Úrad verejného zdravotníctva Slovenskej republiky
Slovenská spoločnosť hygienikov SLS
Ústav hygieny Lekárskej fakulty UK Bratislava

ŽIVOTNÉ PODMIENKY A ZDRAVIE

Zborník vedeckých prác

Jana Jurkovičová
Zuzana Štefániková

BRATISLAVA
2014

Zborník vedeckých prác

Editori: doc. MUDr. Jana Jurkovičová, CSc.
MUDr. Zuzana Štefániková, CSc.

Technická spolupráca: doc. Ing. Stanislav Sekretár, CSc.

Recenzenti: prof. MUDr. Kamila Bernasovská, CSc.
doc. MUDr. Anna Egnerová, CSc.
doc. MUDr. Igo Kajaba, DrSc.

Vydal: © Úrad verejného zdravotníctva SR, 2014
Počet strán: 476

ISBN 978-80-7159-216-7
EAN 9788071592167

GEOLOGICKÁ STAVBA A JEJ POTENCIÁLNY DOPAD NA ZDRAVOTNÝ STAV OBYVATEĽSTVA SLOVENSKEJ REPUBLIKY

S. Rapant[1], V. Cvečková[1], Z. Dietzová[2], K. Fajčíková[1], D. Sedláková[3]

[1]Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava
[2]Regionálny úrad verejného zdravotníctva, Košice
[3]Kancelária WHO na Slovensku, Bratislava

Vzťah medzi horninami a minerálmi a ľudským zdravím je známy už od dávnoveku. Každá prírodná látka, minerál alebo chemický prvok môže byť jedom alebo liekom v závislosti od dávky (Paracelsus), vlastností a expozičnej cesty. Negatívne zdravotné účinky môže spôsobiť na jednej strane nadbytok, no na druhej strane aj nedostatok chemických prvkov, iónov a dôležitých mikronutrientov (napr. jódu, selénu, zinku a horčíka).

Rozsiahle environmentálno-geochemické mapovanie Slovenskej republiky, najmä programy geochemických atlasov (1) a environmentálno-geochemických máp (2) bolo podkladom pre zostavenie národných geochemických databáz pre územie Slovenskej republiky. Zároveň bolo tiež odborným východiskom pre štúdium potenciálneho negatívneho vplyvu geologického prostredia na ľudské zdravie. Pilotným projektom celoslovenských medicínsko-geochemických prác bola práca Environmentálne a zdravotné indikátory Slovenskej republiky (3). Unifikovanou formou sa zostavili databázy environmentálnych indikátorov (chemických prvkov/zložiek/parametrov v podzemných vodách a pôdach) a ukazovateľov demografického vývoja a zdravotného stavu (zdravotné indikátory) pre každú z 2 883 obcí Slovenskej republiky. Takto zostavené mapy a databázy sú východiskom pre následné hodnotenie vplyvu geologického prostredia na zdravotný stav obyvateľstva Slovenskej republiky. Hlavným cieľom práce bolo zistiť, ako vplýva rôznorodosť geologického prostredia na zdravotný stav obyvateľstva Slovenskej republiky, teda zistiť, či sa rozdielnosť geochemického pozadia odráža v zdravotnom stave obyvateľstva.

Materiál a metódy

Environmentálne indikátory

Pod environmentálnymi indikátormi rozumieme obsahy chemických prvkov/zložiek alebo hodnoty chemických parametrov analyzovaných a meraných v životnom prostredí (3). V práci

hodnotíme environmentálne indikátory v podzemných vodách a pôdach. Tieto dve zložky geologického prostredia majú určite najväčší súvis s ľudským zdravím. Celkový počet hodnotených geochemických analýz bol pre podzemné vody 20 339 a pre pôdy 10 738. Hustota vzoriek bola pre podzemné vody približne 1 vzorka na 2,5 km^2 a pre pôdy 1 vzorka na 5 km^2.

Zdravotné indikátory

Zdravotný stav obyvateľstva Slovenskej republiky sme hodnotili na základe zdravotných indikátorov. V našej štúdii sme použili desaťročné obdobie (1994 – 2003). Zdrojom údajov zdravotných indikátorov boli databázy Štatistického úradu Slovenskej republiky, ktoré garantuje štát (www.statistics.sk). Používame len údaje popisujúce demografiu a úmrtnosť. Údaje hodnotiace incidenciu rôznych ochorení nie sú k dispozícii.

Na zhodnotenie zdravotného stavu obyvateľstva Slovenskej republiky v súvislosti so životným prostredím sme vybrali 30 zdravotných indikátorov, u ktorých sa dá predpokladať najväčší súvis s geologickou zložkou životného prostredia. Prehľad hodnotených zdravotných indikátorov spolu s celoslovenskými priemernými hodnotami uvádzame v tab. 1 a (16, 17).

Spracovanie environmentálnych indikátorov

Pri spracovaní a výpočte environmentálnych indikátorov sme pristúpili k takému spracovaniu geochemických dát a k takému vyjadreniu environmentálnych indikátorov, aby ich bolo možné zjednotiť so zdravotnými indikátormi. Museli sme teda environmentálne indikátory transformovať do podoby zdravotných indikátorov. Tie predstavujú jedno číslo pre hodnotený administratívny celok Slovenskej republiky – obec, resp. okres. Do takejto istej podoby sme teda transformovali geochemické údaje o chemickom zložení pôd a podzemných vôd z územia Slovenskej republiky. Environmentálne indikátory boli teda vypočítané pre základné územné jednotky Slovenskej republiky – obce a následne pre okresy, vyššie územné celky (VÚC) a pre celú Slovenskú republiku (16, 17). Výpočty environmentálnych indikátorov predstavovali stanovenie určitej priemernej hodnoty prvku/zložky pre hodnotený územnosprávny celok z obsahov všetkých vzoriek pôd a vôd spadajúcich do príslušného územnosprávneho celku (3).

Spracovanie zdravotných indikátorov

Všetky zdravotné indikátory sú vypočítané ako kumulatívna skutočnosť za roky 1994 až 2003, t.j. za 10 rokov, keď sme sčítali všetky prípady a všetky počty obyvateľov sme brali ako osoboroky (počet obyvateľov k 31. 12. príslušného roka) pre každú hodnotenú územnú jednotku.

Metodiku výpočtov a štandardizáciu zdravotných indikátorov sme realizovali podľa odporúčaní WHO (4, 5, 6).

Zdravotné indikátory sú zostavené v zmysle Medzinárodnej klasifikácie chorôb WHO (ICD, 10. revízia). Presné postupy výpočtov, resp. vzorce, ako sa počítali jednotlivé zdravotné indikátory, sú uvedené na internetovej stránke www.geology/geohealth.

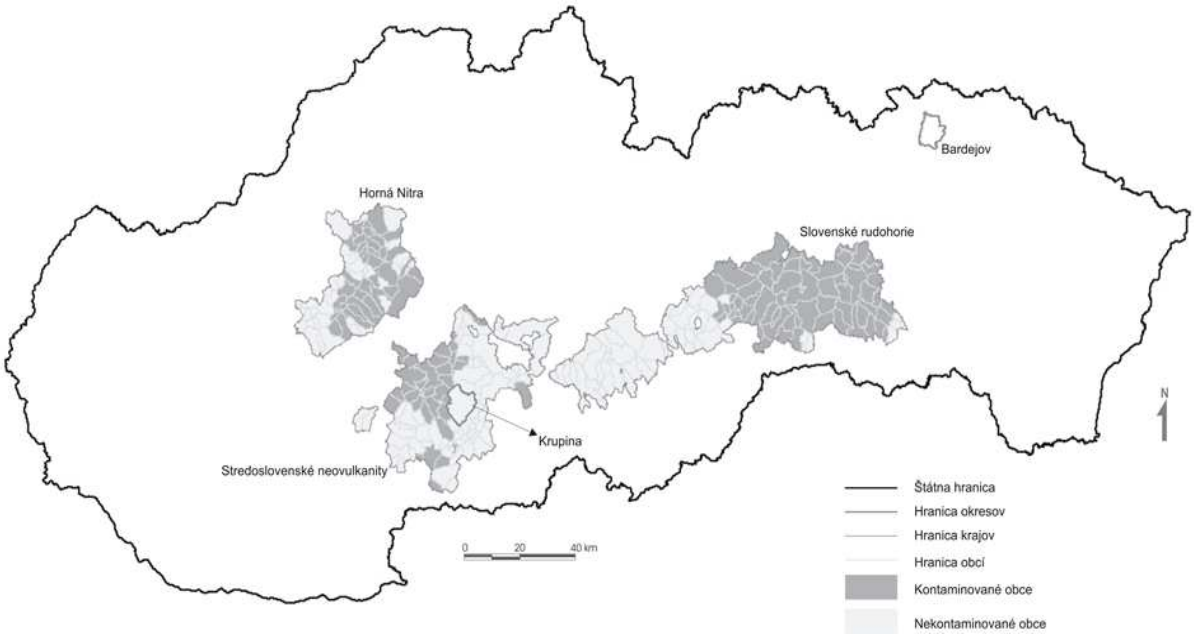
Tab. 1. Zoznam 30 vybraných najvýznamnejších zdravotných indikátorov vo vzťahu k životnému prostrediu

Skupina	**Obsah**	**Skratka**	**Jednotka**
Vekové charakteristiky	očakávané dožitie mužov pri narodení	LEm	roky
	očakávané dožitie žien pri narodení	LEw	roky
	podiel obyvateľstva vo veku 60 a viac rokov	A60+	%
	podiel obyvateľstva vo veku 85 a viac rokov	A85+	%
Reprodukčné zdravie	hrubá pôrodnosť	BIR	‰
	generálna miera fertility (plodnosť)	GFR	‰
	podiel detí s nízkou pôrodnou hmotnosťou (pod 2500 g)	LBW	%
	podiel spontánnych potratov	SAR	‰
Úmrtnosť	hrubá úmrtnosť mužov	CMm	‰
	hrubá úmrtnosť žien	CMw	‰
	nepriamo vekovo štandardizovaná úmrtnosť	SMRp	%
	nepriamo vekovo štandardizovaná úmrtnosť mužov	SMRm	%
	nepriamo vekovo štandardizovaná úmrtnosť žien	SMRw	%
Predčasná úmrtnosť	podiel predčasných úmrtí mužov (pod 65 rokov)	PPDm	%
	podiel predčasných úmrtí žien (pod 65 rokov)	PPDw	%
	podiel predčasných úmrtí z prirodzených príčin (pod 65 rokov)	PPDNCp	%
	počet rokov strateného potenciálneho života na 1 úmrtie muža	PYLL1m	roky
	počet rokov strateného potenciálneho života na 1 úmrtie ženy	PYLL1w	roky
	počet rokov strateného potenciálneho života na 100 000 obyvateľov	PYLL100	roky
	počet rokov strateného potenciálneho života zo zhubných nádorov na 100 000 obyvateľov	PYLLC	roky
Relatívna úmrtnosť	relatívna úmrtnosť na zhubné nádory	REC	počet úmrtí na 100 000 obyvateľov
	relatívna úmrtnosť na choroby žliaz s vnútorným vylučovaním a metabolizmu	REE	počet úmrtí na 100 000 obyvateľov
	relatívna úmrtnosť na kardiovaskulárne choroby	REI	počet úmrtí na 100 000 obyvateľov
Nepriamo vekovo štandardizovaná úmrtnosť	nepriamo vekovo štandardizovaná úmrtnosť – zhubné nádory	SMRC	%
	nepriamo vekovo štandardizovaná úmrtnosť – zhubné nádory tráviacej sústavy	SMRC1526	%
	nepriamo vekovo štandardizovaná úmrtnosť – zhubné nádory dýchacej sústavy	SMRC3039	%
	nepriamo vekovo štandardizovaná úmrtnosť – srdcové infarkty	SMRI2125	%
	nepriamo vekovo štandardizovaná úmrtnosť – mozgové porážky a infarkty	SMRI6364	%
	nepriamo vekovo štandardizovaná úmrtnosť – dýchacia sústava (okrem nádorov)	SMRJ	%
	nepriamo vekovo štandardizovaná úmrtnosť – tráviaca sústava (okrem nádorov)	SMRK	%

Rozčlenenie geologickej stavby

Pre zhodnotenie možného vplyvu geologického prostredia na zdravotný stav obyvateľstva Slovenskej republiky sme geologické prostredie Slovenskej republiky rozdelili do ôsmich hlavných celkov: paleozoikum, kryštalinikum, karbonatické mezozoikum, karbonaticko-silikátové mezozoikum, flyšový paleogén, vulkanity, neogén a kvartér. Podľa týchto geologických celkov sme rozdelili aj databázy environmentálnych a zdravotných indikátorov.

Vplyv kontaminácie potenciálne toxickými prvkami na zdravotný stav obyvateľstva Slovenskej republiky sme sledovali v troch historických banských oblastiach – Slovenské rudohorie, Stredoslovenské neovulkanity a oblasť Hornej Nitry (obr. 1). V týchto troch oblastiach sme vyčlenili kontaminované (138 obcí) a nekontaminované (155 obcí) oblasti na základe obsahu potenciálne toxických prvkov.



Obr. 1. Kontaminované a nekontaminované oblasti Slovenskej republiky

Výsledky

Priemerné hodnoty zdravotných indikátorov obyvateľstva Slovenskej republiky rozčlenené podľa geologickej stavby (na základe katastrov obcí) sú uvedené v tab. 2. Priemerné hodnoty environmentálnych indikátorov (na základe katastrov obcí) pre podzemné vody a pôdy sú dostupné na internetovej stránke (18). Vybrané hodnoty environmentálnych a zdravotných indikátorov troch kontaminovaných oblastí v porovnaní s tromi susednými nekontaminovanými oblasťami obdobného geologického, geomorfologického a taktiež socioekonomického charakteru uvádzame v tab. 3. V tab. 4 pre porovnanie uvádzame hodnoty environmentálnych a zdravotných indikátorov dvoch okresov Slovenskej republiky. Okres Krupina je geologicky budovaný len horninovým celkom neogénnych vulkanitov (z hľadiska zdravotných indikátorov ide o najnepriaznivejšie geologické prostredie). Okres Bardejov je budovaný len horninovým celkom flyšového paleogénu (z hľadiska zdravotných indikátorov ide o najpriaznivejšie geologické prostredie).

Tab. 2. Zdravotné indikátory pre populáciu Slovenskej republiky podľa geologických celkov (priemerné hodnoty vypočítané pre administratívne celky, podľa počtu obyvateľov)

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	**1 489**	**2 319**	**1 341**	**1 838**	**1 437**	**1 155**	**1 072**	**1 871**
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
LBW	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

Legenda: 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)

Diskusia

Zdravotný stav obyvateľstva je v zmysle deklarácie WHO približne na 50 % podmienený životným štýlom (spôsob života a práce). Genetickým faktorom a úrovni zdravotníckej starostlivosti sa prisudzuje 10 – 20 % podiel. Životnému prostrediu, teda hlavne geologickej zložke životného prostredia sa prisudzuje približne 20 % podiel. Preto odlišnosti v zdravotnom stave obyvateľstva, ktoré sa približujú k 20 %, resp. ich prekračujú, považujeme za signifikantné.

Z tab. 2 vidíme významné rozdiely pri veľkej väčšine zdravotných indikátorov jednotlivých geologických celkov. Rozdiely medzi najpriaznivejšími a najnepriaznivejšími hodnotami zdravotných indikátorov sú vo viacerých prípadoch veľmi výrazné a veľmi často prekračujú 20 %.

Tab. 3. Vybrané hodnoty environmentálnych a zdravotných indikátorov v kontaminovaných oblastiach Slovenskej republiky

	Stredoslovenské neovulkanity		Horná Nitra		Slovenské rudohorie	
	Kontamin. oblasť	Nekontamin. oblasť	Kontamin. oblasť	Nekontamin. oblasť	Kontamin. oblasť	Nekontamin. oblasť
Zdravotné indikátory						
LEm	64,04	65,13	69,71	69,56	66,30	65,48
CMw	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
sum24 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

Legenda: sum24neg – suma 24 negatívnych zdravotných indikátorov (LWB – SMRK), obsahy rizikových prvkov v podzemných vodách v $mg.l^{-1}$, v pôdach v $mg.kg^{-1}$

Ako najnepriaznivejšie geologické prostredie pre zdravotný stav obyvateľstva Slovenskej republiky bolo jednoznačne zdokumentované horninové prostredie neogénnych vulkanitov (andezity a bazalty) a ako najpriaznivejšie horninové prostredie paleogénu (pieskovce, bridlice, ílovce). Najvýznamnejšie rozdiely medzi týmito dvoma geologickými celkami sme zistili najmä pre nasledovné zdravotné indikátory: SMRI6364 (mozgové porážky a mŕtvice) viac ako 70 %, SMRK (tráviaci systém) 55 %, REI (obehový systém) a REE (endokrinný a metabolický systém) takmer 40 %, REC (zhubné nádory) takmer 30 %.

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).

Ak odhliadneme sedimenty kvartéru a neogénu, ktoré vo svojom geochemickom pozadí odrážajú veľmi zmiešaný, priestorovo často veľmi rozdielny horninový materiál a tieto dva celky sa vyznačujú aj najvyšším stupňom antropogénneho znečistenia, vidíme zásadný vplyv geologickej stavby na zdravotný stav obyvateľstva v starších útvaroch. Prevažne silikátové geologické celky – vulkanity, kryštalinikum a paleozoikum sa vyznačujú najnepriaznivejšími

hodnotami zdravotných indikátorov a prevažne karbonatické geologické celky – paleogén, karbonatické mezozoikum a silikátovo-karbonatické mezozoikum sa vyznačujú najpriaznivejšími hodnotami zdravotných indikátorov.

Tab. 4. Hodnoty environmentálnych a zdravotných indikátorov pre 2 okresy Slovenskej republiky

Podzemné vody			**Pôdy**			**Zdravotné indikátory**		
	Krupina	Bardejov		Krupina	Bardejov		Krupina	Bardejov
pH	7,12	7,62	Al	6,58	5,21	LEm	63,59	70,21
MIN	409,08	484,79	As	6,98	5,73	LEw	74,06	76,42
$CHSK_{Mn}$	2,20	1,73	B	47,37	58,80	A60+	18,26	13,89
Ca+Mg	1,80	2,75	Ba	450,79	351,28	A85+	1,13	0,79
Li	0,006	0,014	Be	1,52	1,07	BIR	11,38	13,41
Na	15,036	10,338	Bi	0,57	0,31	GFR	53,51	59,24
K	12,458	4,510	Ca	0,98	0,51	LWB	7,44	9,55
Ca	49,303	80,753	Cd	0,45	0,61	SAR	69,60	80,23
Mg	13,951	17,978	Ce	69,63	58,78	CMm	15,37	8,95
Sr	0,208	0,297	Co	14,06	11,53	CMw	13,39	7,35
Fe	0,413	0,092	Cr	61,13	121,42	SMRp	118,86	93,15
Mn	0,135	0,049	Cu	18,46	15,41	SMRm	111,53	78,04
NH_4	0,089	0,063	F	213,29	243,44	SMRw	111,35	101,41
F	0,117	0,110	Fe	3,51	2,09	PPDm	39,45	33,80
Cl	21,45	13,77	Hg	0,06	0,10	PPDw	16,73	16,01
SO_4	34,08	44,96	K	1,46	1,67	PPDp	24,84	19,44
NO_2	0,03	0,03	Mg	0,59	0,52	PYLL1m	5,68	5,12
NO_3	28,14	14,84	Mn	0,10	0,06	PYLL1w	1,99	2,33
PO_4	0,62	0,03	Mo	0,45	0,60	PYLL100	5601,00	3134,00
HCO_3	173,87	282,12	Na	0,91	1,03	PYLLC	1125,42	805,24
SiO_2	48,79	11,30	Ni	17,44	28,49	REC	243,75	174,98
Cr	0,00219	0,00071	P	0,06	0,06	REE	22,67	15,96
Cu	0,00287	0,00162	Pb	51,63	20,73	REI	884,73	491,97
Zn	0,22101	0,15654	Sb	1,03	0,64	SMRC	94,16	91,47
As	0,00163	0,00114	Se	0,07	0,11	SMRC1526	94,25	85,95
Cd	0,00296	0,00025	Sr	111,41	79,52	SMRC3039	94,17	81,33
Se	0,00063	0,00068	Sn	3,40	5,34	SMRI2125	105,62	102,34
Pb	0,00109	0,00094	V	113,07	64,60	SMRI6364	166,32	93,61
Hg	0,00011	0,00011	W	1,17	0,73	SMRJ	104,73	38,56
Ba	0,05145	0,06306	Zn	105,86	56,69	SMRK	119,72	53,58
Al	0,05347	0,01234	pH_{H2O}	6,06	5,61			
Sb	0,00016	0,00013	pH_{KCl}	5,21	4,69			
			karbonáty	1,68	0,21			

Pozn.: údaje pre podzemné vody v $mg.l^{-1}$, okrem pH, Ca+Mg v $mmol.l^{-1}$, pre pôdy makroprvky v %, mikroprvky v $mg.kg^{-1}$

Najvýznamnejšie rozdiely v chemickom zložení podzemných/pitných vôd sme pozorovali v obsahoch Ca a Mg a tvrdosti vody. Tie sú v silikátových geologických celkoch signifikantne nižšie ako v karbonatických celkoch. Vápnik a horčík sú veľmi dôležité katióny, ktoré sú významnou súčasťou mnohých enzýmových systémov. Dôležité sú pre procesy krvotvorby, činnosť srdca a majú význam aj v prevencii onkologických ochorení (7). Jednoznačne môžeme potvrdiť, že mäkká voda výrazne zvyšuje výskyt kardiovaskulárnych ochorení, a to až o viac ako 50 %. Naše výsledky sú plne v súlade s mnohými ďalšími podobnými výskumami (napr. 8, 9, 10).

Obdobne v poslednom období bolo publikovaných viacero prác (11, 12, 13), v ktorých sa opisuje zvýšený výskyt onkologických ochorení pri nízkom obsahu Ca a Mg

v podzemných/pitných vodách. Zhoršený zdravotný stav obyvateľstva žijúcich na silikátových horninových komplexoch teda spájame hlavne s deficitnými obsahmi Ca a Mg. V prípade pôd nevidíme na prvý pohľad v obsahoch chemických prvkov žiadne signifikantné rozdiely, ktoré by mohli mať výrazný dopad na ľudské zdravie. Detailnú analýzu vplyvu chemických prvkov na rôzne zdravotné indikátory budeme realizovať pomocou viacerých metód, najmä využitím nelineárnej regresie a neurónových sietí.

Úroveň geogénnej kontaminácie, resp. geogénno-antropogénnej kontaminácie hlavne potenciálne toxickými prvkami je na Slovensku spätá najmä s historickými banskými oblasťami. Vyskytujú sa najmä v geologickom prostredí paleozoika a vulkanitov, menej v kryštaliniku. Na obr. 1 uvádzame tri takéto banské oblasti, a to: Slovenské rudohorie, Stredoslovenské neovulkanity (banská činnosť v týchto oblastiach bola zameraná najmä na Pb, Zn, Cu, Sb, Ag a Au) a oblasť Hornej Nitry, kde sa ešte aj v súčasnosti ťaží a spaľuje v elektrárni hnedé uhlie s vysokým obsahom As (do 0,8 %). V týchto troch oblastiach sme vyčlenili obce s kontamináciou (potenciálne toxické prvky) a obce bez kontaminácie. Geologicky, geomorfologicky, ale aj socioekonomicky (prevažne vidiecke obyvateľstvo) ide prakticky o rovnocenné oblasti a jediné rozdiely medzi týmito oblasťami sú v obsahoch potenciálne toxických prvkov.

Priemerné hodnoty vybraných environmentálnych aj zdravotných indikátorov v týchto troch zdvojených (s kontamináciou a bez kontaminácie) oblastiach uvádzame 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 a i.) zrejme majú oveľa menší vplyv na zdravie ľudí ako sa doposiaľ vo všeobecnosti uvažuje. Vysvetľujeme si túto skutočnosť nasledovne. Bioprístupné podiely potenciálne toxických prvkov v pôdach sú v týchto oblastiach vo veľkej väčšine pod 5 % (14), teda len malá časť rizikových prvkov prestupuje do potravinového reťazca. Rizikové prvky vo vodách tejto oblasti vďaka neutrálnemu až alkalickému prostrediu sú tiež väčšinou relatívne veľmi nízke. Celkovo však ide o obsahy rizikových prvkov, ktoré nie sú až tak vysoké. Aj keď rizikové prvky prestupujú do ľudských tkanív a tekutín (15), zrejme tu fungujú adaptačné mechanizmy, keď sa ľudský organizmus stáva postupne voči nim odolný. Geochemické pozadie (hlavne makroprvky) aj v týchto oblastiach zrejme rozhodujúco vplýva na zdravotný stav obyvateľstva.

Vyššie uvedené signifikantné rozdiely v zdravotných indikátoroch jednotlivých geologických celkov len veľmi ťažko a veľmi nepravdepodobne môžeme spájať s rozdielnym životným štýlom, prípadne rozdielnou úrovňou zdravotnej starostlivosti alebo rozdielnymi genetickými faktormi. O vplyve geochemického pozadia na zdravotný stav obyvateľstva zrejme najpresvedčivejšie vypovedajú výsledky uvedené v tab. 4. V tejto tabuľke uvádzame pre porovnanie vybrané údaje environmentálnych a zdravotných indikátorov pre dva okresy dvoch najkontrastnejších geologických celkov, a to flyšový paleogén (okres Bardejov) a neogénne vulkanity (okres Krupina). Obsah Ca, Mg a tvrdosť vody sú v okrese Krupina (36 obcí, celý okres spadá do geologického celku vulkanity) výrazne nižšie ako v okrese Bardejov

(86 obcí, celý okres spadá do geologického celku paleogén). Naproti tomu obsah alkálií (Na a K) sú v okrese Krupina približne dvojnásobné ako v okrese Bardejov.

Zásadné rozdiely medzi týmito dvoma okresmi vidíme aj v hodnotách zdravotných indikátorov. Priemerný vek dožitia u mužov je v okrese Krupina takmer o 7 rokov nižší ako v okrese Bardejov. Relatívna úmrtnosť na kardiovaskulárne ochorenia (REI) je v okrese Krupina o viac ako 80 % vyššia ako v okrese Bardejov. Najvyššie rozdiely pozorujeme v indikátore SMRK (úmrtnosť na choroby tráviacej sústavy). Hodnoty tohto indikátora sú v okrese Krupina viac ako o 100 % nepriaznivejšie ako v okrese Bardejov. Podobnú situáciu – nepriaznivé hodnoty zdravotných indikátorov v okrese Krupina a oveľa priaznivejšie hodnoty zdravotných indikátorov v okrese Bardejov pozorujeme prakticky pri všetkých zdravotných indikátoroch. Predpokladáme, že uvedené rozdiely pravdepodobne súvisia s deficitným obsahom Ca a Mg v podzemných (pitných) vodách neogénnych vulkanitov, ktoré sú signifikantne nižšie ako obsahy Ca a Mg v podzemných vodách viazaných na celok paleogénnych sedimentov.

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, ílovce) a ako najnepriaznivejšie geologické prostredie neogénnych vulkanitov (andezity, bazalty). Celkovo sú z hľadiska zdravotného stavu obyvateľstva nepriaznivejšie silikátové horninové prostredia – kryštalinikum (najmä granity, migmatity a ruly), paleozoikum (metasedimenty, metavulkanity) a vulkanity (andezity, čadiče). Naopak pre zdravie ľudí sú priaznivejšie karbonatické prostredia.

Prezentovaná štúdia by mohla byť podkladom pre medicínske a epidemiologické štúdie vplyvu geologickej zložky životného prostredia na zdravotný stav obyvateľstva.

Literatúra

1. Vrana K, Rapant S, Bodiš D, Marsina K, Lexa J, Pramuka S, Maňkovská B, Čurlík J, Šefčík P, Vojtaš J, Daniel J, Lučiviansky L. Geochemical Atlas of Slovak Republic at a scale 1 : 1 000 000. J Geochem Explor, 1997; 60: 7-37.
2. Rapant S, Rapošová M, Bodiš D, Marsina K, Slaninka I. Environmental-geochemical mapping program in the Slovak Republic. J Geochem Explor, 1999; 66(2): 151-158.
3. Rapant S, Letkovičová M, Cvečková V, Fajčíková K, Galbavý J, Letkovič M. Environmental and health indicators of the Slovak Republic. Bratislava: ŠGÚDŠ, 2010: 279.
4. Beaglehole R, Bonita R, Kjellstrom T. Basic Epidemiology. Geneva: WHO, 1993.
5. Jenicek M. Epidemiology. The Logic of Modern Medicine. Montreal: Epimed, 1995. ISBN 0-9698912-0-2.
6. Last JM. A Dictionary of epidemiology. Oxford: Oxford University Press, 2000: 224. ISBN 0-19-514169-5.
7. Bencko V, Novák J, Suk M. Health and natural conditions. (Medicine and geology). Praha: DOLIN, s.r.o., 2011: 389.
8. Dawson EB, Frey MJ, Moore TD, McGanity J. Relationship of Metal Metabolism to Vascular Disease Mortality Rates in Texas. Am J Clin Nutr, 1978; (31): 1188-1197.
9. Shaper AG, Packham RF, Pocock SJ. The British regional Heart Study: Cardiovascular Mortality and Water Quality. J Environ Pathol Toxicol, 1980; 3: 89-111.

10. Rylander R, Bonevik H, Rubenowitz E. Magnesium and Calcium in Drinking Water and Cardiovascular Mortality. Scand J Work Environ Health, 1991; 17: 91-94.
11. Yang ChY. Pancreatic Cancer Mortality and Total Hardness Levels in Taiwan's Drinking Water. J Toxicol Environ Health, Part A: Current Issues, 1999; 56(5): 361-369.
12. Yang ChY, Chiu HF, Cheng BH, Hsu TY, Cheng MF, Wu TN. Calcium and Magnesium in Drinking Water and Risk of Death from Breast Cancer. J Toxicol Environ Health, Part A: Current Issues, 2000a; 60(4): 231-241.
13. Chiu HF, Chang ChCh, Yang ChY. Magnesium and calcium in drinking water and risk of death from ovarian cancer. Magnesium Res, 2004; 17(1): 28-34.
14. Rapant S, Cvečková V, Dietzová Z, Letkovičová M, Khun M. Medical geochemistry research in SGR Mts. Environ Geochem Health, 2009; 31(1): 11-25.
15. Rapant S, Dietzová Z, Cicmanová S. Environmental and health risk assessment in abandoned mining area, Zlatá Idka, Slovakia. Environ Geol, 2006; 51: 387-397.
16. Rapant S, Cvečková V, Fajčíková K. Kontaminované oblasti a ich vplyv na zdravotný stav obyvateľstva. Aktivita A5: Environmentálna analýza. 27/01/2014 Dostupné na: http://www.geology.sk/geohealth/wp-content/uploads/2014/03/Geologia_zdravie_deliverable_januar2014.pdf
17. Zoznam 30 vybratých najvýznamnejších zdravotných indikátorov vo vzťahu k životnému prostrediu (priemer za obdobie 10 rokov – 1994 – 2003). Dostupné na: http://www.geology.sk/geohealth/vysledkyresults/ciastkove-vysledkypartial-results/zdravotne-indikatory/
18. Environmentálne indikátory – pôdy a podzemné vody. Dostupné na: http://www.geology.sk/geohealth/vysledkyresults/environmentalne-indikatory/