

# VPLYV GEOLOGICKEJ ZLOŽKY ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA NA ZDRAVOTNÝ STAV OBYVATEĽSTVA SLOVENSKEJ REPUBLIKY

**<sup>1</sup>Rapant, S., <sup>1</sup>Cvečková, V., <sup>2</sup>Dietzová, Z., <sup>1</sup>Fajčíková, K.,  
<sup>3</sup>Sedláková, D.**

<sup>1</sup>Štátny geologický ústav D. Štúra, Mlynská dolina 1, 814 04 Bratislava

<sup>2</sup>Regionálny úrad verejného zdravotníctva so sídlom v Košiciach, Ipeľská č. 1, 040 11 Košice

<sup>3</sup>Kancelária WHO na Slovensku, Limbová 2, 837 52 Bratislava



**GEOHEALTH**

*The impact of geological environment  
on health status of residents  
of the Slovak Republic.*

# MOTTO

**Chemické prvky/zložky** prítomné v životnom/geologickom prostredí môžu byť vo vzťahu k biote a ľudskému zdraviu buď v deficite alebo v nadbytku.

Oba prípady môžu byť hodnotené pre určitú skupinu prvkov ako nepriaznivé z hľadiska potenciálnych nepriaznivých účinkov.

Analýza vzťahov medzi geologickým prostredím (environmentálne indikátory – chemické prvky) a zdravotným stavom obyvateľstva (zdravotné indikátory) je hlavnou náplňou našej práce.

# HLAVNÉ RIEŠENÉ PROJEKTY MEDICÍNSKO-GEOCHEMICKEJ PROBLEMATIKY

## REGIONÁLNE (M 1 : 50 000):

- Zhodnotenie potenciálneho vplyvu geochemického prostredia na zdravotný stav obyvateľstva v oblasti Spišsko – gemerského rudohoria, 1999 – 2003
- Vplyv geologických faktorov na kvalitu života (Horná Nitra), 2003 – 2005
- Zhodnotenie potenciálneho vplyvu geochemického prostredia na zdravotný stav obyvateľstva banskoštiavnickej oblasti, 2006 - 2010

## CELOSLOVENSKÉ

- Environmentálne a zdravotné indikátory Slovenskej republiky (2008 – 2010)  
(prehodnotenie existujúcich celoslovenských

## S FINANČNOU PODPOROU EU

- Vplyv geologickej zložky životného prostredia na zdravotný stav obyvateľstva Slovenskej republiky (2011 – 2015)

# OSNOVA PREDNÁŠKY

1. Úvodné poznámky (teoretické aspekty)
2. Znečistenie geologického prostredia – environmentálne riziko
3. Základná charakteristika projektu GEOHEALTH
4. Cieľ práce
5. Materiál
6. Metódy spracovania
7. Výsledky a diskusia
8. Záver

# ÚVODNÉ POZNÁMKY

2. apríl 2013

[www.geology.sk/geohealth](http://www.geology.sk/geohealth)



# GEOLOGICKÉ PROSTREDIE (horniny, minerály)

- ✓ hlavná zložka povrchu našej planéty
- ✓ prírodným zdrojom väčšiny chemických prvkov (antropogénne zdroje)

## CHEMICKÉ PRVKY z hľadiska ľudského organizmu

- ✓ stavebné
- ✓ esenciálne
- ✓ pravdepodobne esenciálne
- ✓ toxické
- ✓ zatiaľ bez známeho účinku

## CHEMICKÉ PRVKY z hľadiska ľudského zdravia

- ✓ v deficite
- ✓ v nadbytku
- ✓ v priaznivých obsahoch



Úloha chemických prvkov na ľudské zdravie závisí hlavne od ich koncentrácie v životnom prostredí

**esenciálne prvky ~ toxické prvky**

# Hlavné úlohy geologických vied:

- ✓ zhodnotiť rôznorodosť geologického prostredia z hľadiska vplyvu na ľudské zdravie
- ✓ nájsť a odvodiť hodnoty koncentrácie chemických prvkov v geologickom prostredí, ktoré pozitívne alebo negatívne pôsobia na ľudské zdravie a určiť limitné hodnoty koncentrácie zdraviu škodlivých, resp. pre zdravie potrebných chemických prvkov (minimálne potrebné a maximálne prípustné hodnoty z hľadiska ľudského zdravia)



**RÔZNORODOSŤ GEOLOGICKEJ STAVBY SR**



**RÔZNORODÉ GEOCHEMICKÉ POZADIE**



**BUĎ PRIAZNIVÉ ALEBO NEPRIAZNIVÉ Z HĽADISKA  
OBSAHOV CHEMICKÝCH PRVKOV PRE ĽUDSKÉ ZDRAVIE**



**SITUÁCIU KOMPLIKUJE ANTROPOGÉNNÁ  
KONTAMINÁCA (cca 10 % územia SR)**



**OBLASTI/OBCE/SKUPINY OBCÍ/OKRESY**

- s kratšou dobou života
- z vyššou incidenciou rôznych ochorení

# ZNEČISTENIE GEOLOGICKÉHO PROSTREDIA

## environmentálne riziko

**ZNEČIŠŤOVANIE ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA** je vnášanie takých fyzikálnych, chemických alebo biologických činiteľov do životného prostredia v dôsledku ľudskej činnosti, ktoré sú svojou podstatou alebo množstvom cudzorodé pre dané prostredie.

## ZNEČISTENIE

- ✓ obsah prvku nad určitú limitnú hodnotu

## PRÍPUSTNÁ MIERA ZNEČISTENIA

- ✓ obsah prvku určený najvyššími prípustnými hodnotami
- ✓ obsah, ktorý nevyvoláva nepriaznivé účinky na ostatné zložky ekosystémov

Znečistenie geologického prostredia vyjadrujeme, kvantifikujeme a hodnotíme ako **ENVIRONMENTÁLNE RIZIKO**

## ENVIRONMENTÁLNE RIZIKO

Možnosť alebo pravdepodobnosť ohrozenia alebo poškodenia jednotlivých biotických a abiotických zložiek ŽP ako následok ich vystavenia účinkom pôsobenia kontaminujúcich látok.

Pomer hodnoty koncentrácie účinnej látky v životnom prostredí (PEC) a koncentrácie, o ktorej sa predpokladá, že nemá žiadny nepriaznivý účinok na organizmy alebo ekologické systémy (PNEC).

$$ER = \frac{PEC}{PNEC}$$



# ENVIRONMENTÁLNE RIZIKO

môžeme teda vyjadriť:

ako číslo, koeficient, charakterizujúci úroveň rizika z hodnoteného stresora (chemického prvku) – *koeficient environmentálneho rizika, metóda koeficientu, Q*

Sumárny účinok

## **ENVIRONMETÁLNEHO RIZIKA**

zo všetkých dostupných (analytických) chemických prvkov



**index environmentálneho rizika – I<sub>ER</sub>**

chemická analýza environmentálnych vzoriek (vody, pôdy, ...)  
v súčasnosti predstavuje štandardne 20–30 analýz  
jednotlivých prvkov (kontaminantov, stresorov)

# LER

zahŕňa v sebe sumu dielčích potenciálnych rizík z jednotlivých prvkov (stresorov, kontaminantov) v environmentálnych vzorkách prekračujúcich limitné rizikové koncentrácie

## Výpočet $I_{ER}$

$$I_{ER} = \sum_{i=1}^n Q_{ERi} \quad Q_{ERi} = \frac{AC_i}{RC_i} - 1$$

$Q_{ERi}$  – koeficient environmentálneho rizika i-teho prvku  
(prevyšujúceho limitovanú rizikovú koncentráciu)

$AC_i$  – analytická koncentrácia i-teho prvku

$RC_i$  – limitná (riziková) koncentrácia i-teho prvku

$I_{ER}$  – index environmentálneho rizika hodnotenej vzorky

# Mapové vyjadrenie

## ENVIRONMENTÁLNEHO RIZIKA Z KONTAMINÁCIE GEOLOGICKÝCH ZLOŽIEK ŽP

1. pre všetky environmentálne vzorky (národné geochemické databázy) vypočítame  $I_{ER}$
2. metodickými postupmi, bežnými v geochémii a environmentalistike (inverzná vzdialenosť a moving medián) znázorníme plošnú distribúciu  $I_{ER}$  v jednotlivých zložkách životného prostredia



# Mapové vyjadrenie

Mapa environmentálneho rizika z pôd

Mapa environmentálneho rizika z podzemných vôd

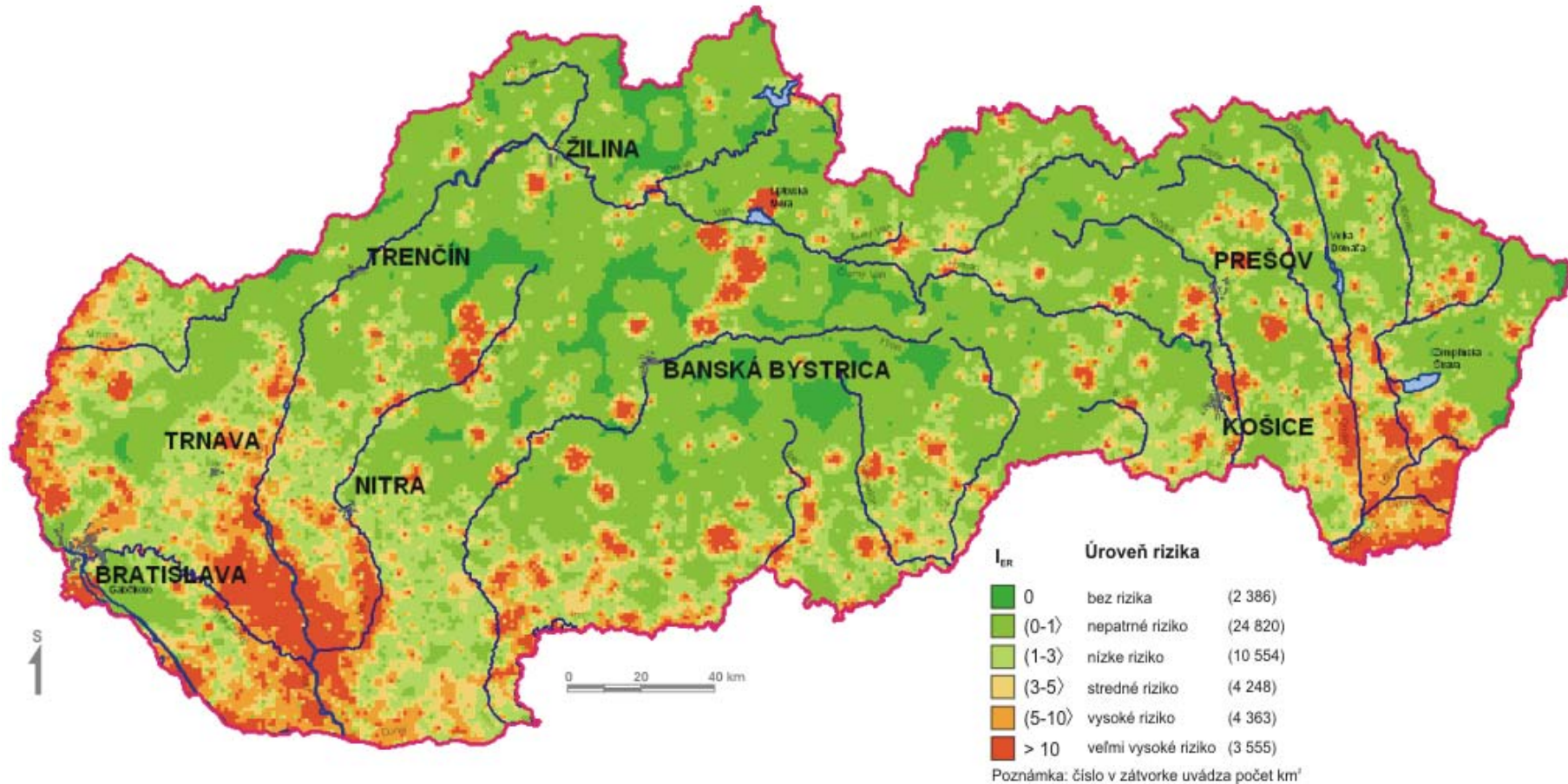
Mapa environmentálneho rizika z riečnych sedimentov  
(povrchové vody, prípadne ďalšie zložky)

ich spojením

**MAPA ENVIRONMENTÁLNEHO RIZIKA**  
z kontaminácie geologických zložiek  
životného prostredia Slovenskej republiky

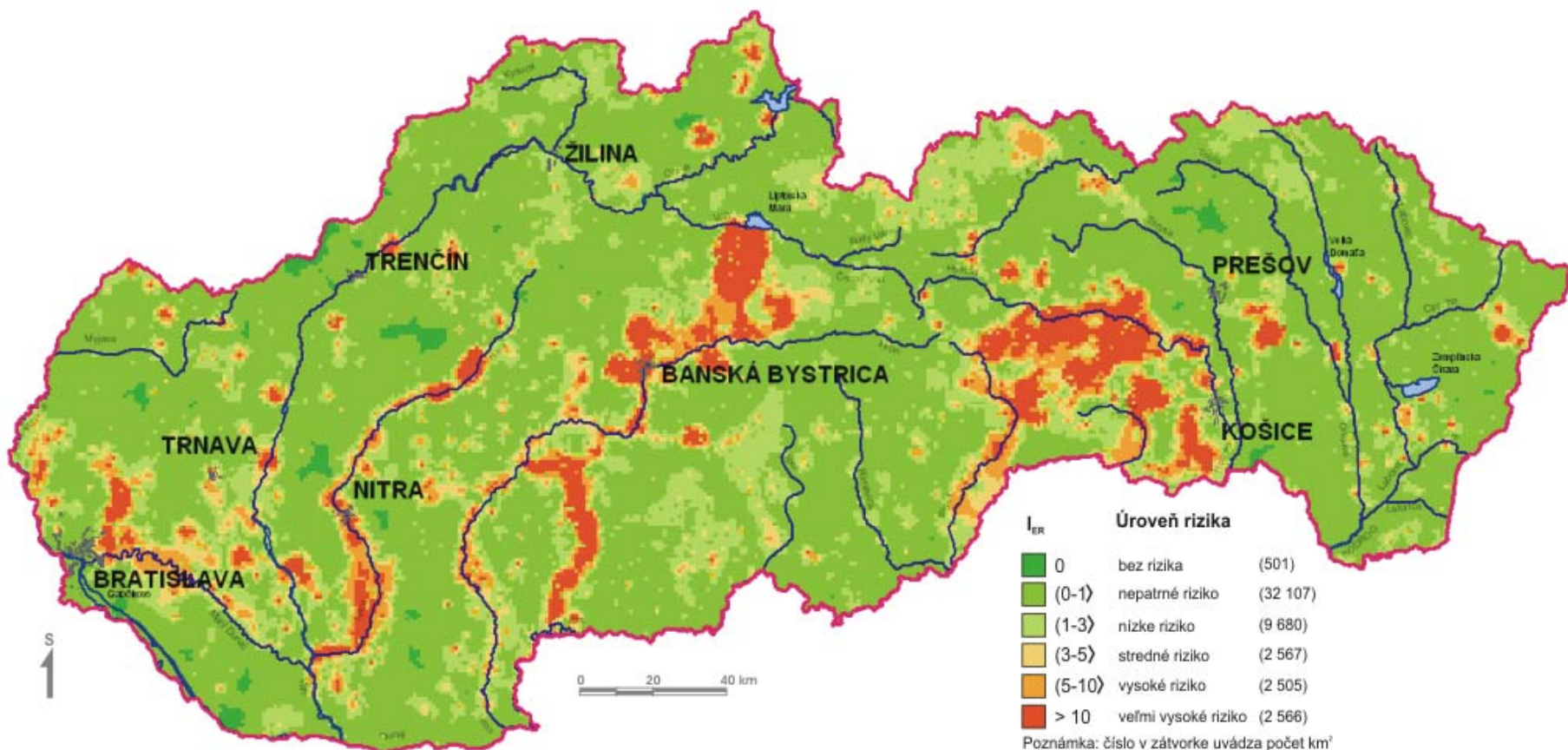
## Hodnotené prvky, zložky a ich limitné hodnoty použité pri výpočte environmentálneho rizika

Pôdy („A“ referenčné hodnoty rozhodnutia MP SR č. 531/1994-540)															
Prvok	As	Ba	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Se	Sn	V	Zn
Limit [mg.kg <sup>-1</sup> ]	29	500	3	0.8	20	130	36	0.3	1	35	85	0.8	20	120	140
Podzemné vody (medzné hodnoty vyhlášky MZ SR č. 354/2006 Z. z)															
Prvok	MIN	NO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	F	NH <sub>4</sub>	Na	Fe	Mn	Al	As	Cd	Cr	Cu	Hg
Limit [mg.l <sup>-1</sup> ]	1000	50	100	250	1.5	0.5	200	0.2	0.05	0.2	0.01	0.003	0.05	1.0	0.001
Prvok	Pb	Sb	Zn												
Limit [mg.l <sup>-1</sup> ]	0.01	0.005	3.0												

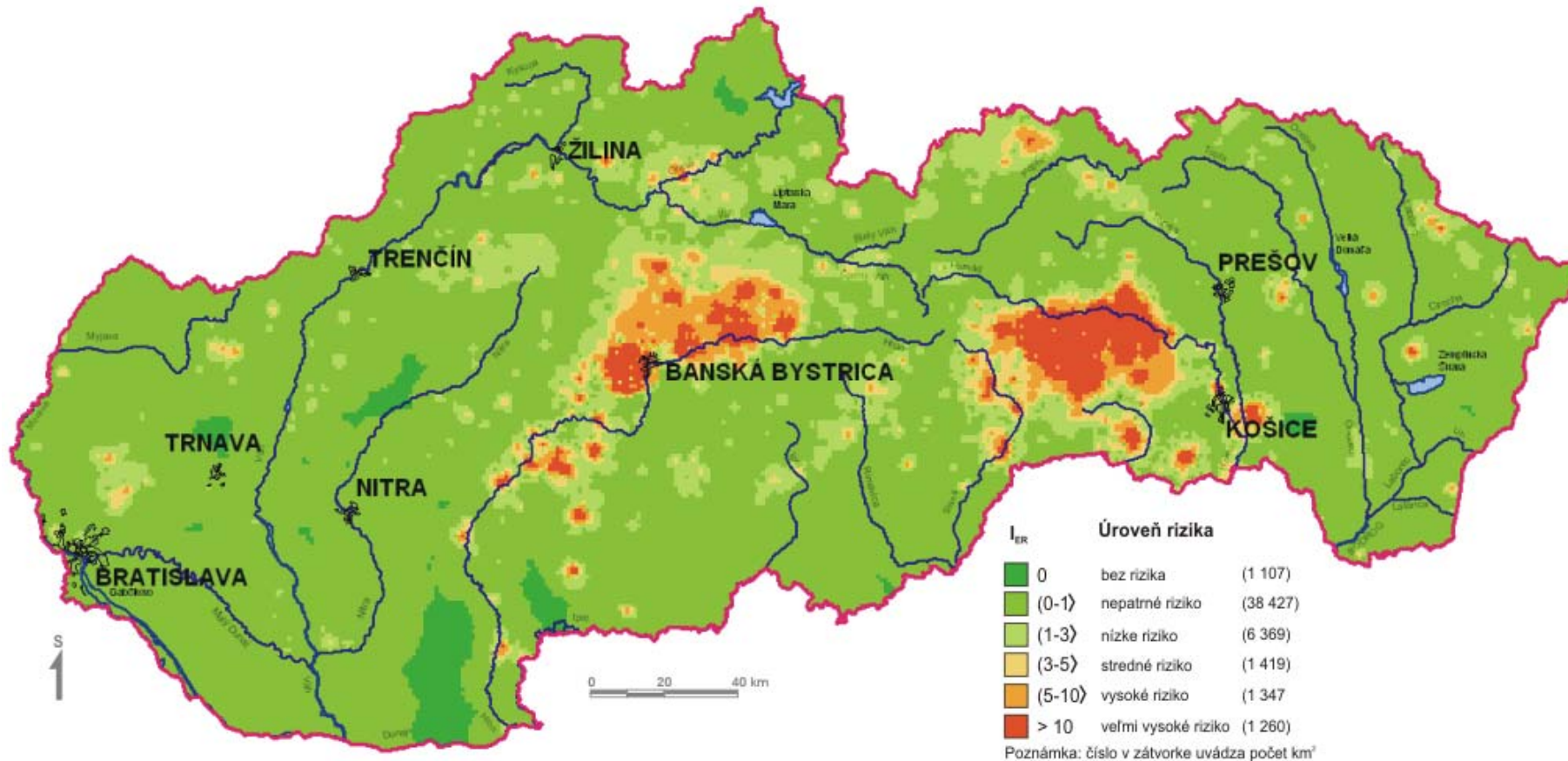


# Zhodnotenie ENVIRONMENTÁLNEHO RIZIKA z kontaminácie podzemných vôd



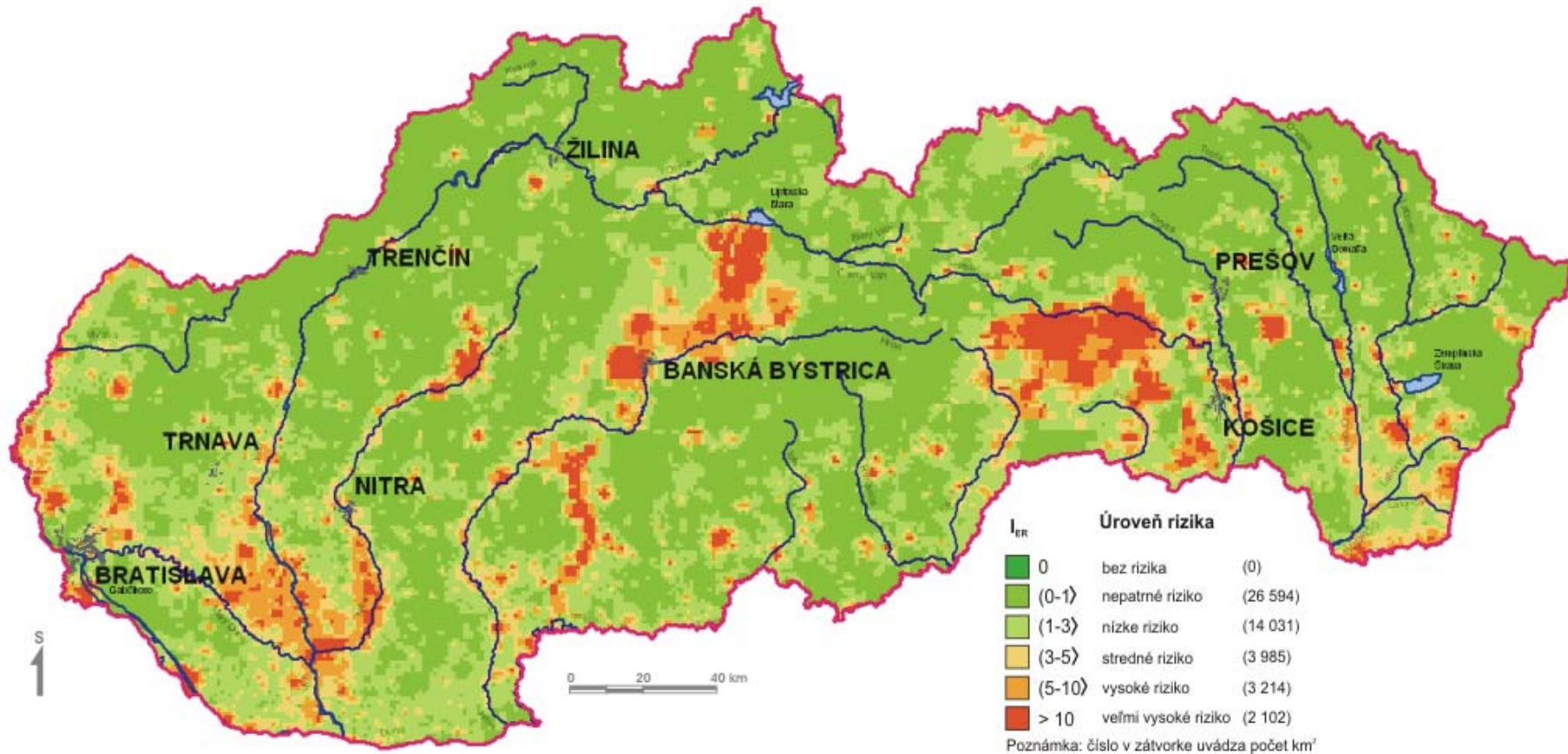


# Zhodnotenie ENVIRONMENTÁLNEHO RIZIKA z kontaminácie riečnych sedimentov



# Zhodnotenie ENVIRONMENTÁLNEHO RIZIKA z kontaminácie pôd





# Zhodnotenie ENVIRONMENTÁLNEHO RIZIKA z kontaminácie geologických zložiek

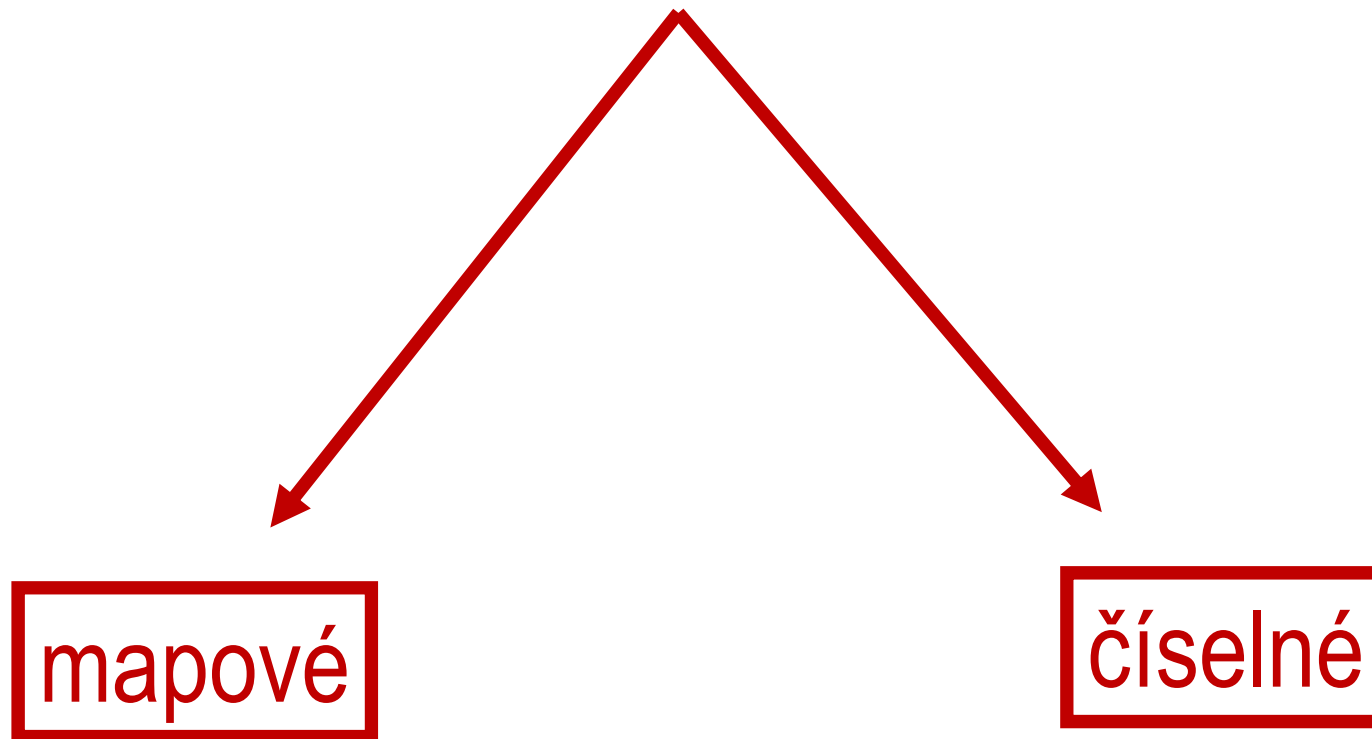
# Environmentálne riziko z kontaminácie geologického prostredia Slovenskej republiky

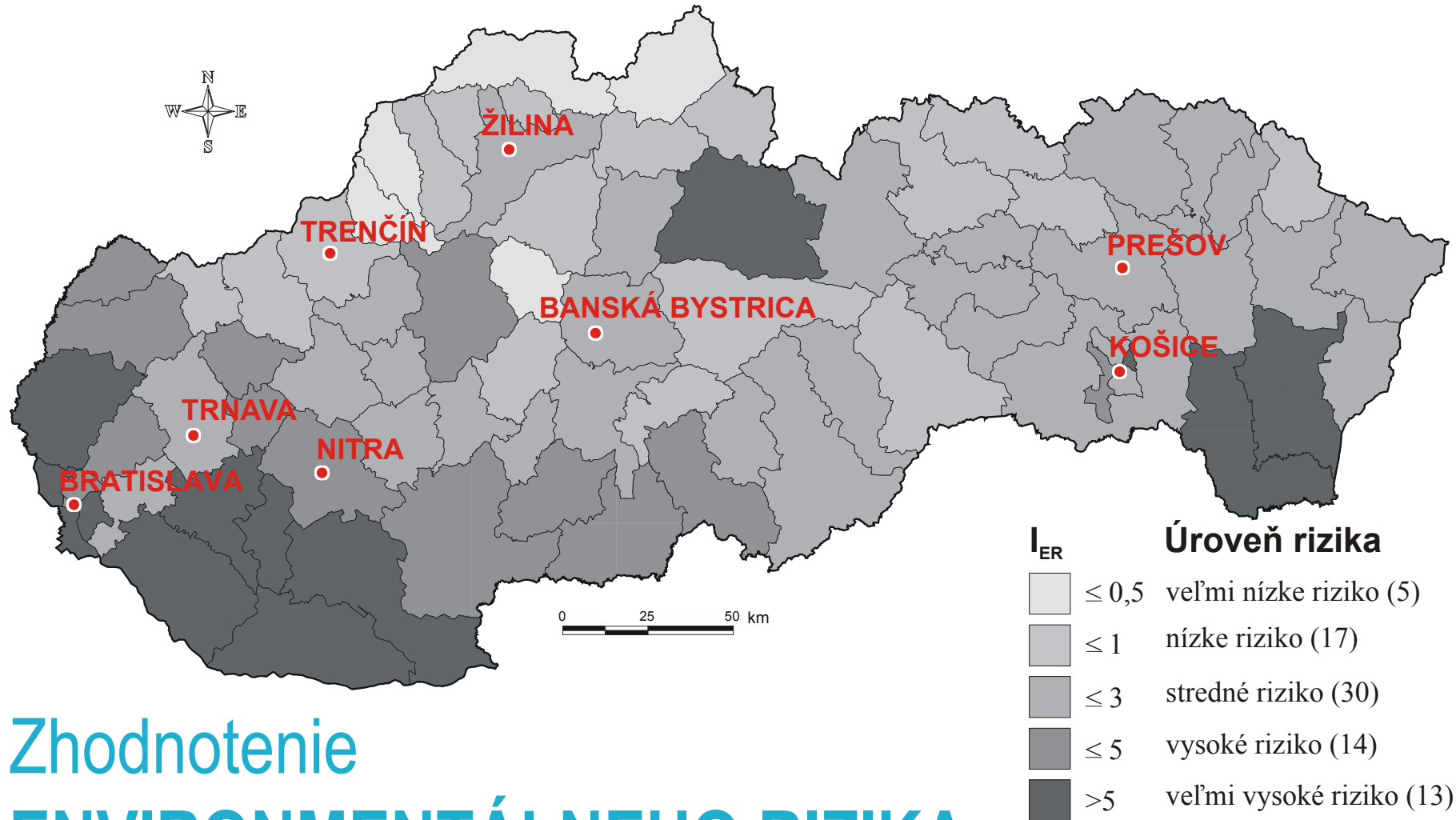
$I_{ER} = 0$	bez rizika	0 %
$I_{ER} \leq 1$	nízke riziko	57 %
$I_{ER} > 1; \leq 3$	stredné riziko	27 %
$I_{ER} > 3; \leq 5$	vysoké riziko	7 %
$I_{ER} > 5$	veľmi vysoké riziko	9 %

# Transformácia celoslovenských máp environmentálneho rizika do:

- ✓ regionálnych celkov
- ✓ VÚC
- ✓ ZÚJ (katastre obcí)
- ✓ hospodárske regióny
- ✓ geomorfologické celky
- ✓ povodia, atď.

# Vyjadrenie environmentálneho rizika

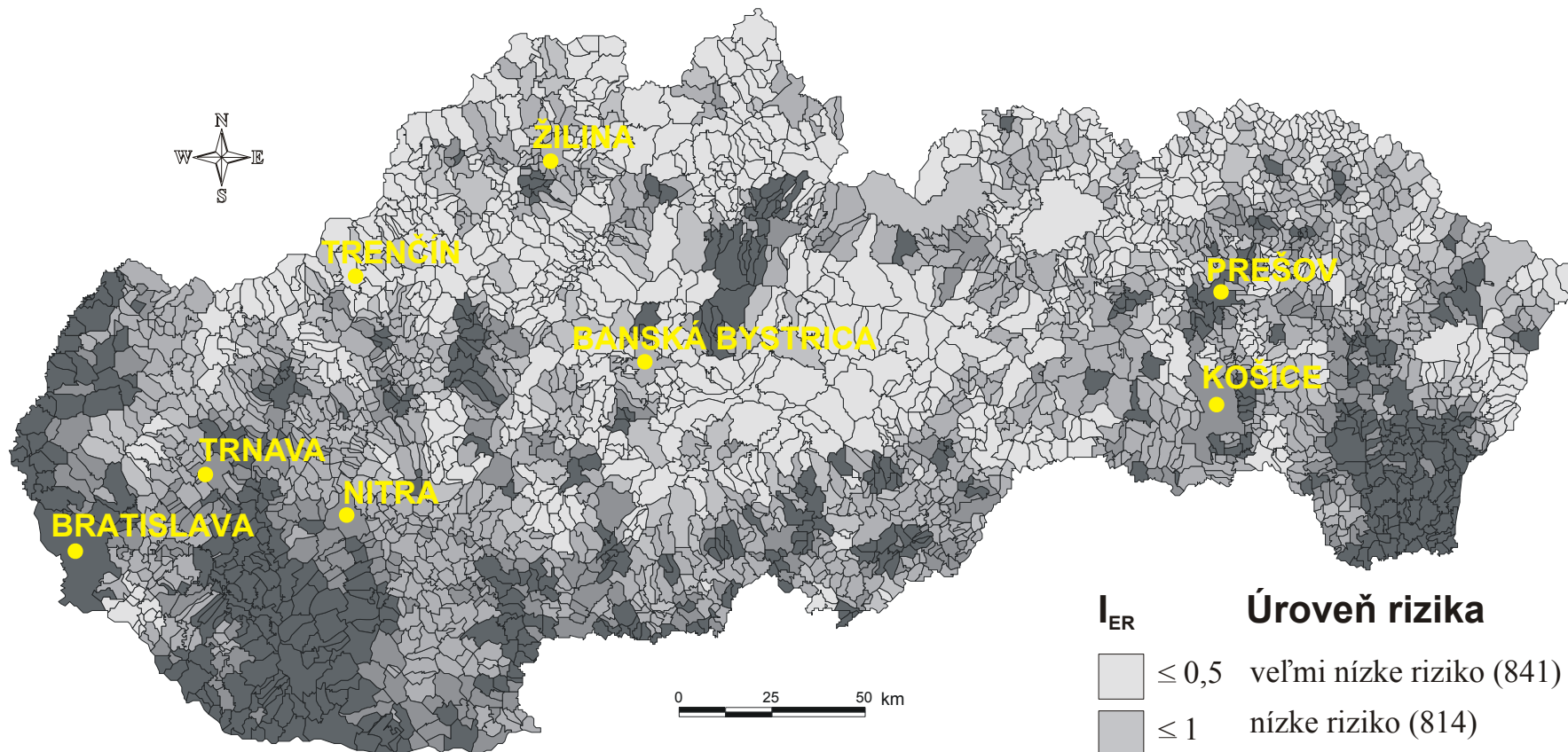




Poznámka: číslo v zátvorke uvádza počet okresov

# Zhodnotenie ENVIRONMENTÁLNEHO RIZIKA z kontaminácie podzemných vôd - okresy



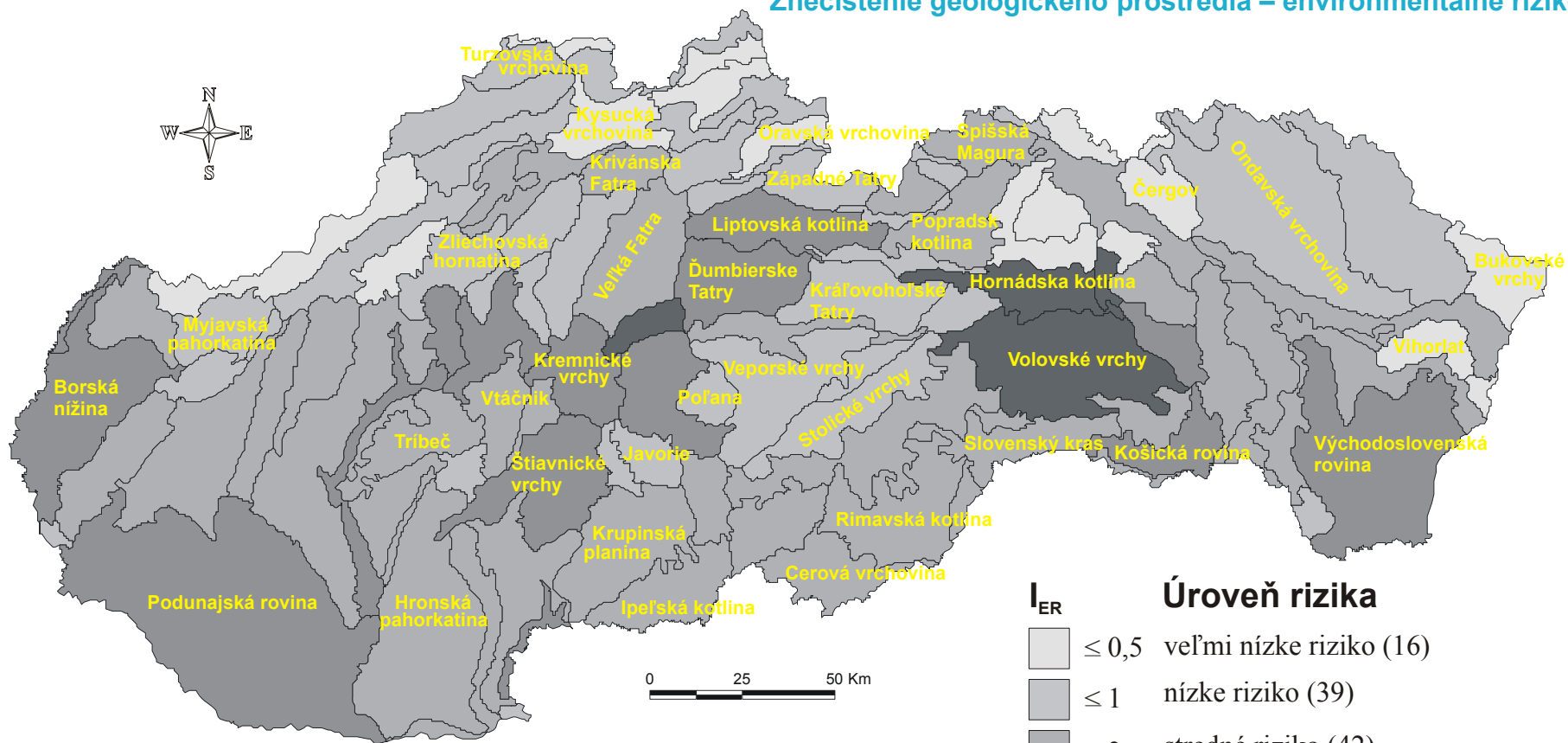


$I_{ER}$	Úroveň rizika
≤ 0,5	veľmi nízke riziko (841)
≤ 1	nízke riziko (814)
≤ 3	stredné riziko (821)
≤ 5	vysoké riziko (326)
>5	veľmi vysoké riziko (513)

Poznámka: číslo v zátvorke uvádza počet obcí

# Zhodnotenie ENVIRONMENTÁLNEHO RIZIKA z kontaminácie podzemných vôd - obce





$I_{ER}$	Úroveň rizika
≤ 0,5	veľmi nízke riziko (16)
≤ 1	nízke riziko (39)
≤ 3	stredné riziko (42)
≤ 5	vysoké riziko (15)
>5	veľmi vysoké riziko (4)

Poznámka: číslo v zátvorke uvádza počet geomorfologických celkov

# Zhodnotenie ENVIRONMENTÁLNEHO RIZIKA z kontaminácie geologických zložiek –

## geomorfologické celky

# Environmentálne riziko z kontaminácie geologických zložiek životného prostredia SLOVENSKEJ REPUBLIKY - okresy

	Okres	$I_{ER}$	$I_{ERpv}$	$I_{ERp}$	$I_{ERrs}$		Okres	$I_{ER}$	$I_{ERpv}$	$I_{ERp}$	$I_{ERrs}$
1	Spišská Nová Ves	12,81	1,41	16,60	20,41	19	Košice-okolie	2,47	2,43	2,02	2,95
2	Gelnica	12,74	2,38	23,59	12,24	20	Prešov	2,32	2,99	0,84	3,12
3	Šaľa	6,18	15,08	0,20	3,25	21	Partizánske	2,30	2,91	0,26	3,72
4	Banská Bystrica	5,28	1,58	6,49	7,76	22	Hlohovec	2,26	4,29	0,14	2,33
5	Banská Štiavnica	5,22	2,96	3,16	9,55	23	Pezinok	2,10	3,22	0,75	2,32
6	Galanta	4,99	11,45	0,14	3,37	24	Ružomberok	2,07	2,81	2,61	0,78
7	Bratislava	4,04	10,64	0,25	1,23	25	Senec	2,05	2,80	0,06	3,30
8	Krupina	3,49	3,58	0,70	6,18	26	Žiar nad Hronom	1,97	0,94	2,37	2,61
9	Komárno	3,43	9,06	0,11	1,12	27	Levice	1,93	3,84	0,25	1,72
10	Košice	3,41	3,80	1,32	5,11	28	Skalica	1,92	4,32	0,11	1,33
11	Michalovce	3,16	8,14	0,38	0,95	29	Senica	1,90	4,83	0,20	0,68
12	Nové Zámky	3,14	6,51	0,11	2,81	30	Veľký Krtíš	1,84	4,60	0,12	0,82
13	Malacky	3,12	7,72	0,28	1,37	31	Rožňava	1,80	0,79	1,58	3,03
14	Dunajská Streda	2,92	7,39	0,06	1,30	32	Piešťany	1,68	3,21	0,34	1,50
15	Liptovský Mikuláš	2,73	5,84	0,93	1,43	33	Nitra	1,67	3,06	0,06	1,89
16	Žarnovica	2,65	2,35	2,08	3,52	34	Lučenec	1,41	3,15	0,17	0,93
17	Prievidza	2,63	4,85	0,60	2,45	35	Levoča	1,40	1,16	1,04	2,00
18	Trebišov	2,49	6,71	0,25	0,50	36	Zvolen	1,37	1,30	0,63	2,19

**Poznámka:**

$I_{ERpv}$ ,  $I_{ERp}$ ,  $I_{ERrs}$ ,  $I_{ER}$  – indexy environmentálneho rizika pre podzemné vody, pôdy, riečne sedimenty a geologické zložky spolu.

# Environmentálne riziko z kontaminácie geologických zložiek životného prostredia SLOVENSKEJ REPUBLIKY - okresy

	Okres	$I_{ER}$	$I_{ERpv}$	$I_{ERp}$	$I_{ERrs}$		Okres	$I_{ER}$	$I_{ERpv}$	$I_{ERp}$	$I_{ERrs}$
37	Vranov nad Topľou	1,35	2,30	0,44	1,30	55	Svidník	0,78	1,20	0,45	0,69
38	Trnava	1,27	2,88	0,09	0,84	56	Stropkov	0,78	1,65	0,20	0,48
39	Detva	1,25	0,57	0,48	2,70	57	Myjava	0,73	0,66	0,69	0,82
40	Dolný Kubín	1,23	0,84	1,64	1,21	58	Bardejov	0,71	1,27	0,37	0,50
41	Snina	1,18	2,02	0,47	1,05	59	Medzilaborce	0,71	0,68	0,78	0,67
42	Sobrance	1,17	2,97	0,10	0,44	60	Bytča	0,68	0,87	0,56	0,62
43	Rimavská Sobota	1,16	2,65	0,27	0,57	61	Kežmarok	0,66	0,54	0,75	0,68
44	Stará Ľubovňa	1,14	0,56	1,37	1,50	62	Trenčín	0,65	0,90	0,34	0,71
45	Brezno	1,11	0,92	1,09	1,31	63	Sabinov	0,63	0,73	0,70	0,46
46	Poltár	1,09	2,18	0,43	0,67	64	Bánovce nad Bebravou	0,62	1,37	0,15	0,34
47	Zlaté Moravce	1,06	1,51	0,24	1,43	65	Tvrdošín	0,60	0,86	0,41	0,53
48	Revúca	1,06	1,85	0,56	0,77	66	Považská Bystrica	0,56	0,73	0,57	0,38
49	Topoľčany	1,04	1,81	0,18	1,12	67	Čadca	0,55	0,35	0,41	0,90
50	Ilava	1,02	0,22	0,60	2,23	68	Kysucké Nové Mesto	0,53	0,69	0,36	0,54
51	Poprad	1,00	1,25	0,60	1,15	69	Turčianske Teplice	0,50	0,28	0,77	0,44
52	Žilina	0,99	1,35	0,88	0,74	70	Nové Mesto nad Váhom	0,49	0,77	0,34	0,35
53	Martin	0,87	0,69	1,10	0,82	71	Námestovo	0,48	0,42	0,14	0,87
54	Humenné	0,83	1,61	0,51	0,37	72	Púchov	0,42	0,29	0,31	0,65

**Poznámka:**

$I_{ERpv}$ ,  $I_{ERp}$ ,  $I_{ERrs}$ ,  $I_{ER}$  – indexy environmentálneho rizika pre podzemné vody, pôdy, riečne sedimenty a geologické zložky spolu.

## Environmentálne riziko zo znečistenia životného prostredia SLOVENSKEJ REPUBLIKY - **obce**

(vybratých 15 najviac kontaminovaných obcí)

obec	okres	$I_{ER}$	$I_{ERPv}$	$I_{ERP}$	$I_{ERrs}$
Závadka	Gelnica	67.43	0.56	126.32	75.43
Rudňany	Spišská Nová Ves	62.40	1.27	36.67	149.27
Markušovce	Spišská Nová Ves	58.60	0.58	42.87	132.34
Matejovce	Spišská Nová Ves	51.30	1.31	23.18	129.39
Malachov	Banská Bystrica	49.73	0.41	82.05	66.74
Horné Pršany	Banská Bystrica	40.99	0.51	71.38	51.10
Hnilčík	Spišská Nová Ves	34.06	0.14	86.30	15.73
Teplička	Spišská Nová. Ves	33.29	0.00	84.96	14.93
Poráč	Spišská N. Ves	30.99	0.63	22.24	70.09
Žakarovce	Gelnica	29.24	1.78	67.71	18.24
Krompachy	Spišská Nová Ves	28.67	3.04	53.21	29.75
Hrišovce	Gelnica	28.65	14.05	52.91	19.00
Richnava	Gelnica	28.42	1.86	51.62	31.78
Králiky	Banská Bystrica	24.76	0.07	26.06	48.15
Kaľava	Spišská Nová Ves	23.68	7.44	40.84	22.77

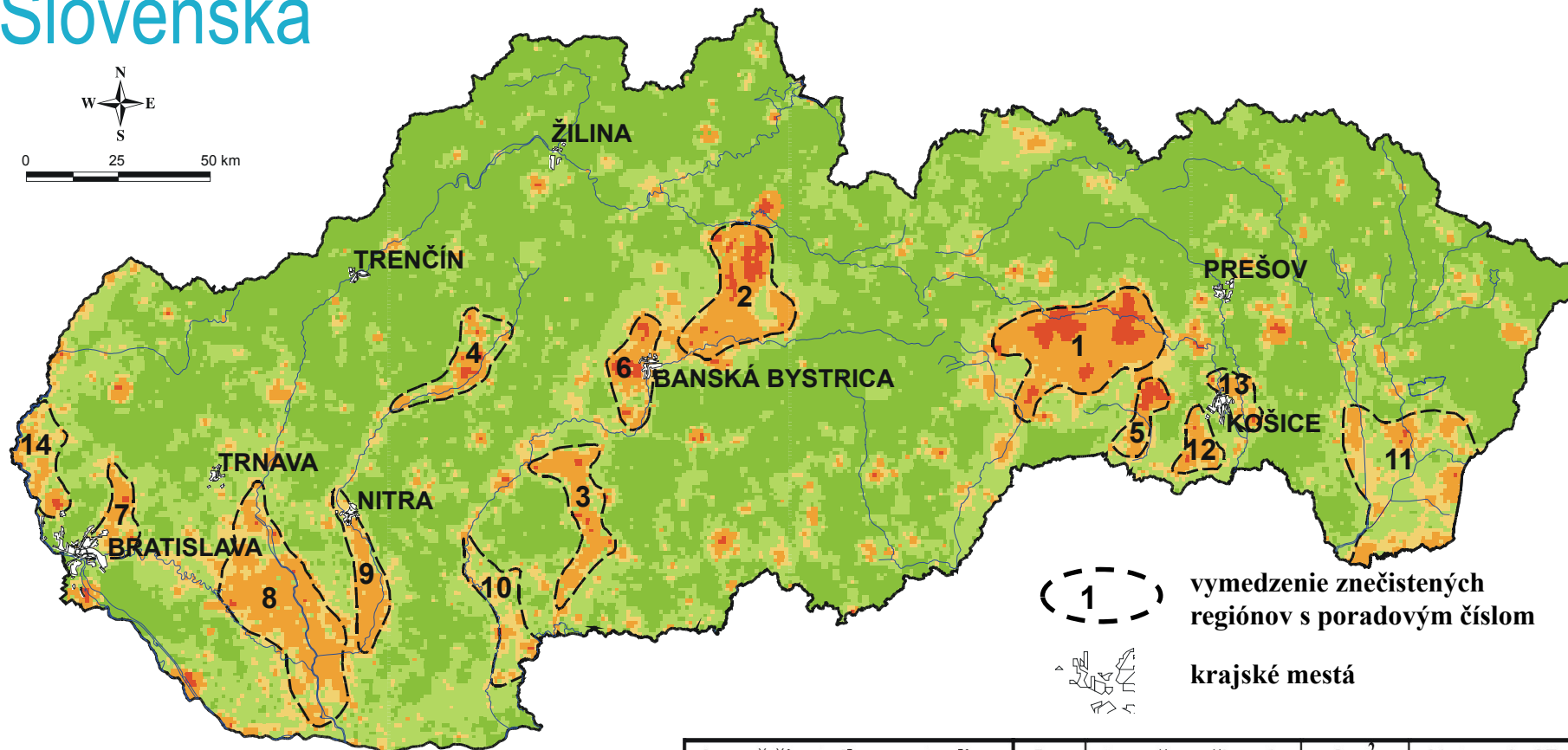
# Environmentálne riziko zo znečistenia životného prostredia SLOVENSKEJ REPUBLIKY - **obce**

(vybratých 15 najmenej kontaminovaných obcí)

obec	okres	$I_{ER}$	$I_{ERP}$	$I_{ERP}$	$I_{ERrs}$
Inovce	Sobrance	0,02	0,01	0,04	0,02
Ivanovce	Trenčín	0,02	0,04	0,03	0,00
Nová Bošáca	Nové Mesto nad Váhom	0,03	0,00	0,06	0,02
Porúbka	Sobrance	0,03	0,02	0,02	0,04
Obručné	Stará Ľubovňa	0,03	0,01	0,03	0,05
Priekopa	Sobrance	0,03	0,05	0,02	0,01
Ruský Hrabovec	Stará Ľubovňa	0,03	0,00	0,05	0,04
Ruská Bystrá	Sobrance	0,03	0,01	0,06	0,02
Nová Sedlica	Snina	0,03	0,00	0,06	0,03
Koňuš	Sobrance	0,03	0,04	0,03	0,04
Ruský Hrabovec	Sobrance	0,04	0,01	0,04	0,06
Petrovce	Sobrance	0,04	0,00	0,04	0,09
Sulín	Stará Ľubovňa	0,05	0,04	0,04	0,05
Beňadovo	Námestovo	0,05	0,01	0,00	0,14
Beňatina	Sobrance	0,05	0,03	0,05	0,08
Mníšek nad Popradom	Stará Ľubovňa	0,05	0,03	0,11	0,02
Hamuliakovo	Senec	0,06	0,05	0,00	0,11
Zemianske Podhradie	Nové Mesto nad Váhom	0,06	0,08	0,08	0,01
Choňkovce	Sobrance	0,06	0,12	0,03	0,03
Ľutov	Bánovce nad Bebravou	0,06	0,16	0,02	0,00



# Environmentálno-geochemická regionalizácia Slovenska



úroveň životného prostredia	$I_{ER}$	úroveň znečistenia	km <sup>2</sup>	% územie SR
vysoká	$\leq 1$	veľmi nízka	26 000	53,0
vyhovujúca	$\leq 3$	nízka	14 000	28,5
mierne narušená	$\leq 5$	stredná	3 900	8,0
narušená	$\leq 25$	vysoká	4 700	9,5
silne narušená	$>25$	veľmi vysoká	500	1

# Základná charakteristika kontaminovaných regiónov

KONTAMINOVANÉ REGIÓNŸ	rozloha [km <sup>2</sup> ]	I <sub>ER</sub>	prevažujúci pôvod kont.	NAJDÔLEŽITEJŠIE KONTAMINANTY			ÚROVEŇ KONTAMINÁCIE		
				podzemné vody	pôdy	riečne sedimenty	pod. vody	pôdy	riečne sed.
1. Spišsko-Gemerský	910	20,7	G	As, Sb, Fe, Mn	Hg, Sb, As	Cu, As, Hg, Pb, Sb	++	++++	++++
2. Mikulášsko-Breznianský	650	14,5	G	As, Sb, SO <sub>4</sub>	As, Sb, Cu	As, Sb, Cu, Hg	+++	++++	++++
3. Štiavnicko-Krupinský	400	9,0	G	Fe, Mn, SO <sub>4</sub> , NO <sub>3</sub>	Pb, Cu, Mo	Cd, Cu, Zn	++	+++	++++
4. Hornonitriansky	320	8,1	G-A	As, Fe, Mn, NO <sub>3</sub>	Hg, As	As, Hg	+++	+	+++
5. Moldavský	150	20,3	G-A	Mn, NO <sub>3</sub> , Fe	Ni, Cr, Sb, As	Sb, Ni, Cu	++	+++	++++
6. Banskobystricko-Zvolenský	280	13,8	G-A	Sb, Cd, As	Cu, Sb, Hg	Cu, Hg	+	+++	++++
7. Bratislavsko-Senecko-Pezinský	220	7,1	G-A	NO <sub>3</sub> , SO <sub>4</sub> , Fe, Mn	Ba, Sb, Cu	Sb, As, Cu, Hg	+++	+	+++
8. Galantsko-Sereďský	1 100	6,9	A	NO <sub>3</sub> , SO <sub>4</sub> , Mn, Fe	Ni, Cu	Hg, Cu, Cd, Zn, Cr	++++	+	++
9. Nitriansko-Šurianský	290	7,0	A	NO <sub>3</sub> , Mn, NH <sub>4</sub> , Fe	Mo, Ba	Hg, Cd, Cr	+++	+	++++
10. Levicko-Želiezovský	350	4,3	A	NO <sub>3</sub> , Mn, Fe	Cu, Sb, Hg	Zn, Cu, Hg	++++	+	++
11. Trebišovsko- Kráľovskochľmecký	1 100	4,3	A	NO <sub>3</sub> , TDS, Cl, Mn	Ni, Cu, Cr	Cu, Pb, Se, Ni	++++	+	+
12. Juhokošický	150	8,2	A	NO <sub>3</sub> , Mn,	Sb, As, Ni	Sb, As, Cd	++	++	++++
13. Severokošický	140	6,5	A	Mn, Fe, NO <sub>3</sub>	Cu, Sb, Hg	Cu, Ba	+++	++	+
14. Stupavsko-Malacký	300	6,8	A	Fe, Mn, NO <sub>3</sub> , SO <sub>4</sub>	Hg, Ni	Hg, Sb, Zn, Cu	++++	+	++

**Poznámka:** úroveň kontaminácie + + + + - veľmi vysoká, + + + - stredná, + - nízka  
[www.geology.sk/geohealth](http://www.geology.sk/geohealth)

Porovnanie databáz  
z Geochemických  
atlasov  
SLOVENSKEJ  
REPUBLIKY  
voči limitným  
rizikovým  
koncentráciám

PÔDY n = 5 189 (horizont A)			SEDIMENTY n = 24 422			PODZEMNÉ VODY n = 16 359		
Prvok	počet prekroč. limit. rizik. hodnôt	% prekroč. limit. rizik. hod.	Prvok	počet prekr. limit. rizik. hodnôt	% prekroč. limit. rizik. hod.	Prvok	počet prekr. limit. rizik. hodnôt	% prekroč. limit. rizik. hod.
I <sub>ER</sub> >0	2 797	53,90	I <sub>ER</sub> >0	14 722	60,26	I <sub>ER</sub> >0	6 655	40,68
As	188	3,62	As	1 053	4,31	TDS	2 188	13,37
Ba	544	10,48	Ba	7039	28,82	NO <sub>3</sub>	3 278	20,03
Be	26	0,50	Be	552	2,26	Cl	1 100	6,72
Cd	262	5,05	Cd	1 303	5,34	SO <sub>4</sub>	738	4,51
Co	69	1,33	Co	443	1,81	F	16	0,10
Cr	410	7,90	Cr	1 620	6,63	NH <sub>4</sub>	315	1,93
Cu	336	6,48	Cu	3 260	13,35	Na	45	0,28
Hg	388	7,48	Hg	2 402	9,84	Fe	950	5,81
Mo	622	11,99	Mo	1 452	5,95	Mn	2 655	16,23
Ni	1 097	21,14	Ni	4 188	17,15	Al	170	1,03
Pb	141	2,72	Pb	347	1,42	As	239	1,46
Se	12	0,23	Se	1 164	4,77	Sb	118	0,72
Sn	10	0,19	Sn	146	0,60	Cd	104	0,64
V	387	7,46	V	1 633	6,69	Cr	30	0,18
Zn	152	2,93	Zn	3 954	16,19	Cu	0	0
Sb	277	5,41	Sb	1 754	7,18	Hg	54	0,33
<u>Poznámka:</u> I <sub>ER</sub> > 0 – aspoň jeden z hodnotených prvkov prekračuje limitné rizikové hodnoty.						Pb	116	0,71
						Se	76	0,46
						Zn	269	1,64

# PROJEKT: *LIFE 10 ENV/SK/086* – VPLYV GEOLOGICKEJ ZLOŽKY ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA NA ZDRAVOTNÝ STAV OBYVATEĽSTVA SLOVENSKEJ REPUBLIKY

2011 - 2015

**CIEĽOM PROJEKTU** je zníženie dopadu nepriaznivého vplyvu  
geologického prostredia na zdravotný stav  
obyvateľstva Slovenskej republiky

## **Aktivita A1: Zostavenie súboru environmentálnych indikátorov**

Environmentálne indikátory (chemické prvky/zložky/parametre v podzemných vodách a pôdach) budú zostavené z existujúcich báz dát chemických analýz podzemných vôd (cca 20 000) a pôd (cca 10 000) z celého územia Slovenskej republiky. Environmentálne indikátory budú zostavené pre najmenšie územnosprávne celky Slovenskej republiky – obce (cca 2 880), ďalej pre okresy (79) a vyššie územné celky (8).

## **Aktivita A2: Zostavenie súboru zdravotných indikátorov**

Zdravotné indikátory budú zostavené z existujúcich báz dát ukazovateľov demografického vývoja a zdravotného stavu obyvateľstva. Bude sa jednať o zdravotné indikátory popisujúce demografiu, reprodukčné zdravie, úmrtnosť a incidenciu rôznych ochorení, najmä onkologických a kardiovaskulárnych.

## **Aktivita A3: Spracovanie environmentálnych a zdravotných indikátorov**

Zostavené databázy environmentálnych a zdravotných indikátorov sa rozčlenia podľa základného geologického prostredia a to pre: karbonáty, granitoidné horniny, metamorfity, vulkanické horniny, flyšové sedimenty a kvartérne a neogénne sedimenty. Taktiež sa samostatne vyčlenia a spracujú kontaminované oblasti Slovenskej republiky.

## **Aktivita A4: Prepojenie environmentálnych a zdravotných indikátorov**

Metódami vyššej štatistiky – neurónové siete a fuzzy c-zhluková analýza, sa spoja a zjednotia environmentálne a zdravotné indikátory. Takto bude možné určiť, ktoré environmentálne indikátory najviac vplyvajú na ľudské zdravie a naopak, ktoré zdravotné indikátory sú najviac ovplyvňované geologickou zložkou životného prostredia. Spájanie bude vykonané z celoslovenských súborov dát, ďalej pre súbory rozčlenené podľa rozdielnosti geologického prostredia a taktiež pre kontaminované oblasti.



## **Aktivita A5: Environmentálna analýza**

V rámci environmentálnej analýzy bude podané zhodnotenie vplyvu geologického prostredia na zdravotný stav obyvateľov Slovenskej republiky. Ďalej sa spracuje environmentálno-zdravotná regionalizácia Slovenskej republiky a vyčlenia sa oblasti, kde je markantne zhoršený zdravotný stav obyvateľstva v dôsledku prírodne nepriaznivého, resp. kontaminovaného geologického prostredia. Taktiež budú určené limitné obsahy (optimálne, maximálne prípustné no aj minimálne potrebné) chemických prvkov/zložiek z hľadiska ich dopadu na ľudské zdravie.

## **Aktivita A6: Vypracovanie návrhu opatrení**

Vypracuje sa návrh opatrení na zníženie negatívneho vplyvu geologického prostredia na ľudské zdravie. Tento návrh bude spracovaný metódou logickej analýzy – príčina – účinok – opatrenie.

## **Aktivita A7: Realizácia opatrení**

V rámci realizácie opatrení na zmiernenie negatívneho vplyvu geologického prostredia na zdravotný stav obyvateľstva bude realizovaná osвета a environmentálno-zdravotná výchova obyvateľstva.

# CIEĽ PRÁCE

Ohodnotenie rôznorodosti geologickej stavby (geochemického pozadia) Slovenskej republiky z hľadiska jej možných dopadov na zdravotný stav obyvateľstva Slovenskej republiky.

# MATERIÁL

2. apríl 2013

[www.geology.sk/geohealth](http://www.geology.sk/geohealth)

# GEOCHEMICKÉ DÁTA ENVIRONMENTÁLNE INDIKÁTORY

**podzemné vody – 20 339 chemických analýz**  
**pôdy – 10 738 chemických analýz**

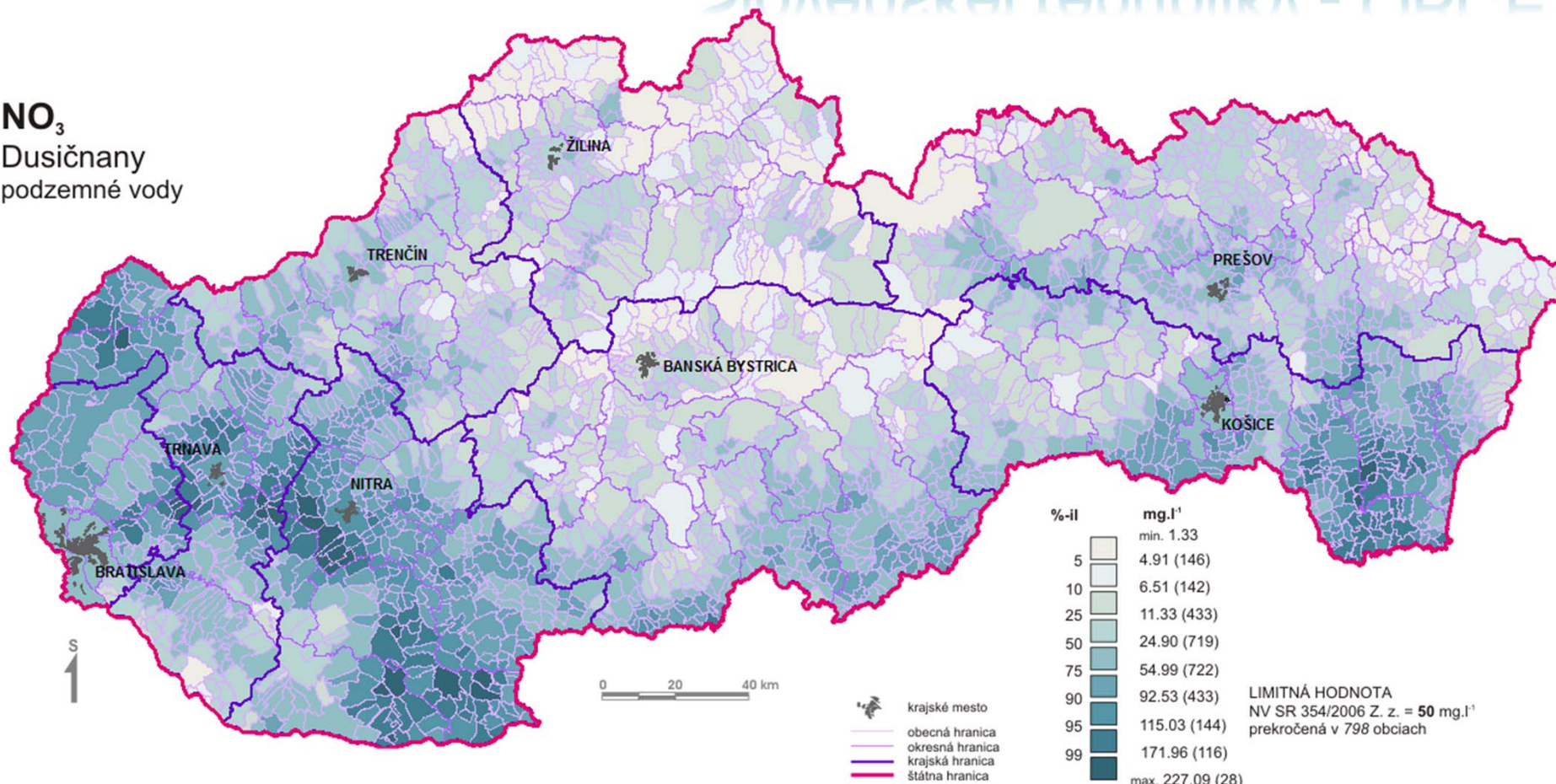
boli spracované do formy priemerných hodnôt (kízavý medián)  
pre všetky územnosprávne jednotky Slovenskej republiky:  
obce, okresy, VÚC

zverejnené sú na internetovej stránke projektu: [www.geology.sk/geohealth](http://www.geology.sk/geohealth)



# Distribúcia DUSIČNANOV v podzemných vodách Slovenskej republiky - OBCE

**NO<sub>3</sub>**  
Dusičnany  
podzemné vody

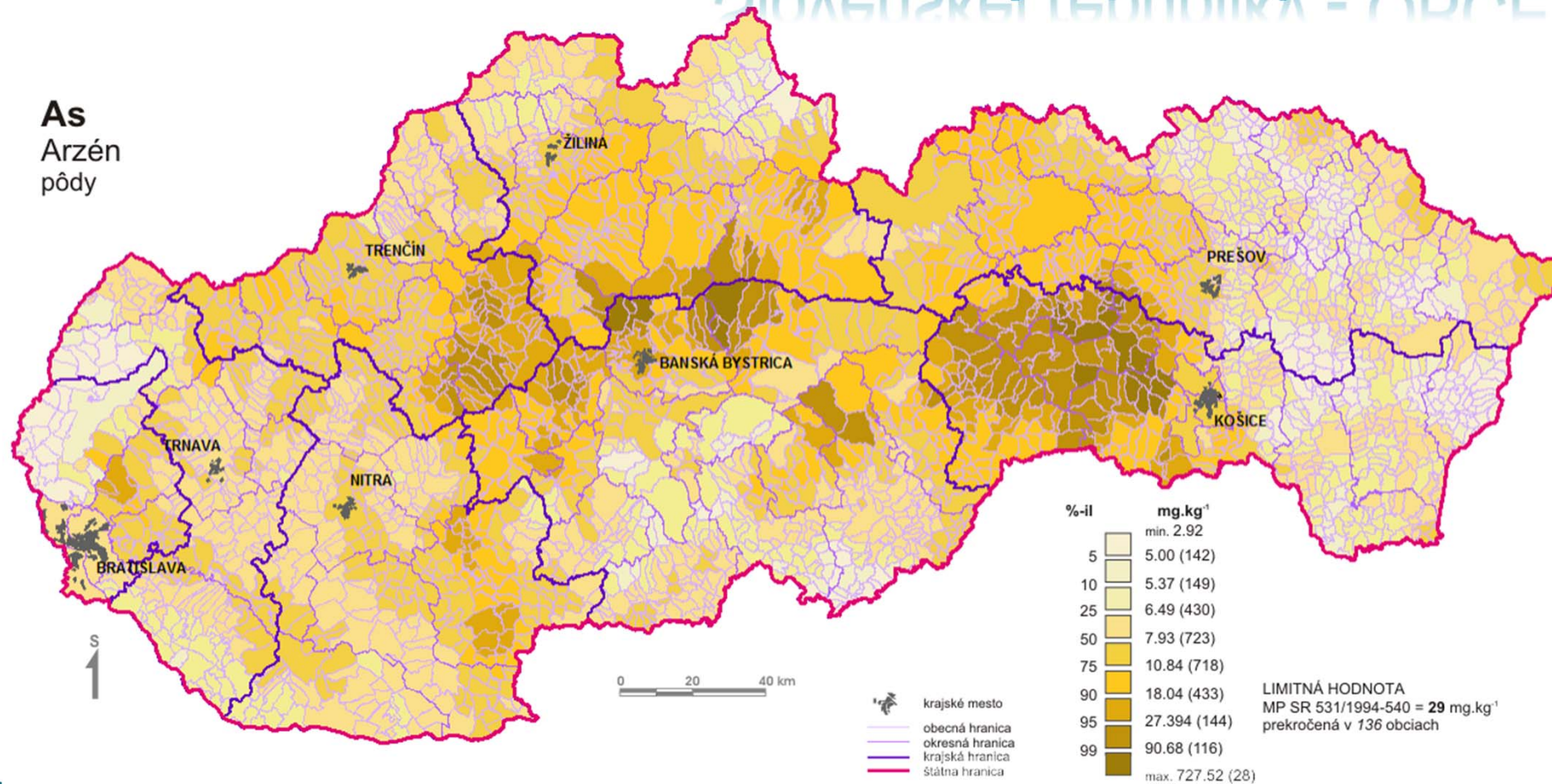


Poznámka: Číslo v zátvorke uvádza počet obcí v danom intervale.



# Distribúcia ARZÉNU v pôdach Slovenskej republiky - OBCE

**As**  
Arzén  
pôdy



# ZDRAVOTNÉ INDIKÁTORY

## ukazovatele zdravotného stavu a demografického vývoja

zdroj dát – Štatistický úrad SR, hodnotené obdobie: 1994 - 2003

Hodnotené ukazovatele:

vekové charakteristiky

reprodukčné zdravie

úmrtnosť

predčasná úmrtnosť

relatívna úmrtnosť

nepriamo štandardizovaná úmrtnosť

dáta sú v mapovej a databázovej forme na internetovej stránke projektu: [www.geology.sk/geohealth](http://www.geology.sk/geohealth)



# ZOZNAM 30 VYBRANÝCH ZDRAVOTNÝCH INDIKÁTOROV

Skratka	Obsah	Skupina	SR
DOZM	očakávané dožitie mužov pri narodení		67.44 rokov
DOZZ	očakávané dožitie žien pri narodení		77.07 rokov
V60A	podiel obyvateľstva vo veku 60 a viac rokov	vekové charakteristiky	15.38 %
V85A	podiel obyvateľstva vo veku 85 a viac rokov		0.84 %
BIR	hrubá pôrodnosť		15.58 ‰
GFR	generálna miera fertility (plodnosť)	reprodukčné zdravie	46.15 ‰
POD	podiel detí s nízkou pôrodnou hmotnosťou		7.55 %
SPOT	podiel spontánnych potratov		62.98 ‰
HUM	hrubá úmrtnosť mužov		10.68 ‰
HUZ	hrubá úmrtnosť žien		8.75 ‰
SMRV	nepriamo vekovo štandardizovaná úmrtnosť	úmrtnosť	100 %
SMRM	nepriamo vekovo štandardizovaná úmrtnosť mužov		100 %
SMRZ	nepriamo vekovo štandardizovaná úmrtnosť žien		100 %
PUM	podiel predčasných úmrtí mužov		38.18 %
PUZ	podiel predčasných úmrtí žien		18.06 %
PUSBU	podiel predčasných úmrtí z prirodzených príčin		22.21 %
PYLL1M	počet PYLL na 1 úmrtie muža	predčasná úmrtnosť	5.6 rokov
PYLL1Z	počet PYLL na 1 úmrtie ženy		2.48 rokov
PYLL100	počet PYLL na 100.000 obyvateľov		4033 rokov
PYLLC	počet PYLL zo zhubných nádorov na 100.000 obyvateľov		1005.2 rokov
REC	relatívna úmrtnosť na zhubné nádory		212.79
REE	relatívna úmrtnosť na choroby žliaz s vnútorným vylučovaním a metabolizmu	relatívna úmrtnosť	14.43
REI	relatívna úmrtnosť na kardiovaskulárne choroby		531.05
SMRC	SMR – zhubné nádory		100 %
SMRC1526	SMR – zhubné nádory tráviacej sústavy		100 %
SMRC3039	SMR – zhubné nádory dýchacej sústavy	nepriamo vekovo štandardizovaná úmrtnosť	100 %
SMRI2125	SMR – srdcové infarkty		100 %
SMRI6364	SMR – mozgové porážky a infarkty	100 %	
SMRJ	SMR – dýchacia sústava (okrem nádorov)		100 %
SMRK	SMR – tráviaca sústava (okrem nádorov)		100 %

## Spôsob výpočtu zdravotných indikátorov

Označenie indikátora	Stručný popis výpočtu, resp. vzorec
DOZM	Výpočet je urobený podľa metódy PAHO na základe 19 vekových skupín (tzv. Life Tables)
DOZZ	podľa pohlavia a urobený odpočet očakávaného dožitia vo veku 0 (pri narodení) u všetkých, zvlášť u mužov, u žien a u všetkých vo veku 40 rokov a 60 rokov
V60a	100 x (počet obyvateľov vo veku 60 a viac rokov/počet obyvateľov)
V85a	100 x (počet obyvateľov vo veku 85 a viac rokov/počet obyvateľov)
BIR	1000 x (počet živonarodených/počet obyvateľov)
GFR	1000 x (počet živonarodených/počet žien vo veku 15 – 44 rokov)
POD	100 x (počet novorodených s pôrodnou hmotnosťou do 2500 g/počet novorodených)
MSPOT	100 x (počet živonarodených/počet všetkých počati)
HUM	1000 x (počet úmrtí mužov/počet mužov)
HUZ	1000 x (počet úmrtí žien/počet žien)
SMRV	Nepriamo vekovo štandardizovaná úmrtnosť obyvateľstva, štandardizovaná na slovenský štandard (19 vekových skupín)
SMRM	Nepriamo vekovo štandardizovaná úmrtnosť mužov, štandardizovaná na slovenský štandard (19 vekových skupín)
SMRZ	Nepriamo vekovo štandardizovaná úmrtnosť žien, štandardizovaná na slovenský štandard (19 vekových skupín)
PUM	100 x (počet úmrtí mužov vo veku 1 – 64 rokov)/počet úmrtí mužov
PUZ	100 x (počet úmrtí žien vo veku 1 – 64 rokov)/počet úmrtí žien
PUSBU	100 x (počet úmrtí obyvateľstva na prirodzené príčiny vo veku 1 – 64 rokov)/počet úmrtí mužov
PYLL1M	Súčet nedožitých rokov do veku 65 rokov (úmrta vo veku 1–64 rokov) mužov/počet úmrtí mužov
PYLL1Z	Súčet nedožitých rokov do veku 65 rokov (úmrta vo veku 1 – 64 rokov) žien/počet úmrtí žien
PYLL1/C	100 000 x (Súčet nedožitých rokov do veku 65 rokov (úmrta vo veku 1 – 64 rokov) obyvateľstva z titulu úmrta na zhubný nádor / počet obyvateľov
PYLL100	100 000 x (Súčet nedožitých rokov do veku 65 rokov (úmrta vo veku 1 – 64 rokov)/počet obyvateľov
ReC	100 000 x (počet úmrtí na zhubné nádory (C00-C97 podľa MKCH,10.rev.)/počet obyvateľov
ReE	100 000 x (počet úmrtí na choroby žliaz s vnútorným vylučovaním, výživy a premeny látok (E00-E90 podľa MKCH,10.rev.)/počet obyvateľov
ReI	100 000 x (počet úmrtí na choroby obehovej sústavy (I00-I99 podľa MKCH,10.rev.)/počet obyvateľov
SMRC	Nepriamo vekovo štandardizovaná úmrtnosť obyvateľstva, štandardizovaná na slovenský štandard (19 vekových skupín) na zhubné nádory
SMRC1526	Nepriamo vekovo štandardizovaná úmrtnosť obyvateľstva, štandardizovaná na slovenský štandard (19 vekových skupín) na zhubné nádory tráviacich orgánov
SMRC3039	Nepriamo vekovo štandardizovaná úmrtnosť obyvateľstva, štandardizovaná na slovenský štandard (19 vekových skupín) na zhubné nádory dýchacích orgánov
SMRI2125	Nepriamo vekovo štandardizovaná úmrtnosť obyvateľstva, štandardizovaná na slovenský štandard (19 vekových skupín) na ischemické choroby srdca
SMRI6364	Nepriamo vekovo štandardizovaná úmrtnosť obyvateľstva, štandardizovaná na slovenský štandard (19 vekových skupín) na mozgové infarkty a porážky
SMRJ	Nepriamo vekovo štandardizovaná úmrtnosť obyvateľstva, štandardizovaná na slovenský štandard (19 vekových skupín) na choroby dýchacej sústavy
SMRK	Nepriamo vekovo štandardizovaná úmrtnosť obyvateľstva, štandardizovaná na slovenský štandard (19 vekových skupín) na choroby tráviacej sústavy



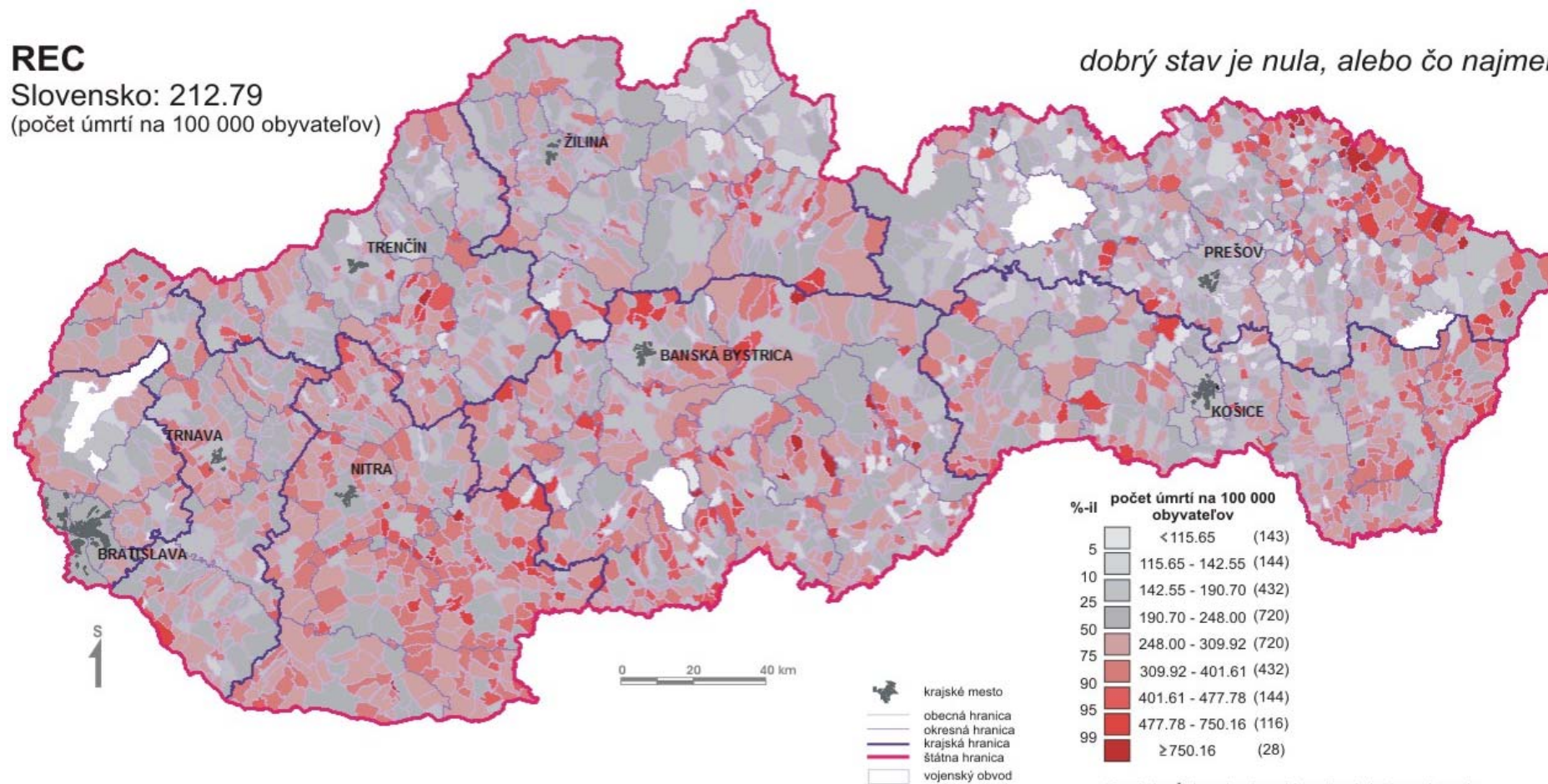
# Relatívna úmrtnosť na rakovinu

**REC**

Slovensko: 212.79

(počet úmrtí na 100 000 obyvateľov)

*dobry stav je nula, alebo čo najmenej*

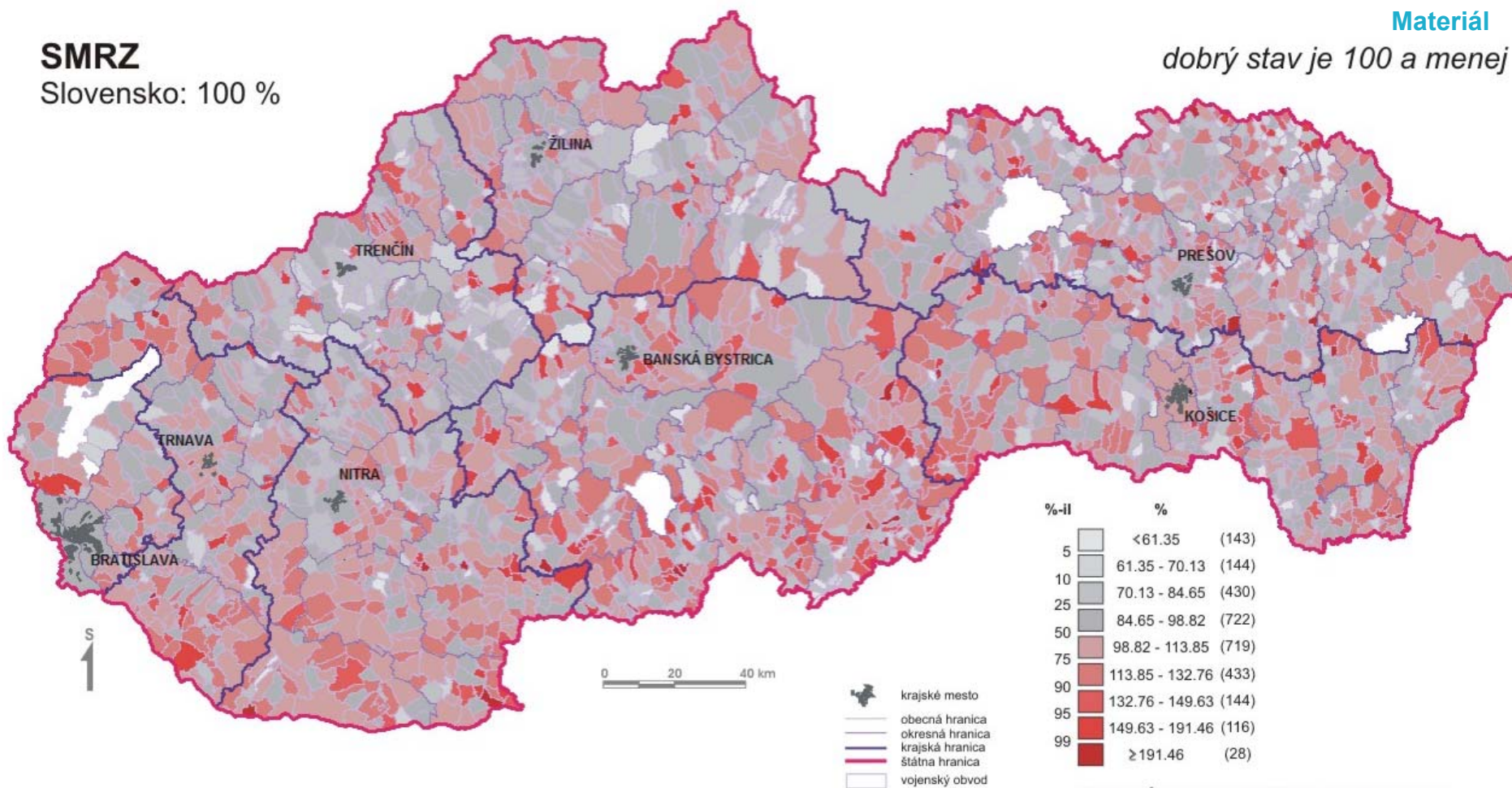


Poznámka: Číslo v zátvorke uvádza počet obcí v danom intervale.



SMRZ

Slovensko: 100 %



# Nepriamo vekovo štandardizovaná úmrtnosť žien

# METÓDY SPRACOVANIA

2. apríl 2013

[www.geology.sk/geohealth](http://www.geology.sk/geohealth)



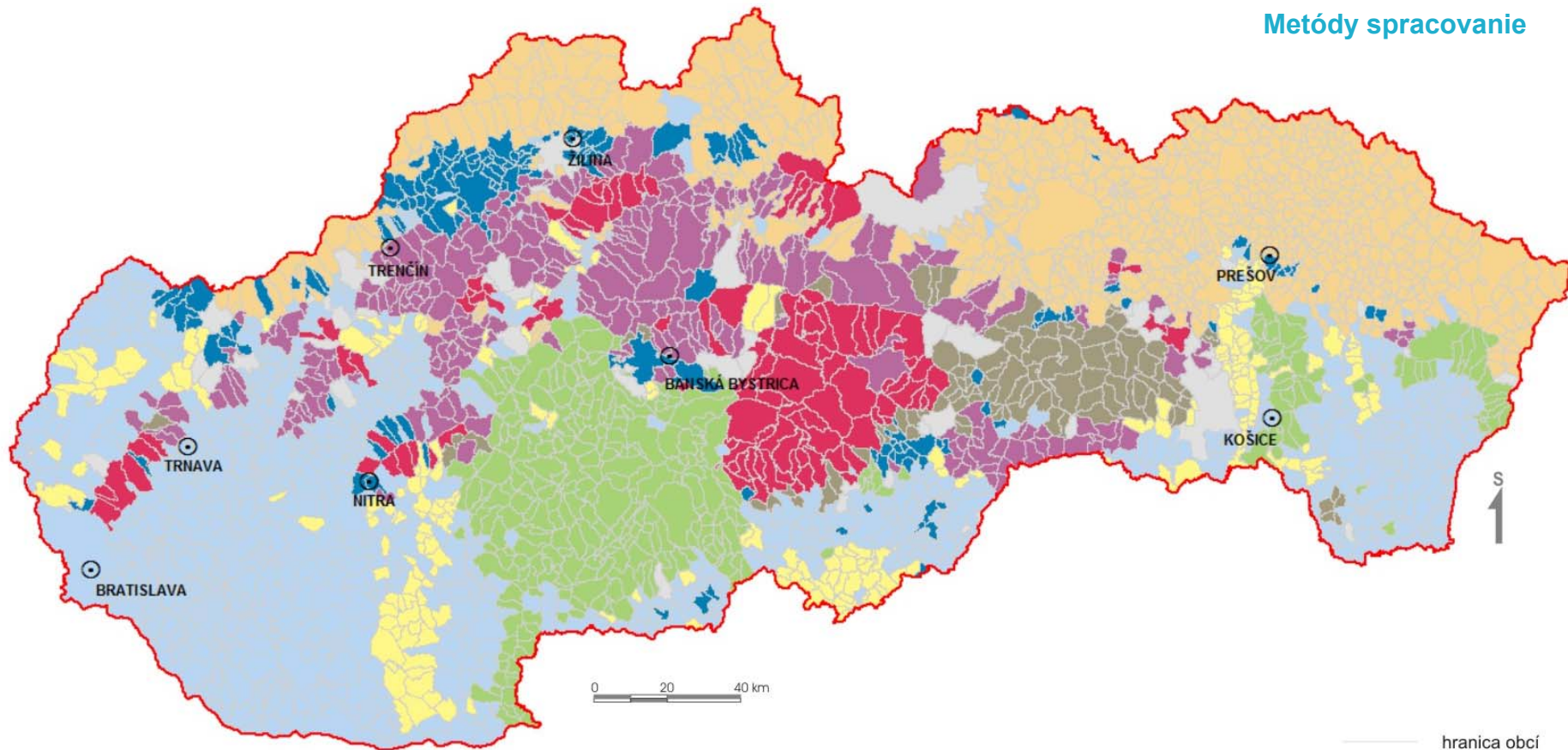


# GEOLOGICKÁ STAVBA SLOVENSKEJ REPUBLIKY










# Geologická stavba Slovenskej republiky rozčlenená na osem hlavných celkov:

1. paleozoikum; *prevažne metasedimenty, metavulkanity*
2. kryštalikum; *prevažne granitoidy, migmatity a ruly*
3. karbonatické mezozoikum a bazálny paleogén;  
*prevažne vápence, dolomity, karbonatické zlepence*
4. karbonaticko–silikátové mezozoikum a paleogén;  
*prevažne sliene, slieňovce, vápence, dolomity, pieskovce a bridlice*
5. flyšový paleogén; *prevažne pieskovce, bridlice, ílovce*
6. neovulkanity; *prevažne andezity, bazalty a ich pyroklastiká*
7. neogén; *prevažne íly, ílovce, zlepence, piesky, štrky*
8. kvartér; *prevažne štrky, piesky, hliny, úlomky hornín*





GEOLOGICKÉ CELKY

 kvartér; štrky, piesky, hliny, úlomky hornín (941)	 flyšový paleogén; pieskovce, bridlice, ilovce (730)	 kryštalinikum; granitoidy a kryštalicke bridlice (114)
 neogén; ily, ilovce, pieskovce, zlepence, piesky, štrky (221)	 karbonaticko-silikátové mezozoikum a paleogén; vápence, dolomity, slieňovce, pieskovce a bridlice (154)	 paleozoikum; metasedimenty, metavulkanity (100)
 neovulkanity; andezity, bazalty a ich pyroklastiká (304)	 karbonatické mezozoikum a bazálny paleogén; vápence, dolomity, zlepence (269)	 nezaradené; komplikovaná geológia (50)

Poznámka: Číslo v zátvorke uvádza počet obcí v danom geologickom celku.

# Geologická stavba Slovenskej republiky rozčlenená na osem hlavných celkov



podľa rozčlenenia geologickej  
stavby sme následne rozčlenili  
dáta environmentálnych  
a  
zdravotných indikátorov

# KONTAMINOVANÉ oblasti vs. NEKONTAMINOVANÉ oblasti

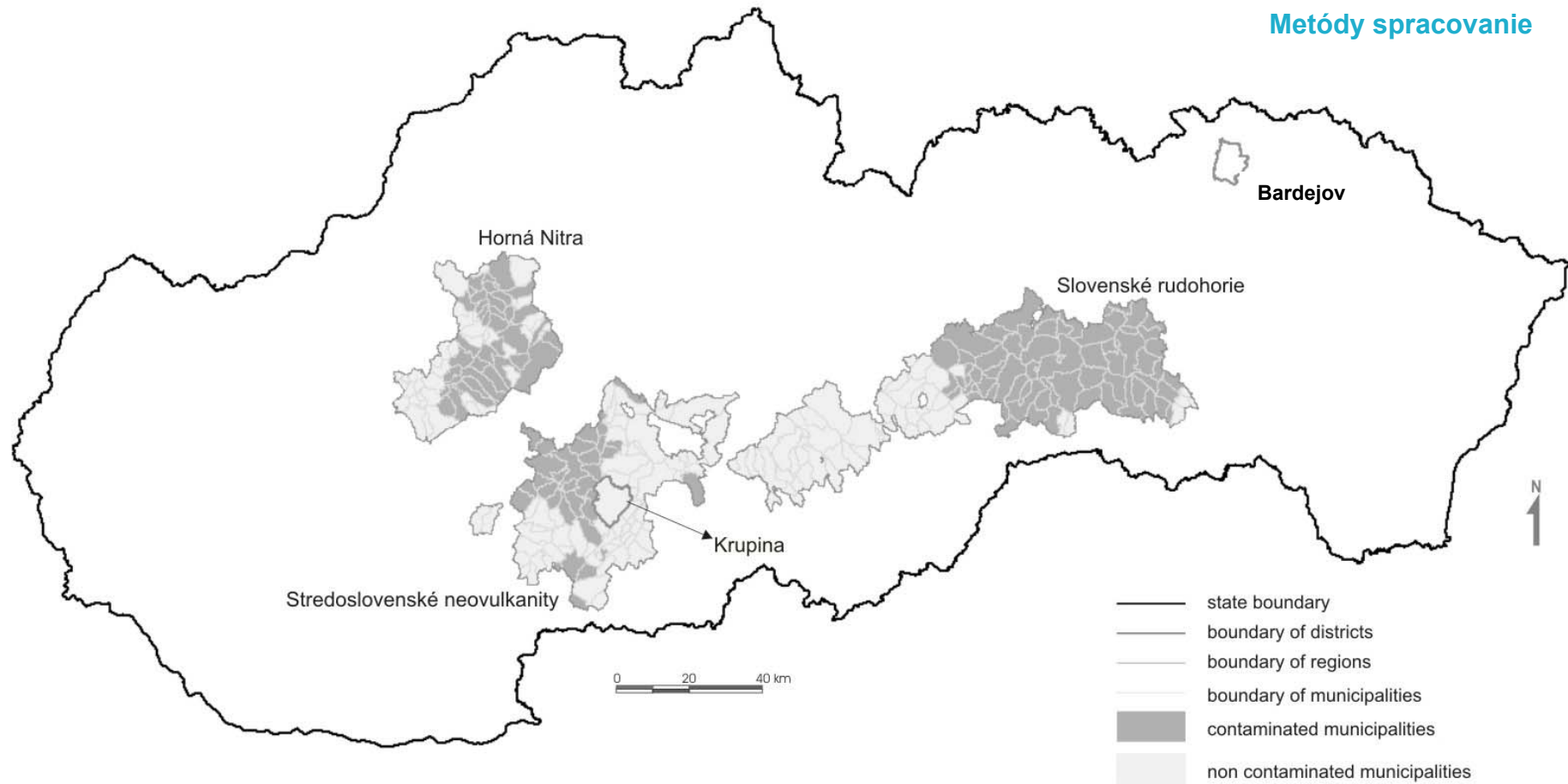
pre ohodnotenie vplyvu antropogénnej kontaminácie sme v troch oblastiach SR  
(obdobná geologická stavba, obdobné socioekonomické pomery)

vyčlenili na základe potenciálne toxických prvkov (PTP):

As, Sb, Hg, Pb, Zn, Cd



	OBCE	
	kontaminované	nekontaminované
Stredoslovenské neovulkanity	33	61
Slovenské rudohorie	69	55
oblasť Hornej Nitry	36	39



# KONTAMINOVANÉ OBCE vs. NEKONTAMINOVANÉ OBCE

$n = 138$   $n = 155$

# VÝSLEDKY A DISKUSIA

# Zdravotné indikátory

výsledky a diskusia

rozčlenené podľa geologickej stavby

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

geologický celok	1	2	3	4	5	6	7	8
DOZM	66.06	66.80	67.87	67.02	68.10	65.40	67.56	67.25
DOZZ	75.33	75.48	76.74	75.85	76.61	75.10	76.53	76.02
V60A	22.09	21.96	20.40	19.52	20.59	21.92	20.45	19.74
V85A	1.37	1.55	1.34	1.27	1.30	1.43	1.33	1.18
BIR	11.79	9.66	10.23	11.88	13.21	10.62	10.92	10.46
GFR	61.11	49.03	50.71	58.60	68.19	54.55	53.53	50.36
POD	7.89	7.37	5.10	6.84	5.90	7.68	7.16	6.87
SPOT	63.61	59.28	61.90	61.69	69.60	59.73	59.67	56.25
HUM	18.89	19.38	17.24	16.88	16.76	20.94	17.45	17.06
HUZ	14.96	14.84	13.08	12.88	12.79	16.07	13.45	12.89
SMRV	107.00	105.26	100.81	103.80	98.34	113.80	103.30	105.83
SMRM	113.18	110.28	104.89	109.20	101.38	121.85	106.93	109.16
SMRZ	103.03	101.40	96.66	99.20	96.46	109.00	101.35	103.66
PUM	31.85	29.21	29.16	30.49	27.99	29.91	28.05	29.65
PUZ	14.55	14.15	13.10	13.12	12.80	14.10	12.07	14.60
PUSBU	23.84	22.48	21.80	22.85	21.42	22.84	20.88	22.89



# Zdravotné indikátory

výsledky a diskusia

rozčlenené podľa geologickej stavby

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

geologický celok	1	2	3	4	5	6	7	8
PYLL1M	4.44	4.16	4.07	4.38	4.21	4.19	3.87	4.22
PYLL1Z	1.92	1.94	1.67	1.83	1.81	1.81	1.46	1.92
PYLL100	5173.94	5353.17	4338.13	4673.20	4290.97	5447.80	4317,8	4566.99
PYLLC	1206.85	1461.82	1048.35	969.30	1016.78	1276.00	960.20	1197.66
REC	285.44	294.87	256.83	242.94	255.91	298.27	263.79	275.71
REE	20.65	16.53	17.20	15.87	14.24	21.73	17.22	16.90
REI	838.09	836.64	733.24	714.37	771.38	920.71	767.22	725.56
SMRC	99.24	101.64	97.78	97.47	94.75	105.86	99.49	107.50
SMRC1526	94.88	95.13	94.89	100.47	90.11	104.74	101.28	106.89
SMRC3039	102.45	102.67	106.50	98.80	102.62	105.73	106.68	117.72
SMRI2125	126.89	108.26	102.74	98.36	115.94	108.29	105.00	102.04
SMRI6364	86.09	132.73	102.20	139.98	74.70	144.66	117.38	116.82
SMRJ	118.63	107.34	121.61	114.88	98.45	120.04	94.27	99.72
SMRK	103.20	108.75	88.95	117.03	78.08	146.98	105.67	114.45
sum24neg	8761.52	9209.30	7577.89	7865.85	7473.37	9322.74	7531,77	8033.08

# Zdravotné indikátory

existujú významné rozdiely v zdravotných indikátoroch v jednotlivých geologických celkoch  
z hľadiska zdravotných indikátorov je následné poradie vyčlenených geologických celkov



# Environmentálne indikátory

výsledky a diskusia

rozčlenené podľa geologickej stavby

## Podzemné vody

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

Geologický celok	1	2	3	4	5	6	7	8
pH	7.18	6.98	7.53	7.47	7.50	7.16	7.25	7.24
MIN	302.27	242.70	496.12	586.79	524.64	439.73	767.13	874.19
ChSK <sub>Mn</sub>	1.88	1.98	1.81	2.06	2.05	1.95	2.36	2.52
Ca+Mg	1.68	1.30	3.00	3.45	3.02	2.11	4.26	4.78
Li	0.007	0.006	0.010	0.018	0.020	0.013	0.031	0.025
Na	8.53	7.44	7.44	12.79	12.74	16.09	25.99	34.46
K	4.59	3.71	4.32	6.32	6.22	9.47	11.75	19.81
Ca	43.15	35.41	84.64	99.86	88.53	56.13	107.58	120.99
Mg	14.70	10.05	21.69	23.27	19.67	17.14	38.40	42.86
Sr	0.144	0.154	0.295	0.362	0.355	0.246	0.388	0.466
Fe	0.192	0.090	0.093	0.114	0.089	0.210	0.177	0.270
Mn	0.072	0.037	0.041	0.057	0.063	0.122	0.138	0.201
NH <sub>4</sub>	0.074	0.082	0.077	0.068	0.072	0.100	0.092	0.137
F	0.11	0.09	0.10	0.12	0.11	0.11	0.17	0.17
Cl	13.18	10.27	14.21	21.24	17.14	21.66	46.57	58.50
SO <sub>4</sub>	45.65	34.48	50.30	65.38	62.72	49.70	89.91	119.83
NO <sub>2</sub>	0.07	0.08	0.04	0.08	0.10	0.09	0.10	0.16
NO <sub>3</sub>	18.02	14.82	17.80	21.72	16.19	26.44	62.46	69.36
PO <sub>4</sub>	0.10	0.09	0.09	0.10	0.05	0.37	0.33	0.37
HCO <sub>3</sub>	138.29	107.37	285.84	323.63	287.65	191.51	355.32	386.33
SiO <sub>2</sub>	13.72	15.95	9.61	12.34	11.26	41.72	22.98	19.17

# Environmentálne indikátory

rozčlenené podľa geologickej stavby

## Podzemné vody

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

Geologický celok	1	2	3	4	5	6	7	8
Cr	0.00107	0.00093	0.00091	0.00090	0.00095	0.00234	0.00127	0.00157
Cu	0.00332	0.00185	0.00193	0.00256	0.00167	0.00272	0.00244	0.00351
Zn	0.12576	0.08212	0.10279	0.23097	0.13470	0.23021	0.35242	0.45639
As	0.00863	0.00256	0.00317	0.00135	0.00079	0.00241	0.00164	0.00161
Cd	0.00050	0.00119	0.00238	0.00052	0.00062	0.00127	0.00103	0.00094
Se	0.00063	0.00069	0.00069	0.00074	0.00068	0.00086	0.00130	0.00134
Pb	0.00142	0.00139	0.00142	0.00121	0.00125	0.00134	0.00146	0.00143
Hg	0.00015	0.00012	0.00015	0.00014	0.00013	0.00012	0.00012	0.00016
Ba	0.04953	0.06077	0.07130	0.09801	0.06656	0.05056	0.07867	0.09005
Al	0.03162	0.04989	0.02627	0.02122	0.02170	0.05330	0.03644	0.02596
Sb	0.00720	0.00049	0.00365	0.00034	0.00062	0.00025	0.00031	0.00028

# Podzemné vody

- najvýznamnejšie rozdiely v chemickom zložení podzemných vôd vidíme najmä v obsahoch Ca a Mg (tvrdosť vody,  $\text{HCO}_3$ , celková mineralizácia)
- nepozorujeme žiadne signifikantnejšie rozdiely v obsahoch PTP medzi vyčlenenými celkami
- obsahy PTP sú prevažne veľmi hlboko pod slovenskú normu pre pitnú vodu



# Environmentálne indikátory

výsledky a diskusia

rozčlenené podľa geologickej stavby

## Pôdy

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

Geologický celok	1	2	3	4	5	6	7	8
Al	7.34	7.01	5.74	5.79	5.63	6.50	5.64	5.75
As	62.25	15.56	20.36	11.44	8.93	10.13	10.64	8.30
B	96.65	53.18	72.65	81.31	68.03	46.51	63.17	62.14
Ba	473.07	507.31	355.39	376.74	369.32	428.53	383.16	392.31
Be	1.69	1.65	1.44	1.47	1.31	1.33	1.36	1.37
Bi	1.43	0.48	0.51	0.41	0.39	0.42	0.29	0.27
Ca	0.81	1.15	2.13	1.34	0.77	1.11	1.27	2.10
Cd	0.62	0.47	0.64	0.51	0.78	1.22	0.34	0.35
Ce	76.63	68.50	64.22	64.35	61.69	63.54	66.85	65.14
Co	11.90	15.30	14.48	11.53	11.42	12.29	10.26	11.00
Cr	48.40	70.40	85.08	87.10	110.68	63.15	86.23	85.52
Cu	90.50	23.99	28.87	35.47	22.82	22.33	19.39	22.24
F	378.36	374.23	416.63	357.63	312.27	265.16	313.76	329.68
Fe	3.21	3.00	2.68	2.65	2.52	3.23	2.56	2.66
Hg	1.66	0.27	0.25	0.47	0.20	0.20	0.11	0.08
K	2.05	1.87	1.66	1.73	1.74	1.55	1.64	1.67
Mg	0.74	0.92	1.25	0.89	0.67	0.67	0.73	1.01

# Environmentálne indikátory

výsledky a diskusia

rozčlenené podľa geologickej stavby

Pôdy

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

Geologický celok	1	2	3	4	5	6	7	8
Mn	0.10	0.08	0.08	0.08	0.08	0.09	0.07	0.07
Mo	0.73	0.72	0.87	0.63	0.84	0.58	0.60	0.54
Na	0.82	1.15	0.72	0.81	0.85	0.89	0.86	0.85
Ni	24.46	22.63	33.71	34.96	34.07	16.81	26.15	29.59
P	0.09	0.09	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08
Pb	80.76	36.00	41.80	28.34	24.75	40.87	24.72	21.04
Sb	46.37	3.68	6.15	3.46	1.31	1.87	3.16	0.93
Se	0.15	0.15	0.15	0.18	0.18	0.13	0.13	0.16
Sn	5.96	4.52	4.32	4.86	5.23	4.16	4.78	4.43
Sr	85.85	139.91	89.73	92.38	88.49	113.21	96.72	110.72
V	85.84	84.33	77.54	79.59	77.21	98.08	71.92	75.06
W	1.26	1.05	1.03	0.88	0.85	1.08	0.85	0.85
Zn	77.65	81.67	83.93	74.21	71.71	86.76	84.45	69.93
pH <sub>H2O</sub>	5.38	5.37	6.42	6.30	5.71	5.98	6.46	6.89
pH <sub>KCl</sub>	4.54	4.66	5.77	5.47	4.96	5.11	5.58	6.23
karbonáty	0.73	1.03	4.19	2.68	0.97	1.12	1.33	4.13

# Pôdy

- na prvý pohľad nevidíme v obsahoch chemických prvkov v pôdach významné rozdiely, ktoré by mohli mať dopad na ľudské zdravie
- detailná analýza vplyvu chemických prvkov na rôzne zdravotné indikátory bude realizovaná v budúcnosti (v ďalších aktivitách) za pomoci najrôznejších štatistických metód najmä nelineárnej regresie a neurónových sietí

# Kontaminované vs. nekontaminované oblasti

STREDOSLOVENSKÉ NEOVULKANITY		HORNÁ NITRA		SLOVENSKÉ RUDOHORIE		SLOVENSKÁ REPUBLIKA	
	kontaminovaná oblasť	nekontaminovaná oblasť	kontaminovaná oblasť	nekontaminovaná oblasť	kontaminovaná oblasť		nekontaminovaná oblasť
<b>zdravotné indikátory</b>							
DOZM	64.04	65.13	69.71	69.56	66.30	65.48	67.44
HUZ	17.53	16.99	11.21	12.07	12.82	17.81	8.75
REC	297.59	299.52	238.53	247.94	245.00	342.39	212.79
REE	34.16	23.13	19.82	15.98	19.24	21.72	14.43
REI	1068.29	903.61	655.01	658.91	741.95	995.74	531.05
PYLLC	1373.94	1334.45	917.34	964.94	1106.99	1449.49	1005.2
SMRC	100.75	100.43	96.07	98.13	97.4	108.45	100
SMRK	126.09	167.27	88.54	82.71	102.64	106.12	100
sum24 neg	9720.63	9454.31	6382.88	6294.34	8218.60	9201.61	7984



# Kontaminované vs. nekontaminované oblasti

	STREDOSLOVENSKÉ NEOVULKANITY		HORNÁ NITRA		SLOVENSKÉ RUDOHORIE		SLOVENSKÁ REPUBLIKA
	kontaminovaná oblasť	nekontaminovaná oblasť	kontaminovaná oblasť	nekontaminovaná oblasť	kontaminovaná oblasť	nekontaminovaná oblasť	
<b>pôdy</b>							
As	11.03	7.06	32.38	16.90	96.68	13.14	12.45
Cd	3.34	0.60	0.24	0.34	0.79	0.31	0.6
Cu	35.67	19.18	19.15	17.91	139.89	22.68	64.65
Hg	0.16	0.08	0.15	0.10	3.03	0.18	0.24
Pb	91.42	29.63	37.65	29.95	118.34	26.26	29.62
Sb	2.96	1.53	1.23	0.97	76.79	2.36	3.69
Zn	134.14	78.40	88.32	72.75	89.81	74.59	75.79
<b>podzemné vody</b>							
As	0.00194	0.00160	0.02096	0.00194	0.01217	0.00165	0.00192
Cd	0.00139	0.00286	0.00444	0.00818	0.00054	0.00205	0.00102
Cu	0.00263	0.00239	0.00129	0.00169	0.00413	0.00112	0.00259
Hg	0.00014	0.00012	0.00015	0.00014	0.00016	0.00013	0.00014
Pb	0.00198	0.00106	0.00107	0.00193	0.00163	0.00104	0.00136
Sb	0.00024	0.00021	0.00019	0.00023	0.00941	0.00048	0.00094
Zn	0.17592	0.25344	0.20046	0.15462	0.12486	0.12066	0.26728

# Kontaminované vs. nekontaminované oblasti

- v obsahoch PTP sú výrazné rozdiely medzi kontaminovanými a nekontaminovanými obcami
- v hodnotách zdravotných indikátorov nie sú žiadne rozdiely medzi kontaminovanými a nekontaminovanými obcami
- kontaminácia PTP nemá vplyv na zdravotný stav obyvateľstva Slovenskej republiky

porovnanie hodnôt  
environmentálnych a zdravotných indikátorov  
pre dva okresy Slovenskej republiky  
zo zdravotného hľadiska  
najkontrastnejšou stavbou

## výsledky a diskusia

*zdravotné indikátory  
v okrese BARDEJOV  
sú výrazne lepšie  
(aj o vyše 100 %)  
ako v okrese KRUPINA*

Zdravotné indikátory		
	Krupina	Bardejov
DOZM	63.59	70.21
DOZZ	74.06	76.42
A60+	18.26	13.89
A85+	1.13	0.79
BIR	11.38	13.41
GFR	53.51	59.24
POD2500	7.44	9.55
MSPOT	69.60	80.23
HUM	15.37	8.95
HUZ	13.39	7.35
SMRV	118.86	93.15
SMRM	111.53	78.04
SMRZ	111.35	101.41
PUM	39.45	33.80
PUZ	16.73	16.01
PUSBU	24.84	19.44
PYLL1m	5.68	5.12
PYLL1w	1.99	2.33
PYLL100	5601.00	3134.00
PYLLC	1125.42	805.24
REC	243.75	174.98
REE	22.67	15.96
REI	884.73	491.97
SMRC	94.16	91.47
SMRC1526	94.25	85.95
SMRC3039	94.17	81.33
SMRI2125	105.62	102.34
SMRI6364	166.32	93.61
SMRJ	104.73	38.56
SMRK	119.72	53.58



## výsledky a diskusia

markantný je deficit Ca a Mg,  
nadbytok SiO<sub>2</sub>, Na, K  
v okrese KRUPINA

	Podzemné vody		pôdy		
	Krupina	Bardejov		Krupina	Bardejov
pH	7.12	7.62	Al	6.58	5.21
MIN	409.08	484.79	As	6.98	5.73
ChSK <sub>Mn</sub>	2.20	1.73	B	47.37	58.80
Ca+Mg	1.80	2.75	Ba	450.79	351.28
Li	0.006	0.014	Be	1.52	1.07
Na	15.036	10.338	Bi	0.57	0.31
K	12.458	4.510	Ca	0.98	0.51
Ca	49.303	80.753	Cd	0.45	0.61
Mg	13.951	17.978	Ce	69.63	58.78
Sr	0.208	0.297	Co	14.06	11.53
Fe	0.413	0.092	Cr	61.13	121.42
Mn	0.135	0.049	Cu	18.46	15.41
NH <sub>4</sub>	0.089	0.063	F	213.29	243.44
F	0.117	0.110	Fe	3.51	2.09
Cl	21.45	13.77	Hg	0.06	0.10
SO <sub>4</sub>	34.08	44.96	K	1.46	1.67
NO <sub>2</sub>	0.03	0.03	Mg	0.59	0.52
NO <sub>3</sub>	28.14	14.84	Mn	0.10	0.06
PO <sub>4</sub>	0.62	0.03	Mo	0.45	0.60
HCO <sub>3</sub>	173.87	282.12	Na	0.91	1.03
SiO <sub>2</sub>	48.79	11.30	Ni	17.44	28.49
Cr	0.00219	0.00071	P	0.06	0.06
Cu	0.00287	0.00162	Pb	51.63	20.73
Zn	0.22101	0.15654	Sb	1.03	0.64
As	0.00163	0.00114	Se	0.07	0.11
Cd	0.00296	0.00025	Sr	111.41	79.52
Se	0.00063	0.00068	Sn	3.40	5.34
Pb	0.00109	0.00094	V	113.07	64.60
Hg	0.00011	0.00011	W	1.17	0.73
Ba	0.05145	0.06306	Zn	105.86	56.69
Al	0.05347	0.01234	pH <sub>H2O</sub>	6.06	5.61
Sb	0.00016	0.00013	pH <sub>KCl</sub>	5.21	4.69
			karbonátv	1.68	0.21

# ZÁVER

- boli potvrdené výrazné rozdiely v zdravotných indikátoroch pre jednotlivé geologické prostredia
- zdravotne najpriaznivejšie sú karbonatické geologické celky: *paleogén, karbonatické mezozoikum a karbonaticko-silikátové mezozoikum*
- zdravotne najmenej priaznivé sú silikátové geologické celky: *vulkanity, paleozoikum a kryštalínium*
- nepotvrdil sa vplyv kontaminácie PTP (najmä po banskej činnosti) na zdravotný stav obyvateľstva

Pevne verím, že som Vás  
aspoň trochu presvedčil, že  
geologické vedy môžu/majú  
čo povedať k problematike  
ľudského zdravia.