

BIOLOGICKÉ MEDZNÉ HODNOTY

Por. číslo	Faktor v pracovnom ovzduší CAS	Zisťovaný faktor v biologickom materiáli	Biologická medzná hodnota ¹⁾ BMH				Vyšetrovaný biologický materiál ²⁾	Čas odberu vzorky ³⁾
1.	Acetón (67-64-1)	Acetón	80 mg · l ⁻¹	1378 μmol · l ⁻¹	53,36 mg · g ⁻¹ kreat.	103,9 μmol · mmol ⁻¹ kreat.	M	b
2.	Anilín (62-53-3)	Anilín (voľný)	1 mg · l ⁻¹	11,2 μmol · l ⁻¹	0,70 mg · g ⁻¹ kreat.	0,85 μmol · mmol ⁻¹ kreat.	M	b, c
		Anilín uvoľnený z väzby na hemoglobín	100 μg · l ⁻¹	1079 nmol · l ⁻¹	–	–	K	b, c
3.	n-Butylalkohol (71-36-3)	n-butyl alkohol	–	–	2,0 mg · g ⁻¹ kreat.	3,13 μmol · mmol ⁻¹ kreat.	M	d
			–	–	10,0 mg · g ⁻¹ kreat.	15,34 μmol · mmol ⁻¹ kreat.	M	b
4.	p-terc-Butylfenol (ptBF) (98-54-4)	ptBF	2 mg · l ⁻¹	13,6 μmol · l ⁻¹	1,36 mg · g ⁻¹ kreat.	1,03 μmol · mmol ⁻¹ kreat.	M	b
5.	Dichlórmétán (75-09-2)	CO-Hb	5 %	–	–	–	K	b
		Dichlórmétán	1 mg · l ⁻¹	12,3 μmol · l ⁻¹	–	–	K	b
6.	N,N-Dimetylformamid (68-12-2) (reprodukčne toxická látka kategórie 1B)	N-Metylformamid	35 mg · l ⁻¹	593 μmol · l ⁻¹	23,36 mg · g ⁻¹ kreat.	44,74 μmol · mmol ⁻¹ kreat.	M	b
7.	2-Etoxyetanol (110-80-5) (reprodukčne toxická látka kategórie 1B)	Kyselina etoxyoctová	50 mg · l ⁻¹	480,7 μmol · l ⁻¹	33,36 mg · g ⁻¹ kreat.	36,25 μmol · mmol ⁻¹ kreat.	M	c, b
8.	2-Etoxyetylacetát (111-15-9) (reprodukčne toxická látka kategórie 1B)	Kyselina etoxyoctová	50 mg · l ⁻¹	480,7 μmol · l ⁻¹	33,36 mg · g ⁻¹ kreat.	36,25 μmol · mmol ⁻¹ kreat.	M	c, b
9.	Etylbenzén (100-41-4)	2- a 4-Etylfenol	12 mg · l ⁻¹	98,6 μmol · l ⁻¹	8,03 mg · g ⁻¹ kreat.	7,44 μmol · mmol ⁻¹ kreat.	M	b, c

Por. číslo	Faktor v pracovnom ovzduší CAS	Zisťovaný faktor v biologickom materiáli	Biologická medzná hodnota ¹⁾ BMH				Vyšetrovaný biologický materiál ²⁾	Čas odberu vzorky ³⁾
		Kyselina mandľová a kyselina fenylglyoxylová	1600 mg · l ⁻¹	10590 μmol · l ⁻¹	1067 mg · g ⁻¹ kreat.	799 μmol · mmol ⁻¹ kreat.	M	b, c
10.	Etylén (74-85-1)	Hydroxyetylvalín	180 μg · l ⁻¹	1120 nmol · l ⁻¹	–	–	E	a
11.	Fenol (108-95-2)	Fenol	200 mg · l ⁻¹	2130 μmol · l ⁻¹	133,7 mg · g ⁻¹ kreat.	160,7 μmol · mmol ⁻¹ kreat.	M	b
12.	2-Fenylpropán (kumén) (98-82-8)	2-Fenyl-2-propanol	10,6 mg · l ⁻¹	77,6 μmol · l ⁻¹	7,0 mg · g ⁻¹ kreat.	5,9 μmol · mmol ⁻¹ kreat.	M	e
13.	Fluorovodík (7664-39-3) a anorganické zlúčeniny fluóru (fluoridy)	Fluoridy	–	–	7 mg · g ⁻¹ kreat.	42,0 μmol · mmol ⁻¹ kreat.	M	b
			–	–	4 mg · g ⁻¹ kreat.	24,1 μmol · mmol ⁻¹ kreat.	M	d
14.	Halotan (151-67-7)	Kyselina trifluóroctová	2,5 mg · l ⁻¹	22,3 μmol · l ⁻¹	–	–	K	b, c
15.	n-Hexán (110-54-3)	2,5-Hexándion a 4,5-dihydroxy-2-hexanón	5 mg · l ⁻¹	20 μmol · l ⁻¹	3 mg · g ⁻¹ kreat.	1,4 μmol · mmol ⁻¹ kreat.	M	b
16.	2-Hexanón (metylbutyketón) (591-78-6)	2,5-Hexándion a 4,5-dihydroxy-2-hexanón	5 mg · l ⁻¹	20 μmol · l ⁻¹	3 mg · g ⁻¹ kreat.	1,4 μmol · mmol ⁻¹ kreat.	M	b
17.	Hexón (izobutyl-metylketón) (108-10-1)	Hexón	3,5 mg · l ⁻¹	35,4 μmol · l ⁻¹	2,36 mg · g ⁻¹ kreat.	2,67 μmol · mmol ⁻¹ kreat.	M	b
18.	Hliník (7429-90-5)	Hliník	–	–	60 μg · g ⁻¹ kreat.	251,8 nmol · mmol ⁻¹ kreat.	M	a
19.	Chlórbenzén (108-90-7)	Celkový 4-ChlórKatechol	–	–	25 mg · g ⁻¹ kreat.	19,57 μmol · mmol ⁻¹ kreat.	M	d
		Celkový 4-ChlórKatechol	–	–	150 mg · g ⁻¹ kreat.	117,4 μmol · mmol ⁻¹ kreat.	M	b
20.	Inhibítory cholinesterázy a acetylcholinesterázy	aktivita cholinesterázy a acetylcholinesterázy	pokles aktivity na 70 % individuálnej základnej hodnoty	–	–	–	E	b, c
21.	Kadmium ⁴⁾ (7440-43-9) (karcinogén kategórie 1B)	Kadmium	3,1 μg · l ⁻¹	27,4 nmol · l ⁻¹	2,0 μg · g ⁻¹ kreat.	2,1 nmol · mmol ⁻¹ kreat.	M	a
22.	Kobalt a jeho zlúčeniny (7440-48-4)	Kobalt	30 μg · l ⁻¹	509,8 nmol · l ⁻¹	20,03 μg · g ⁻¹ kreat.	38,45 nmol · mmol ⁻¹ kreat.	M	a

Por. číslo	Faktor v pracovnom ovzduší	Zisťovaný faktor v biologickom materiáli	Biologická medzná hodnota ¹⁾ BMH				Vyšetrovaný biologický materiál ²⁾	Čas odberu vzorky ³⁾
	CAS							
23.	Lindán (HCH) (58-89-9)	Lindán	25 µg · l ⁻¹	86,1 nmol · l ⁻¹	–	–	P/S	b
24.	Metanol (67-56-1)	Metanol	30 mg · l ⁻¹	938 µmol · l ⁻¹	20 mg · g ⁻¹ kreat.	70,7 µmol · mmol ⁻¹ kreatinínu	M	c, b
25.	Nitrobenzén (98-95-3) (reprodukčne toxická látka kategórie 1B)	Anilín (uvoľnený z väzby na Hb)	100 µg · l ⁻¹	1079 nmol · l ⁻¹	–	–	K	c
26.	Olovo a jeho zlúčeniny ^{5), 6)} (okrem chrómanu olovnateho, chrómanu arzenitého a alkylovaných zlúčenín) (reprodukčne toxická látka kategórie 1A)	Olovo	400 µg · l ⁻¹	1933 nmol · l ⁻¹	–	–	K	a
			100 µg · l ⁻¹ (ženy < 45 r.)	485,0 nmol · l ⁻¹	–	–	K	a
		δ-Aminolevulová kyselina	15 mg · l ⁻¹	114,7 µmol · l ⁻¹	10,03 mg · g ⁻¹ kreat.	8,65 µmol · mmol ⁻¹ kreat.	M	a
			6 mg · l ⁻¹ (ženy < 45 r.)	46,1 µmol · l ⁻¹	4,03 mg · g ⁻¹ kreat.	3,48 µmol · mmol ⁻¹ kreat.	M	a
		Koproporfyrín	0,30 mg · l ⁻¹	0,45 µmol · l ⁻¹	0,2 mg · g ⁻¹ kreat.	43 nmol · mmol ⁻¹ kreat.	M	a
27.	Ortuť a anorganické zlúčeniny ortuti ⁶⁾ (reprodukčne toxická látka kategórie 1A)	Ortuť	37,5 µg · l ⁻¹	187,0 nmol · l ⁻¹	25 µg · g ⁻¹ kreat.	14,10 nmol · mmol ⁻¹ kreat.	M	a
			15 µg · l ⁻¹	75,0 nmol · l ⁻¹	–	–	K	c
28.	Oxid uhoľnatý (630-08-0) (reprodukčne toxická látka kategórie 1A)	CO-Hb	5 %	–	–	–	K	b
29.	Oxid vanadičný (1314-62-1)	Vanád	–	–	50 µg · g ⁻¹ kreat.	111,1 nmol · mmol ⁻¹ kreat.	M	c, b
30.	Paratión (56-38-2)	p-Nitrofenol	0,5 mg · l ⁻¹	3,9 µmol · l ⁻¹	0,36 mg · g ⁻¹ kreat.	0,30 µmol · mmol ⁻¹ kreat.	M	c
		Acetylcholinesteráza	pokles aktivity na 70 % individuálnej základnej hodnoty	–	–	–	E	c
31.	Pentachlórfenol (87-86-5)	Pentachlórfenol	5 mg · l ⁻¹	18,9 µmol · l ⁻¹	–	–	P/S	b
			–	–	2 mg · g ⁻¹ kreat.	0,87 µmol · mmol ⁻¹ kreat.	M	c, d
32.	Polycyklické aromatické	1-Hydroxypyren	5,66 µg · l ⁻¹	25,9 nmol · l ⁻¹	3,77 µg · g ⁻¹	1,95 µmol · mol ⁻¹	M	b

Por. číslo	Faktor v pracovnom ovzduší	Zisťovaný faktor v biologickom materiáli	Biologická medzná hodnota ¹⁾ BMH				Vyšetrovaný biologický materiál ²⁾	Čas odberu vzorky ³⁾
	CAS							
	Uhlíkovodíky ⁴⁾ (karcinogén kategórie 1A a 1B)				kreat.	kreat.		
33.	Sírouhlík (75-15-0)	2-Tio-tiazolidín-4-karboxylová kyselina (TTCA)	–	–	2 mg · g ⁻¹ kreat.	1,42 μmol · mmol ⁻¹ kreat.	M	b
34.	Styrén (100-42-5)	Kyselina mandľová a kyselina fenylglyoxylová	901 mg · l ⁻¹	5960 μmol · l ⁻¹	600 mg · g ⁻¹ kreat.	449 μmol · mmol ⁻¹ kreat.	M	c, b
35.	Tetraetylolovo (78-00-2)	Dietylolovo	25 μg · l ⁻¹ (Pb)	120,9 nmol · l ⁻¹	16,70 μg · g ⁻¹ kreat.	9,12 nmol · mmol ⁻¹ kreat.	M	b
		Celkové olovo (možno aplikovať na zmes tetraetylolova s tetrametylolovom)	50 μg · l ⁻¹	241,5 nmol · l ⁻¹	33,36 μg · g ⁻¹ kreat.	18,21 nmol · mmol ⁻¹ kreat.	M	b
36.	Tetrahydrofurán (109-99-9)	Tetrahydrofurán	2 mg · l ⁻¹	28,4 μmol · l ⁻¹	1,36 mg · g ⁻¹ kreat.	2,14 μmol · mmol ⁻¹ kreat.	M	b
37.	Tetrachlóretylén (perchlóretylén) (127-18-4)	Tetrachlóretylén	0,5 mg · l ⁻¹	3,3 μmol · l ⁻¹	–	–	K	d
		Kyselina trichlóroctová	3,5 mg · l ⁻¹	21,7 μmol · l ⁻¹	2,36 mg · g ⁻¹ kreat.	1,64 μmol · mmol ⁻¹ kreat.	M	b
38.	Tetrametylolovo (75-74-1)	Olovo	50 μg · l ⁻¹	241,5 nmol · l ⁻¹	33,36 μg · g ⁻¹ kreat.	18,21 nmol · mmol ⁻¹ kreat.	M	b
39.	Tetrachlórmétán (56-23-5)	Tetrachlórmétán	3,5 μg · l ⁻¹	23,0 nmol · l ⁻¹	–	–	K	c, b
40.	Toluén (108-88-3)	Toluén	600 μg · l ⁻¹	6517 nmol · l ⁻¹	–	–	K	b
		O-krezol	1,5 mg · l ⁻¹	14,3 μmol · l ⁻¹	1,03 mg · g ⁻¹ kreat.	1,08 μmol · mmol ⁻¹ kreat.	M	c, b
		Kyselina hipurová	2401 mg · l ⁻¹	13399 μmol · l ⁻¹	1600 mg · g ⁻¹ kreat.	1010 μmol · mmol ⁻¹ kreat.	M	b
41.	1,1,1-Trichlóretán (metylchlóroform) (71-55-6)	1,1,1-Trichlóretán	550 μg · l ⁻¹	4127 nmol · l ⁻¹	–	–	K	c, d
42.	Xylén (všetky izoméry) (1330-20-7)	Xylén	1,5 mg · l ⁻¹	14,6 μmol · l ⁻¹	–	–	K	b
		Suma kyselín 2,3,4-metylhipurových	2000 mg · l ⁻¹	10355 μmol · l ⁻¹	1334 mg · g ⁻¹ kreat.	781 μmol · mmol ⁻¹ kreat.	M	b

Vysvetlivky:

1) **Biologické monitorovanie expozície** zahŕňa meranie množstva chemických faktorov a ich metabolitov v biologickom materiáli a meranie biologických účinkov vyvolaných týmito faktormi. Biologický monitoring expozície je komplementárnou metódou k monitoringu ovzdušia v pracovnom prostredí, ak samotný odber ovzdušia nemôže dať spoľahlivé údaje o expozícii, najmä vtedy, ak je vstup látky do organizmu iný, ako inhalačnou cestou (cez kožu alebo zažívací trakt).

Biologické medzné hodnoty (BMH) reprezentujú referenčné hodnoty pre hodnotenie možných zdravotných rizík pri práci a slúžia ako indikátory pre následné preventívne opatrenia.

Biologické medzné hodnoty sa zisťujú v krvi alebo v moči exponovaných zamestnancov. Čas odberu vzoriek vyšetrovaného biologického materiálu berie do úvahy podmienky expozície a vlastnosti chemickej látky.

BMH sú vyjadrené v

- a) mg (g, mol, nmol) zisťovaného faktora na liter moču štandardnej hustoty $1,024 \text{ g/cm}^3$ pri 20°C ,
- b) mg (g, mol, nmol) zisťovaného faktora na liter krvi,
- c) g (mol, mmol) kreatinínu v moči prepočítaný na obsah kreatinínu $1,50 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ moču, resp. $13,26 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ moču.

Fyziologický rozsah hodnôt kreatinínu je $0,79 - 2,04 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ moču (resp. $7,00 - 18,00 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ moču) pri 24 hodinových vzorkách moču. Pri profesionálnej expozícii a odberoch močov po skončení pracovnej zmeny (kratšie ako 24-hodinové vzorky močov) sú odporúčané hodnoty kreatinínu v moči $0,50 - 2,50 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ moču (resp. $4,46 - 22,14 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ moču) (Deutsche Forschungsgemeinschaft List of MAK and BAT Values 2009, Commission for the Investigation of Health Hazards of Chemical Compounds in the Work Area Report No. 45, p. 201).

BMH sú vyjadrené vo viacerých jednotkách. Odporúčané číselné vyjadrenie BMH je zvýraznené polotučným písmom. Niektoré BMH stanovené v moči je správne vyjadriť relatívne ku koncentrácii kreatinínu.

BMH, rovnako ako aj najvyššie prípustné expozičné limity (NPEL) vychádzajú z prípustných hodnôt členských štátov, a to z nemeckých (BAT – Biologischer Arbeitsstoff-Toleranz-Wert, BLW – Biologischer-Leit Wert). Sú odvodené z dostupných toxikologických a medicínskych vedeckých poznatkov a odporúčaných metód Vedeckého výboru pre najvyššie prípustné hodnoty vystavenia chemickým faktorom pri práci (SCOEL), zriadeného Európskou komisiou. Indikujú, že pri týchto koncentráciách nebude poškodené zdravie osôb exponovaných najviac 8 hodín denne a 40 hodín týždenne na úrovni príslušných NPEL pri inhalačnej expozícii.

NPEL aj BMH sú ustanovené na podobných množstvách externej a internej expozície, to znamená, že sa BMH vzťahujú na skupinové priemery hodnotenia expozície. Pre zdravého jednotlivca BMH predstavujú stropné hodnoty.

2) **Vyšetrovaný biologický materiál**, kde znamená

- M – moč,
- K – krv,
- E – červené krvinky,
- P/S – krvná plazma/sérum.

3) **Čas odberu vzorky**, kde znamená

- a – žiadne obmedzenie,
- b – koniec expozície alebo pracovnej zmeny,
- c – pri dlhodobej expozícii; po viacerých pracovných zmenách,
- d – pred nasledujúcou pracovnou zmenou,
- e – do dvoch hodín po pracovnej zmene.

4) V tejto prílohe sú uvedené aj niektoré chemické faktory s karcinogénnym účinkom (kategória 1A a kategória 1B) alebo reprodukčne toxickým účinkom (kategória 1A a kategória 1B). Pre tieto chemické faktory platí, že dodržanie BMH nevylučuje riziko škodlivých zdravotných účinkov, preto sú určené ako

základ pre biomonitoring exponovaných osôb a zdravotný dohľad vykonávaný lekárom pracovnej zdravotnej služby podľa § 13 a príloh č. 4 a 5 nariadenia vlády Slovenskej republiky č. 121/2024 Z. z. o ochrane zdravia zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou karcinogénnym faktorom, mutagénnym faktorom alebo reprodukčne toxickým faktorom pri práci.

5) **BMH pre olovo a jeho iónové zlúčeniny** korešponduje so záväznou biologickou limitnou hodnotou ustanovenou na úrovni Európskej únie (príloha č. 4), ktorá je: $700 \mu\text{g Pb} \cdot \text{l}^{-1}$ krvi ($3,4 \mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krvi). Biologické monitorovanie zahŕňa meranie hladiny olova v krvi používajúc metódu absorbčnej spektrometrie alebo metódu, ktorá má ekvivalentné výsledky.

Zdravotný dohľad sa vykoná, ak

- a) expozícia koncentráciám olova v pracovnom ovzduší je vyššia ako $0,075 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ vypočítaná ako časovo – vážený priemer v priebehu 40-hodinového týždňa, alebo
- b) hladina olova v krvi nameraná u jednotlivých zamestnancov je vyššia ako $400 \mu\text{g Pb} \cdot \text{l}^{-1}$ krvi.

Biologické monitorovanie olova zahŕňa aj sledovanie ďalších odporúčaných indikátorov expozície, ako je kyselina delta-amínolevulová (D-ALA) v moči, dehydratáza kyseliny amínolevulovej a zinkprotoporfyrín (ZPP) v moči.

6) **Zdravotný dohľad** sa zabezpečuje podľa

- a) § 12,
- b) § 30 zákona č. 355/2007 Z. z. o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov,
- c) vyhlášky Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky č. 208/2014 Z. z. o podrobnostiach o rozsahu a náplni výkonu pracovnej zdravotnej služby, o zložení tímu odborníkov, ktorí ju vykonávajú, a o požiadavkách na ich odbornú spôsobilosť,
- d) odborného usmernenia Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky č. S06881-OZS-2016 z 29. septembra 2016 o náplni lekárskeho preventívneho prehliadku vo vzťahu k práci.