vydanie). Grada Publishing
- Nariadenie vlády SR č. 121/2024 Z. z o ochrane zdravia zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou karcinogénnym faktorom, mutagénnym faktorom alebo reprodukčne toxickým faktorom pri práci
- Nariadenie vlády SR č. 355/2006 Z. z. o ochrane zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou chemickým faktorom pri práci v znení neskorších predpisov
- SMERNICA EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY (EÚ) 2024/869 (13.3.2024), ktorou sa mení smernica Európskeho parlamentu a Rady 2004/37/ES a smernica Rady 98/24/ES, pokiaľ ide o limitné hodnoty pre olovo a jeho anorganické zlúčeniny a pre diizokyanáty

Ďakujem za pozornosť

emilia.kostalova@uvzsr.sk