

## RÔZNORODOSŤ GEOLOGICKEJ STAVBY A JEJ ODOZVA V ZDRAVOTNOM STAVE OBYVATEĽSTVA SLOVENSKEJ REPUBLIKY

Veronika Cvečková\*, Katarína Fajčíková, Stanislav Rapant

Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Mlynská dolina 1, Bratislava, \* veronika.cveckova@geology.sk

### ÚVOD

Chemické prvky/zložky prítomné v životnom prostredí môžu byť vo vzťahu k biote a ľudskému zdraviu buď v deficite alebo v nadbytku. Oba prípady môžu byť hodnotené pre určité prvky ako nepriaznivé z hľadiska ľudského zdravia. V príspevku je hodnotený vplyv rôznorodosti geologickej stavby na zdravotný stav obyvateľstva Slovenskej republiky.

### MATERIÁL

V práci hodnotíme celoslovenské údaje tzv. environmentálnych (chemické prvky/zložky v podzemných vodách a pôdach) a zdravotných (ukazovatele zdravotného stavu a demografického vývoja obyvateľstva) indikátorov.

Pre podzemné vody sme spracovali 20 339 a pre pôdy sme spracovali 10 738 chemických analýz. V prípade zdravotných indikátorov používame priemerné hodnoty za desaťročné obdobie (1994 – 2003).

Rozsah zborníka nám neumožňuje priložiť v tabuľkovej forme priemerné celoslovenské hodnoty environmentálnych a zdravotných indikátorov. Čitateľ si ich môže v prípade záujmu nájsť na [www.geology.sk/geohealth](http://www.geology.sk/geohealth) (ohodnotenie vplyvu geologického prostredia na zdravie obyvateľstva Slovenskej republiky).

### METODIKA

Environmentálne indikátory sme spracovali tak, aby sme získali priemernú hodnotu každého environmentálneho indikátora pre obec, okres, VÚC, resp. Slovenskú republiku (Rapant et al., 2010).

Primárne dáta zdravotných indikátorov (zdroj ŠÚ SR) boli v zmysle doporučení postupov WHO štandardizované na počet obyvateľov v jednotlivých obciach a na slovenský štandard. Postupy, resp. vzorce ako sa počítali jednotlivé zdravotné indikátory si môže v prípade potreby čitateľ nájsť na vyššie uvedenej internetovej adrese projektu GEOHEALTH.

Pre ohodnotenie možného vplyvu geologického prostredia na zdravotný stav obyvateľstva Slovenskej republiky bolo geologické prostredie Slovenskej republiky rozdelené do 8 hlavných celkov: paleozoikum, kryštalínium, karbonatické mezozoikum, flyšový paleogén, vulkanity, neogén a kvartér. Rozčlenenie geologickej stavby je dostupné na [www.geology.sk/geohealth](http://www.geology.sk/geohealth) a v tab. 1. Podľa týchto 8 celkov sme následne rozčlenili dáta environmentálnych a zdravotných indikátorov.

Vplyv kontaminácie potenciálne toxickými prvkami na zdravotný stav obyvateľstva Slovenskej republiky sme sledovali v troch historických banských oblastiach, a to Slovenské rudohorie, Stredoslovenske neovulkanity a oblasť Hornej Nitry. Presné vymedzenie týchto troch oblastí je dostupné na [www.geology.sk/geohealth](http://www.geology.sk/geohealth).

### VÝSLEDKY A DISKUSIA

Priemerné hodnoty zdravotných indikátorov obyvateľstva Slovenskej republiky rozčlenené podľa geologickej stavby sú uvedené v tab. 1. Priemerné hodnoty environmentálnych indikátorov si môže čitateľ nájsť na [www.geology.sk/geohealth](http://www.geology.sk/geohealth). Vybrané hodnoty environmentálnych a zdravotných indikátorov pre tri kontaminované verzus nekontaminované oblasti Slovenskej republiky sú uvedené v tab. 2.

Z tab. 1 vidíme významné rozdiely pri veľkej väčšine zdravotných indikátorov jednotlivých geologických celkov. Ako najnepriaznivejšie geologické prostredie pre zdravotný stav obyvateľstva Slovenskej republiky bolo jednoznačne zdokumentované horninové prostredie neogénnych vulkanitov (andezity a bazalty) a ako najpriaznivejšie geologické prostredie bolo zdokumentované horninové prostredie paleogénu (pieskovce, bridlice, ílovce). Najvýznamnejšie rozdiely medzi týmito dvomi geologickými celkami boli zistené najmä pre nasledovné zdravotné indikátory: SMRI6364 (mozgové porážky a mŕtvica) viac ako 70%, SMRK (tráviaci systém) 55%, REI (obehový systém), REE (endokrinný a metabolický systém) takmer 40%.

Geologický celok	1	2	3	4	5	6	7	8
Nadmorská výška	424,75	466,55	412,54	340,19	412,40	332,93	226,57	173,23
Počet obyvateľov	1489	2319	1341	1838	1437	1155	1072	1871
LEm	66,42	67,05	68,37	67,49	68,59	65,88	67,85	67,86
LEw	75,81	75,85	77,04	77,35	78,15	75,58	76,82	75,15
A60+	15,26	15,87	16,82	14,79	13,64	16,88	17,64	15,84
A85+	0,80	0,85	0,97	0,82	0,74	0,97	1,07	0,86
BIR	12,03	9,93	10,41	10,32	13,18	10,15	11,22	10,12
GFR	54,44	43,78	47,48	45,11	59,02	45,96	51,75	44,49
LWB	8,64	6,50	5,24	5,49	6,31	6,58	7,37	6,67
SAR	67,12	59,76	62,59	61,65	77,11	58,95	60,24	58,55
CMm	13,29	13,50	13,92	12,29	11,25	15,44	15,31	13,71
CMw	10,22	9,87	10,40	9,31	8,38	11,74	11,82	10,51
SMRp	108,32	101,03	98,39	97,99	98,48	108,05	105,62	104,63
SMRm	109,60	102,50	100,22	97,63	99,27	111,07	106,84	104,47
SMRw	108,43	99,43	96,02	98,85	97,62	106,60	105,27	105,73
PPDm	33,73	34,18	31,55	33,16	34,02	32,19	30,12	32,22
PPDw	18,17	17,97	15,59	16,53	17,87	15,87	14,22	16,79
PPDNCp	26,20	25,43	23,81	24,76	25,92	24,36	22,74	24,68
PYLL1m	4,95	5,06	4,60	4,99	5,44	4,68	4,29	4,72
PYLL1w	2,46	2,54	2,12	2,41	2,71	2,15	1,83	2,29
PYLL100	4360,96	4436,38	3985,16	3985,46	3874,38	4586,18	4040,81	4181,55
PYLLC	1058,67	1001,67	982,93	927,37	908,76	1096,28	997,06	1102,35
REC	209,46	209,57	219,17	195,96	177,99	236,28	233,43	231,99
REE	17,30	13,74	14,98	13,90	12,65	17,61	17,71	15,38
REI	569,73	551,58	572,02	505,07	463,32	638,78	665,98	567,77
SMRC	101,78	96,34	96,95	95,18	95,03	102,91	99,37	106,96
SMRC1526	98,90	97,23	96,57	97,86	94,11	102,20	100,87	106,83
SMRC3039	101,43	95,30	99,03	92,00	97,37	102,36	106,43	109,80
SMRI2125	128,21	103,65	95,82	97,54	109,94	101,39	108,18	97,41
SMRI6364	84,78	119,47	102,53	121,31	72,61	125,53	120,72	112,39
SMRJ	124,81	109,87	113,74	100,61	109,39	126,34	96,00	98,68
SMRK	94,92	101,14	90,24	94,23	84,31	130,61	107,22	107,98
sum24neg	7462,11	7413,69	6933,59	6791,56	6584,24	7864,16	7179,47	7324,05

Tab. 1 Zdravotné indikátory pre populáciu Slovenskej republiky podľa geologických celkov (priemerné hodnoty vypočítané pre administratívne celky, podľa počtu obyvateľov)

Pozn.: 1 – paleozoikum; 2 – kryštalinikum; 3 – karbonatické mezozoikum a bazálny paleogén; 4 – karbonaticko-silikátové mezozoikum a paleogén; 5 – flyšový paleogén; 6 – neovulkanity; 7 – neogén; 8 – kvartér; nadmorská výška v m n.m., počet obyvateľov – priemerná hodnota pre obec, sum24neg – suma 24 negatívnych zdravotných indikátorov (LWB – SMRK)

REC (zhubné nádory) takmer 30%. Predpokladáme, že uvedené rozdiely pravdepodobne súvisia s deficitným obsahom Ca a Mg v podzemných (pitných) vodách neogénnych vulkanitov, ktoré sú približne o polovicu nižšie ako obsahy v podzemných vodách viazaných na celok paleogénnych sedimentov. Vhodnosť geologického prostredia na zdravotný stav obyvateľstva Slovenskej republiky je v nasledovnom poradí: paleogén, silikátovo-karbonatické mezozoikum, karbonatické mezozoikum, neogén, kvartér, kryštalinikum, paleozoikum, vulkanity (od najpriaznivejšieho po najnepriaznivejšie).

Úroveň geogénnej kontaminácie, resp. geogénno-antropogénnej kontaminácie hlavne potenciálnymi toxickými prvkami je na Slovensku spätá najmä s historickými banskými oblasťami. V týchto uvedených oblastiach (Slovenské rudohorie,

Stredoslovenské neovulkanity, oblasť Hornej Nitry) sme vyčlenili obce s kontamináciou (potenciálne toxické prvky) a obce bez kontaminácie. Geologický, geomorfologický ale aj socioekonomický (prevažne vidiecke obyvateľstvo) sa jedná prakticky o rovnocenné oblasti a jediný rozdiel medzi týmito oblasťami sú v obsahoch potenciálne toxických prvkoch.

Priemerné hodnoty vybraných environmentálnych aj zdravotných indikátorov v týchto troch zdvojených (s kontamináciou a bez kontaminácie) oblastiach sú uvedené v tab. 2. Výsledky sú pomerne prekvapivé. Nevidíme zásadnejšie rozdiely v zdravotnom stave obyvateľstva medzi kontaminovanými a nekontaminovanými oblasťami. Zvýšené obsahy potenciálne toxických kovov (As, S, Pb, Hg, Cd, Cu, ...) zrejme majú oveľa menší vplyv na zdravie

Ľudí ako sa doposiaľ vo všeobecnosti označuje. Vysvetľujeme si túto skutočnosť nasledovne. Bioprístupné podiely potenciálne toxických prvkov v pôdach sú v týchto oblastiach vo veľkej väčšine pod 5 % (Rapant et al., 2009), teda len malá časť rizikových prvkov prestupuje do potravného reťazca. Rizikové prvky vo vodách tejto oblasti vďaka neutrálnemu až alkalickému prostrediu sú tiež väčšinou relatívne veľmi nízke. Celkovo sa však jedná o obsahy rizikových prvkov, ktoré nie sú až tak vysoké. Aj keď rizikové prvky prestupujú

do ľudských tkanív a tekutín (Rapant et al., 2006), zrejme tu fungujú adaptačné mechanizmy, kedy sa ľudský organizmus stáva postupne voči nim odolný. Geochemické pozadie (hlavne makroprvky) aj v týchto oblastiach zrejme rozhodujúco vplyva na zdravotný stav obyvateľstva. Vplyv potenciálne toxických prvkov na zdravie ľudí je teda oveľa menší ako sa doposiaľ všeobecne predpokladá.

	STREDOSLOVENSKÉ NOEVULKANITY		HORNÁ NITRA		SLOVENSKÉ RUDOHORIE	
	Kontaminovaná oblasť	Nekontaminovaná oblasť	Kontaminovaná oblasť	Nekontaminovaná oblasť	Kontaminovaná oblasť	Nekontaminovaná oblasť
Zdravotné indikátory						
L <sub>Em</sub>	64,04	65,13	69,71	69,56	66,30	65,48
CM <sub>w</sub>	17,53	16,99	11,21	12,07	12,82	17,81
REC	297,59	299,52	238,53	247,94	245,00	342,39
REE	34,16	23,13	19,82	15,98	19,24	21,72
REI	1068,29	903,61	655,01	658,91	741,95	995,74
PYLLC	1373,94	1334,45	917,34	964,94	1106,99	1449,49
SMRC	100,75	100,43	96,07	98,13	97,4	108,45
SMRK	126,09	167,27	88,54	82,71	102,64	106,12
sum <sub>24</sub> neg	9720,63	9454,31	6382,88	6294,34	8218,60	9201,61
Pôdy						
As	11,03	7,06	32,38	16,90	96,68	13,14
Cd	3,34	0,60	0,24	0,34	0,79	0,31
Cu	35,67	19,18	19,15	17,91	139,89	22,68
Hg	0,16	0,08	0,15	0,10	3,03	0,18
Pb	91,42	29,63	37,65	29,95	118,34	26,26
Sb	2,96	1,53	1,23	0,97	76,79	2,36
Zn	134,14	78,40	88,32	72,75	89,81	74,59
Podzemné vody						
As	0,00194	0,00160	0,02096	0,00194	0,01217	0,00165
Cd	0,00139	0,00286	0,00444	0,00818	0,00054	0,00205
Cu	0,00263	0,00239	0,00129	0,00169	0,00413	0,00112
Hg	0,00014	0,00012	0,00015	0,00014	0,00016	0,00013
Pb	0,00198	0,00106	0,00107	0,00193	0,00163	0,00104
Sb	0,00024	0,00021	0,00019	0,00023	0,00941	0,00048
Zn	0,17592	0,25344	0,20046	0,15462	0,12486	0,12066

Tab. 2 Vybrané hodnoty environmentálnych a zdravotných indikátorov v kontaminovaných oblastiach Slovenskej republiky

Pozn.: sum<sub>24</sub>neg – suma 24 negatívnych zdravotných indikátorov (LWB – SMRK), obsahy rizikových prvkov v podzemných vodách v mg l<sup>-1</sup>, v pôdach v mg kg<sup>-1</sup>

## ZÁVER

Predložené výsledky potvrdzujú, že existujú významné rozdiely v zdravotnom stave obyvateľstva Slovenskej republiky v závislosti od rôznorodosti geologickej stavby, teda od rôzneho geochemického pozadia. Ako najpriaznivejší geologický celok pre zdravie ľudí bolo určené geologické prostredie flyšových hornín paleogénu (pieskovce, bridlice, fľovce) a ako najnepriaznivejšie geologické prostredie neogénnych vulkanitov (andezity, bazalty).

Celkovo sú z hľadiska zdravotného stavu obyvateľstva nepriaznivejšie silikátové horninové prostredia – kryštalínikum (najmä granity, migmatity a ruly), paleozoikum (metasedimenty, metavulkanity) a vulkanity (andezity, čadiče). Naopak pre zdravie ľudí sú priaznivejšie karbonatické prostredia.

**Pod'akovanie:** Projekt je podporovaný z finančného nástroja LIFE+ a príspevkom MŽP SR



**POUŽITÁ LITERATÚRA**

- Rapant, S., Dietzová, Z., Cicmanová, S., 2006:** Environmental and health risk assessment in abandoned mining area, Zlatá Idka, Slovakia. *Environ Geol.*; 51, 387–397
- Rapant, S., Cvečková, V., Dietzová, Z., Letkovičová, M., Khun, M., 2009:** Medical geochemistry research in SGR Mts. *Environ Geochem Health*, 31(1), 11–25
- Rapant, S., Letkovičová, M., Cvečková, V., Fajčíková, K., Galbavý, J., Letkovič, M., 2010:** Environmentálne a zdravotné indikátory Slovenskej republiky. ŠGÚDŠ Bratislava, 279 s.
- Selinus, O., Alloway, B. J., Centeno, J. A., Finkelman, R. B., Fuge, R., Lindh, U., Smedley, P., 2005:** Essentials of Medical geology, Impacts of the natural environment on public health. Elsevier Academic 793.
- [www.geology.sk/geohealth](http://www.geology.sk/geohealth)

**GEOCHÉMIA 2013**  
**Zborník vedeckých príspevkov z konferencie**

---

Vydal: Štátny geologický ústav Dionýza Štúra Bratislava 2013  
Vedúci odd. vydavateľstva ŠGÚDŠ a propagácie : RNDr. Ladislav Martinský  
Technické spracovanie: RNDr. Ľubomír Jurkovič, PhD., RNDr. Igor Slaninka, PhD.  
Návrh obálky: RNDr. Ladislav Martinský  
Rukopis neprešiel jazykovou úpravou  
Tlač a knihárske spracovanie: Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava  
**ISBN 978-80-89343-91-1**