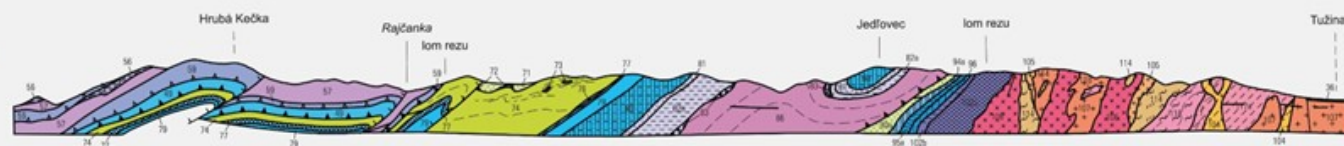




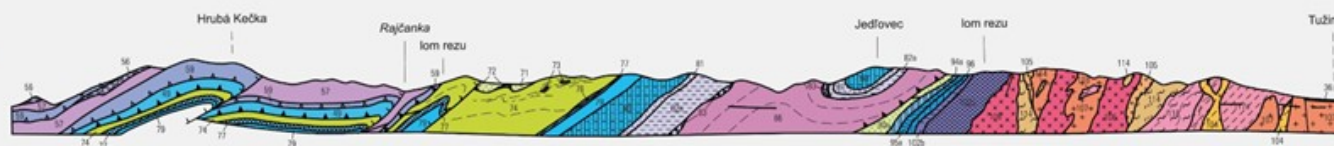
ŠTÁTNY
GEOLOGICKÝ ÚSTAV
DIONÝZA ŠTÚRA



1940
-
2024

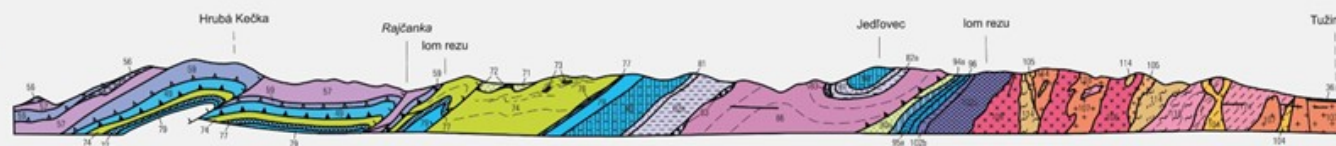
Chemické zloženie a kvalita podzemných vôd Nitrických vrchov

Ivan Györög, Jozef Kordík



Ciel'

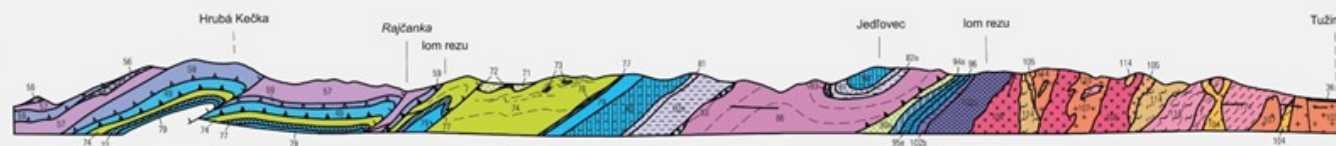
- **zhodnotenie a mapové vyjadrenie chemického zloženia a kvalitatívnych vlastností podzemných vôd v zmysle Smernice MŽP SR č. 9/2004 – 7 na zostavovanie základných HGCH máp v mierke 1:50 000**
- **geologické podklady – Mahel' et al., 1981, Šimon et al., 1997, Pristaš et al., 2000**
- **výstup:**
 - **hydrogeochemická mapa v mierke 1 : 50 000**
 - **textové vysvetlivky a prílohy**
 - **databáza výsledkov chemických analýz**



Metodika

- **hydrogeochemický dokumentačný materiál – mapa zdroje**
 - Geochemický atlas, časť Podzemné vody (Rapant et al., 1996)
 - nové odbery vzoriek realizované 2019 – 2020 v rámci geologickej úlohy
 - ďalšie analýzy – Register Geofondu – archívne práce: najmä regionálne a lokálne HG práce, HG prieskumy s návrhom pásiem hygienickej ochrany, hodnotenie antropogénnych aktivít atď
- **Celkovo 214 ch. analýz (159 odberových miest)**





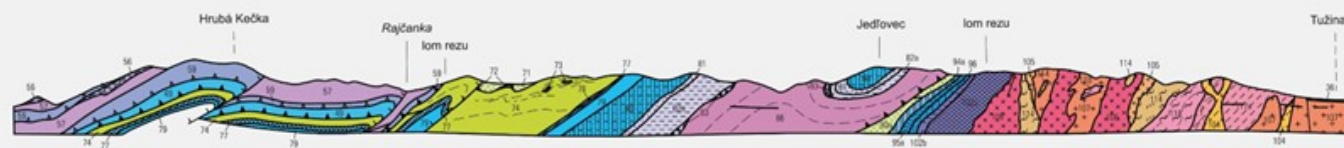
Základné informačné vrstvy

- **kvalitatívne vlastnosti** – v mape vyjadrené farbou v ploche podľa tried kvality (A až H), na základe výsledkov chemických analýz voči kritériám, definovaných v NV č. 496/2010 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na vodu určenú na ľudskú spotrebu a kontrolu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu
- **geochemická charakteristika** – genetické typy vôd (Gazdove charakteristiky), chemické typy vôd (podľa prevládajúcich iónov z ekvivalentných hodnôt c.z %), celková mineralizácia, HGCH skupiny podzemných vôd (geologický charakter, typ priepustnosti..)
- **Vodohospodárske kritéria** – vyjadrenie vhodnosti surovej podz. vody z hľadiska jej upraviteľnosti na pitnú vodu (kategórie A1, A2, A3 v zmysle Vyhlášky MŽP SR č. 636/2004 Z. z.)





**ŠTÁTNY
GEOLOGICKÝ ÚSTAV
DIONÝZA ŠTÚRA**



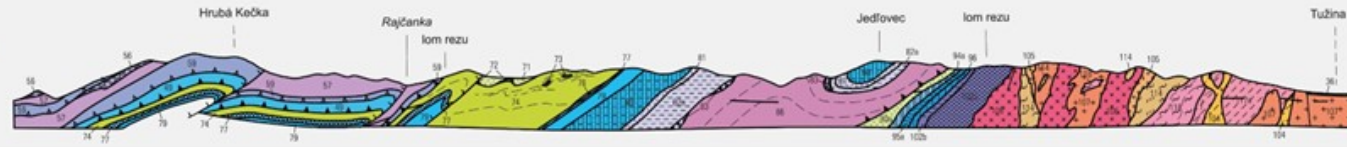
**1940
-
2024**

Grafický výstup a spracovanie

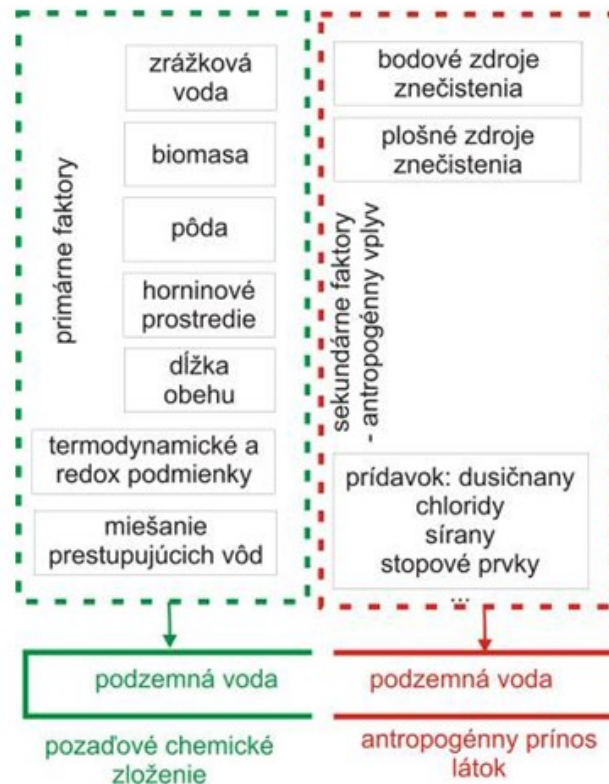
- **MapInfo Professional**
- **MS Excel, MS Access**
- **Geochemist's workbench**

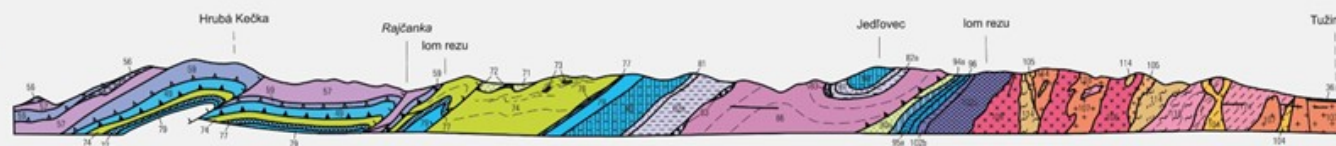


Zdroj: www.daybyme.com/cestujem



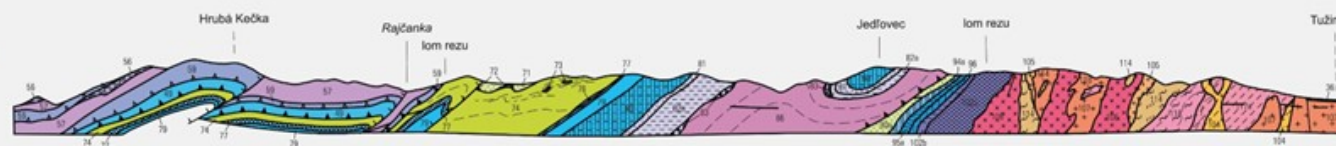
Procesy tvorby chemického zloženia



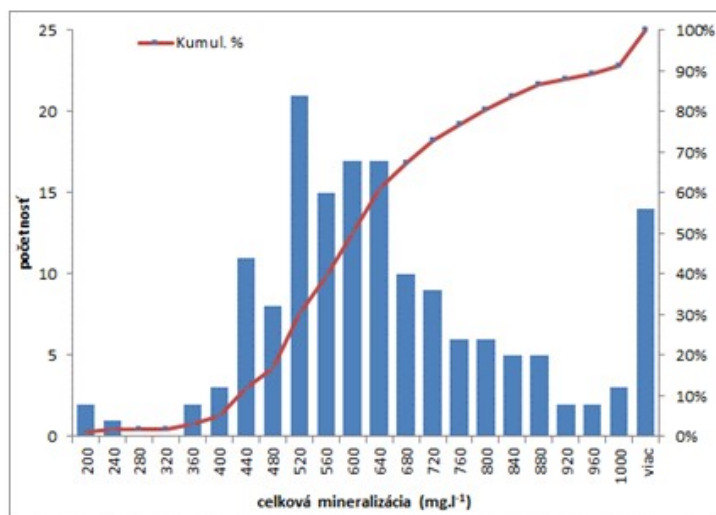


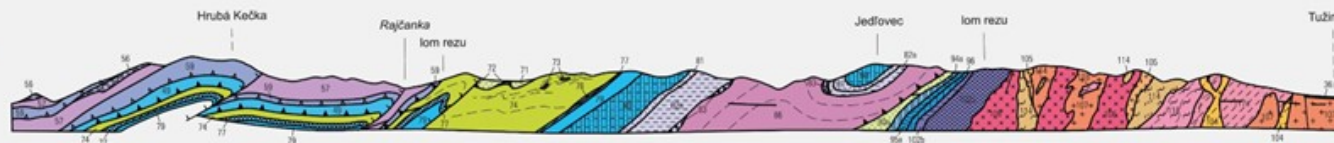
Hlavné hydrogeochemické skupiny

- **Prevládajú podzemné vody petrogénneho typu**
 - **podzemné vody so *silikátogénnou mineralizáciou* v S časti územia v prostredí kryštalinika (migmatity)**
 - **podzemné vody s *karbonátogénnou mineralizáciou* (dominantné postavenie) s obehom v mezozoických komplexoch Nitrických vrchov (ramsauské dolomity, hlavné dolomity, rôzne variety vápencov triasu, jury a kriedy, benkovské súvrstvie mezozoika – pieskovce, bridlice a sedimenty paleogénu (brekcie, zlepenice, pieskovce)**
 - **podzemné vody s *karbonátogénnou resp. silikátovo-karbonátogénnou mineralizáciou* v horninovom prostredí flyšových sedimentov paleogénu v SV časť územia a sedimentárneho neogénu (piesky, štrky, íly, zlepenice, sladkovodné vápence) a tiež kvartéru v J časti územia (fluviálne, proluviálne, deluviálne sedimenty)**



- **celková mineralizácia**
- **najvýraznejší vrchol 480 – 520 mg.l⁻¹ (70 % vzoriek), typické pre podzemné vody karbonátov mezozoika, sedimentov paleogénu aj neogénu**
- **vyššie koncentrácie nad 720 mg.l⁻¹ boli zistené predovšetkým v kvartérnych sedimentoch, kde sa výraznejšie prejavil aj antropogénny vplyv**
- **najnižšie koncentrácie v podzemných vodách kryštalinika s hodnotami menej ako 200 mg.l⁻¹ (iba 2 vzorky podz. vôd)**





priemerné hodnoty	horninové prostredie											všetky vzorky
	Qf	Qd	Qp	Qa	PGp	PGf	MZd	MZx	Na	MZp	Kr	
fyzikálno-chemické parametre (okrem vyznačených jednotiek a pH v mg.l ⁻¹)												
teplota vody (°C)	13,6	9,0	12,4	11,8	10,2	11,0	12,2	9,9	11,8	10,9	9,3	12,0
pH	7,43	7,70	7,07	7,82	7,75	7,56	7,59	7,54	7,37	7,33	7,64	7,52
mineralizácia	785	703	596	746	551	611	615	502	619	619	134	653
Ca ²⁺ +Mg ²⁺ (mmol.l ⁻¹)	4,69	4,24	3,24	4,68	3,47	3,65	3,92	3,23	3,56	3,99	0,60	4,00
O ₂	5,5	6,3	4,7	8,6	8,5	4,7	7,9	9,5	4,8	3,9	8,4	6,8
ChSK ₁₀	186,52	2,40	1,45	1,63	1,09	2,44	2,62	0,69	2,26	1,16	3,40	57,69
Li ⁺	0,020	0,020	0,006	0,268	0,004	0,009	0,010	0,002	0,009	0,002	0,002	0,013
Na ⁺	19,2	10,88	19,64	19,83	4,66	14,01	6,77	1,29	13,35	3,4	7,2	11,6
K ⁺	9,46	2,93	5,96	8,93	2,33	2,13	1,99	0,55	8,20	0,86	0,60	4,78
Ca ²⁺	127,6	111,1	93,2	137,4	86,9	103,6	94,0	101,6	97,6	88,2	16,2	105,3
Mg ²⁺	36,6	35,68	22,32	30,49	31,75	25,99	38,22	16,84	27,23	43,50	4,7	33,4
Sr ²⁺	0,59	0,22	0,31	0,77	0,17	0,27	0,29	0,25	0,30	0,08	0,07	0,33
Fe _{tot}	1,573	0,045	0,085	0,196	0,007	0,009	0,284	0,007	0,009	0,004	0,005	0,577
Mn ²⁺	0,095	0,008	0,241	0,105	0,005	0,019	0,025	0,001	0,611	0,044	0,003	0,072
NH ₄ ⁺	0,260	0,065	0,028	0,231	0,028	0,072	0,027	0,020	0,031	0,057	0,025	0,107
F ⁻	0,376	0,285	0,139	0,753	0,067	0,126	0,177	0,040	0,235	0,035	0,050	0,232
Cl ⁻	35,89	20,83	42,57	15,36	8,52	24,99	9,93	2,88	26,02	3,91	2,9	20,2
SO ₄ ²⁻	158,2	38,1	67,6	363,5	31,8	50,1	73,6	34,3	25,0	27,9	25,3	97,1
NO ₃ ⁻	28,9	29,93	53,36	2,73	13,91	31,97	9,36	3,18	48,70	3,66	0,8	19,8
PO ₄ ³⁻	0,194	0,013	0,085	3,460	0,081	0,043	0,078	0,011	0,015	0,022	0,005	0,230
HCO ₃ ⁻	349	439,8	255,1	147,2	362,2	342,7	373,5	333,9	353,1	437	55	346
SiO ₂	17,2	12,9	34,8	12,7	8,1	14,8	6,8	7,2	17,8	10,4	21,2	12,9
vol%.CO ₂	34,6	27,5	49,8	11,4	23,4	26,7	25,7	20,9	22,8	27,0	8,1	28,3
agres.CO ₂	1,0	0,0	1,6	8,7	0,0	6,0	0,1	0,0	6,6	0,0	17,7	1,5
Cr	0,0022	0,0012	0,0004	0,0045	0,0008	0,0005	0,0009	0,0006	0,0003	0,0005	0,0003	0,0013
Cu	0,0074	0,0036	0,0011	0,0034	0,0007	0,0014	0,0026	0,0010	0,0012	0,0015	0,0006	0,0036

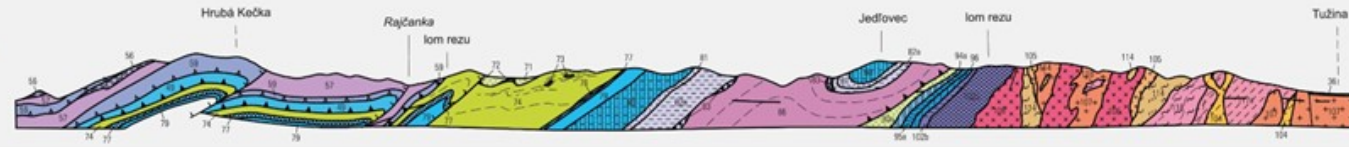
Odtiene červenej resp. modrej vyjadrujú výrazné odľahlé odchýlky hodnôt v porovnaní s priemernými hodnotami zo všetkých pozorovaní

priemerné hodnoty	horninové prostredie											všetky vzorky
	Qf	Qd	Qp	Qa	PGp	PGf	MZd	MZx	Na	MZp	Kr	
fyzikálno-chemické parametre (okrem vyznačených jednotiek a pH v mg.l ⁻¹)												
Zn	0,1582	0,0862	0,6180	0,0256	0,0313	0,0406	0,0697	0,0027	0,0298	0,0042	0,0080	0,1113
As	0,0164	0,0038	0,0018	3,6038	0,0005	0,0005	0,0042	0,0004	0,0026	0,0004	0,0005	0,1539
Cd	0,0303	0,0004	0,0003	0,0029	0,0002	0,0002	0,0023	0,0002	0,0003	0,0002	0,0003	0,0098
Se	0,0009	0,0007	0,0007	0,0005	0,0005	0,0007	0,0006	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0006
Pb	0,0032	0,0024	0,0006	0,0025	0,0009	0,0017	0,0012	0,0006	0,0006	0,0004	0,0005	0,0017
Hg	0,00012	0,00010	0,00010	0,00040	0,00023	0,00015	0,00015	0,00012	0,00013	0,00008	0,00035	0,00015
Ba ²⁺	0,1307	0,0700	0,0563	0,0533	0,0516	0,0604	0,0402	0,0373	0,1200	0,0730	0,0100	0,0709
Al ³⁺	0,0294	0,1000	0,0200	0,0300	0,1008	0,1642	0,1121	0,0389	0,4325	0,0133	0,0575	0,0866
Sb	0,0001	0,0001	0,0001	0,0009	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0001
Al ³⁺ filtrovaný	0,0150	0,0367	0,0050	0,0200	0,0079	0,0142	0,0084	0,0164	0,0050	0,0050	0,0175	0,0117
Palmer-Gazdov charakteristiky (%)												
S ₁	9,3	5,9	13,1	10,3	2,7	8,1	3,1	1,1	9,4	2,2	23,7	6,3
S ₂	32,2	13,8	31,5	63,1	11,8	19,1	15,7	12,7	15,9	7,3	21,7	22,6
A ₂	56,9	80,3	55,0	26,5	85,4	72,6	80,9	86,1	73,8	90,5	54,0	70,5
S ₂ (SO ₄)	24,7	8,3	19,0	63,1	8,9	11,9	13,2	11,6	6,4	6,7	21,7	17,8
charakterizačné koeficienty a stupeň znečistenia (-)												
r(Na+K)/r(Mg+Ca)	0,122	0,064	0,153	0,114	0,029	0,091	0,037	0,011	0,105	0,022	0,327	0,077
rMg/rCa	0,600	0,572	0,406	0,462	0,616	0,466	0,723	0,292	0,488	0,824	0,533	0,600
SO ₄ /M	0,132	0,042	0,095	0,343	0,045	0,062	0,070	0,057	0,032	0,036	0,190	0,095
stupeň znečistenia	81,53	0,34	5,10	363,25	0,18	0,82	3,08	0,00	13,58	0,66	0,35	39,90

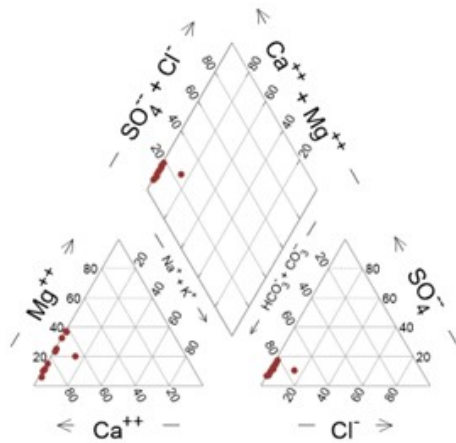
- **A₂ základný výrazný alebo nevýrazný Ca-HCO₃ alebo Ca-Mg-HCO₃ typ chemického zloženia u podzemných vôd antropogénne neovplyvnených (133 zo 159 odberových miest)**
- **priemerné zastúpenie A₂ zložky zo všetkých analýz 70,5 c.z % (medián 80,8 c.z %)**
- **S₂ základný výrazný alebo nevýrazný Ca-SO₄ alebo Ca-Mg-SO₄ typ (15 odberových miest), prechodný Ca-Mg-HCO₃-SO₄ typ (4 odberové miesta), rôzne zmiešané typy vôd (4 odberové miesta)**



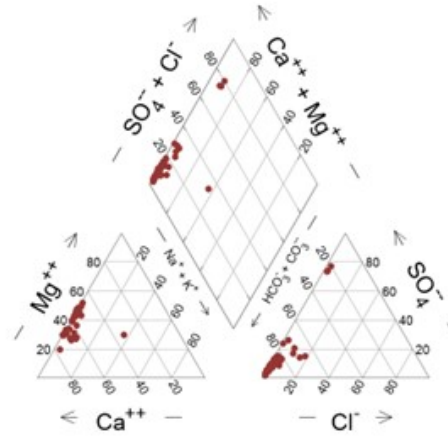
ŠTÁTNY
GEOLOGICKÝ ÚSTAV
DIONÝZA ŠTÚRA



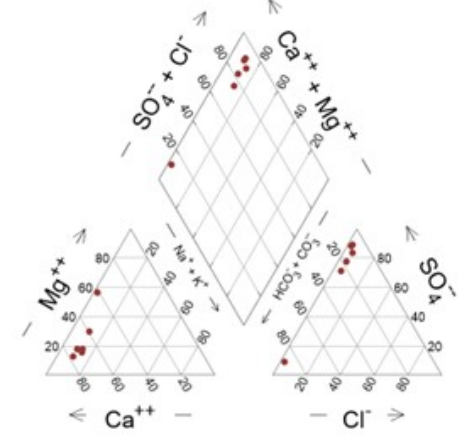
1940
-
2024



Mezozoikum – vápence (rôzne variety)
stredného a vrchného triasu



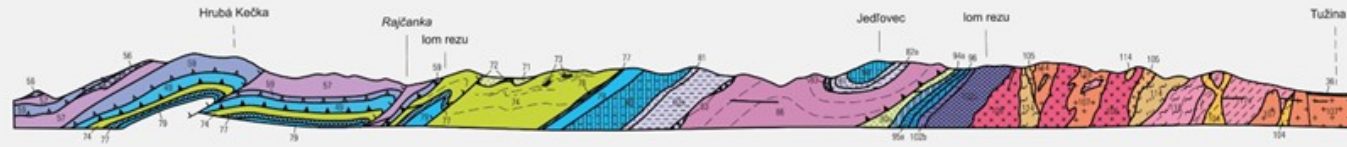
Mezozoikum – ram sauské dolimity a
hlavné dolimity



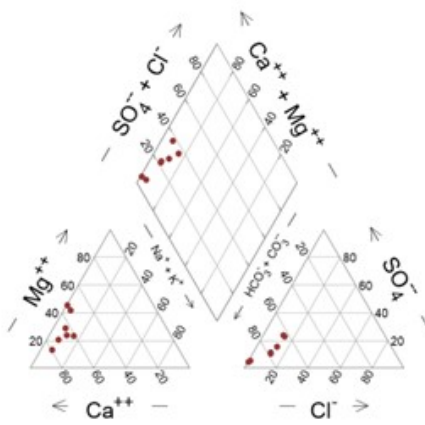
Kvartér – antropogénne ovplyvnené
podz. vody (skládky, haldy, navážky)



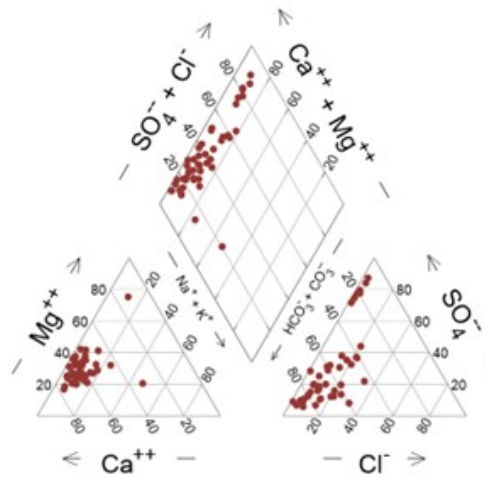
**ŠTÁTNY
GEOLOGICKÝ ÚSTAV
DIONÝZA ŠTÚRA**



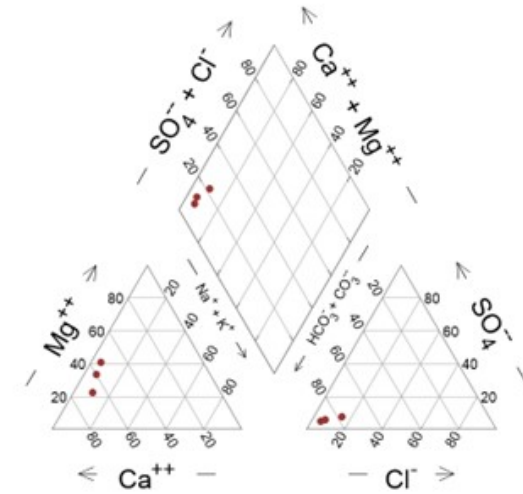
**1940
-
2024**



**flyřove sedimenty paleogenu –
brekcie, zlepence, pieskovce**



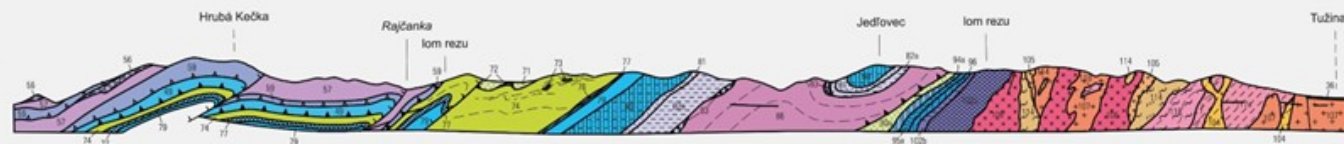
**Kvarter – fluvialne sedimenty –
nivne hliny, piesite a štrkovite sedimenty**



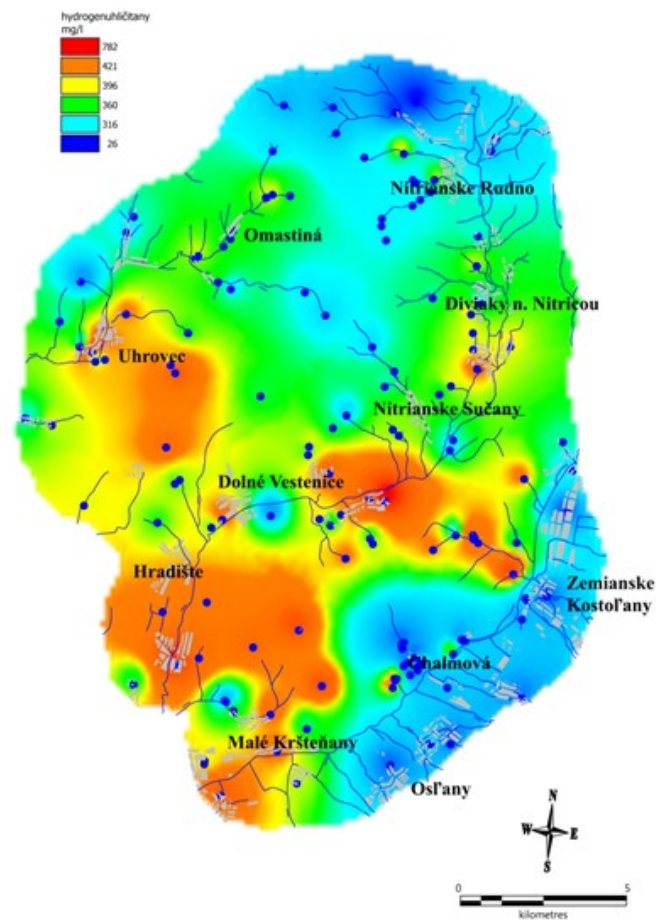
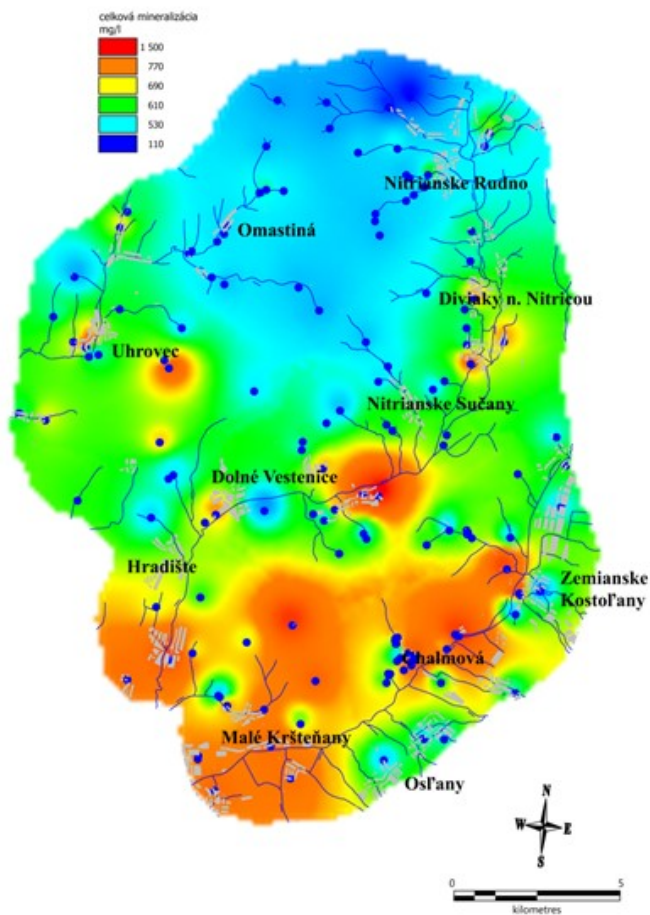
**sedimentarny neogen – piesky, štrky, ily
zlepence, sladkovodne vapence**



ŠTÁTNY GEOLOGICKÝ ÚSTAV DIONÝZA ŠTÚRA

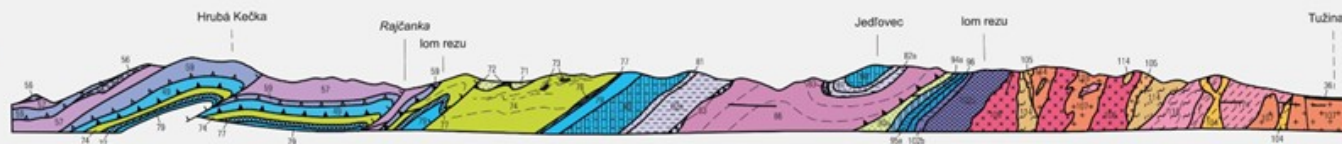


1940
-
2024

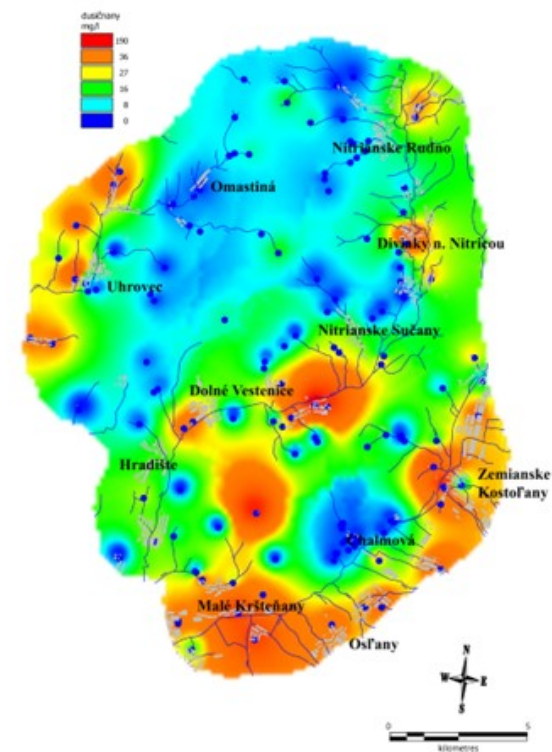
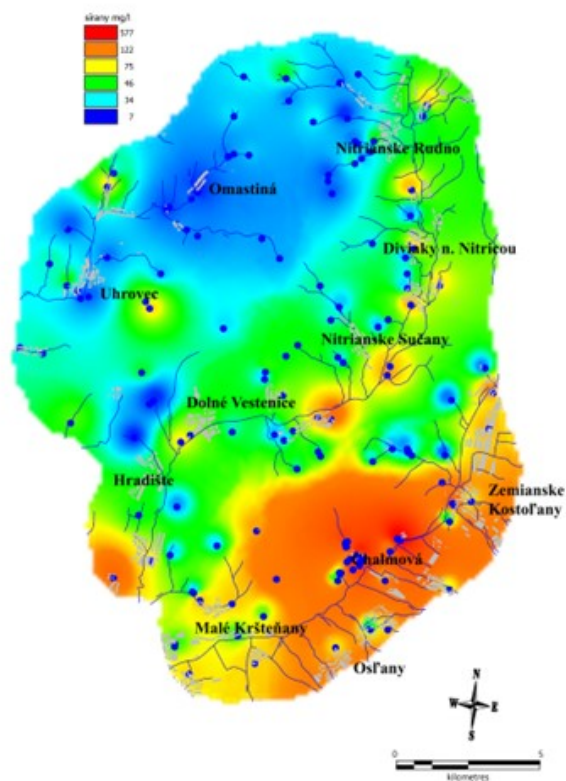
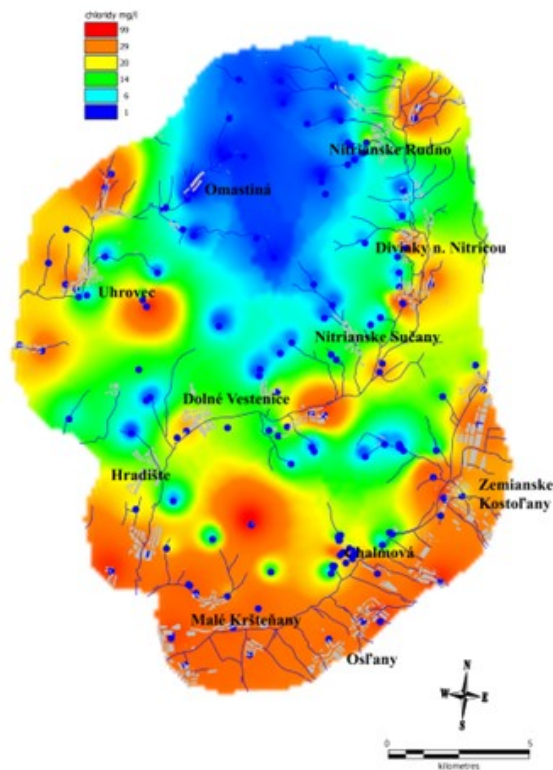




ŠTÁTNY GEOLOGICKÝ ÚSTAV DIONÝZA ŠTÚRA

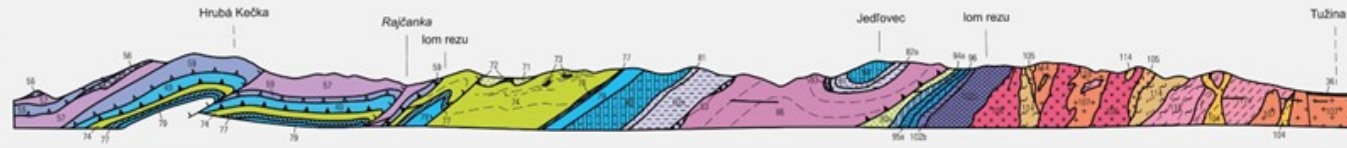


1940
-
2024

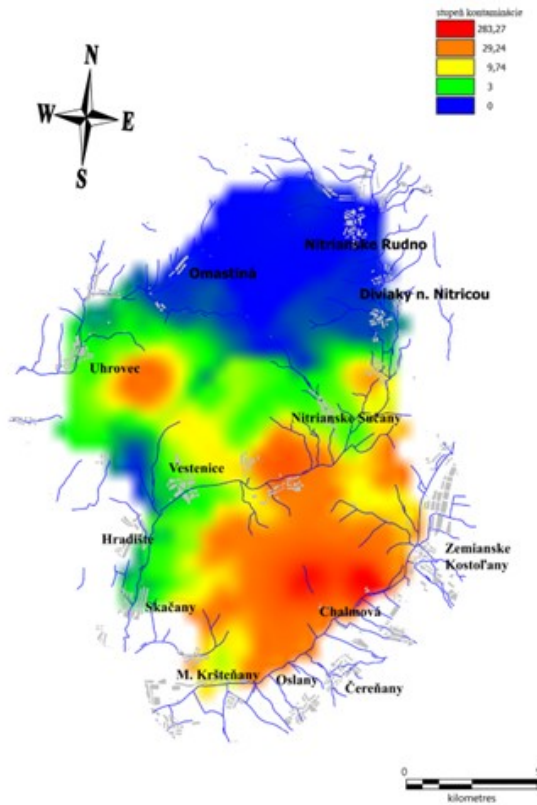




ŠTÁTNY
GEOLOGICKÝ ÚSTAV
DIONÝZA ŠTÚRA

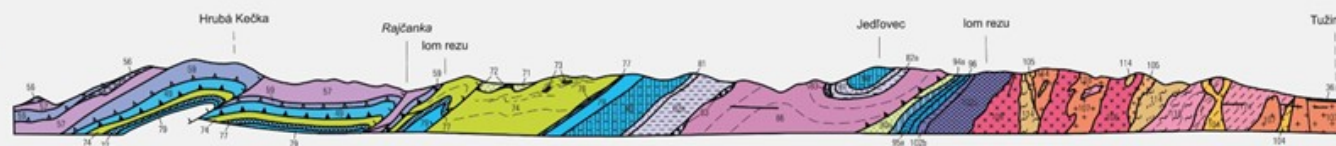


1940
-
2024



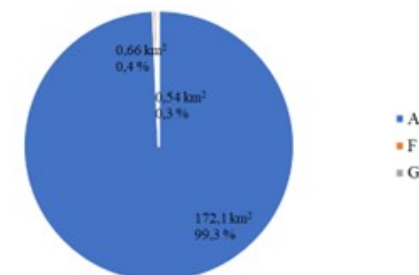
$$C_d = \sum_{i=1}^n C_{fi} \quad \text{pri čom} \quad C_{fi} = \frac{C_{Ai}}{C_{Ni}} - 1$$

kde C_d - index kontaminácie vzorky,
 C_{fi} - faktor kontaminácie i-tej zložky,
 C_{Ai} - analytická hodnota i-tej zložky,
 C_{Ni} - normatívna hodnota i-tej zložky.



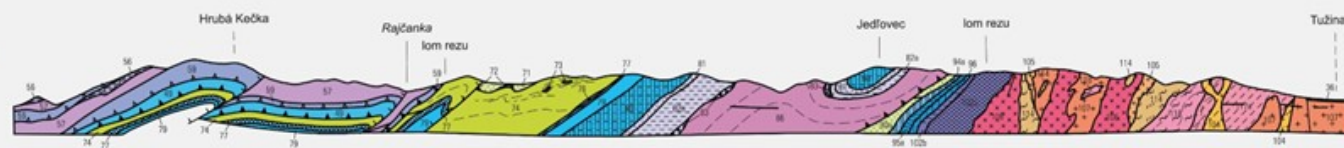
Charakteristika kvalitatívnych vlastností

- veľmi dobré kvalitatívne vlastnosti – viac ako 99 % plochy územia – *A trieda kvality*
- zhoršená trieda kvality – *F trieda kvality* (0,4 %) a *G trieda kvality* (0,3 %)
 - v J časti územia v kvartérnych antropogénne ovplyvnených územiach (skládky, haldy, navážky) – najmä v oblasti Chalmovej
 - najčastejšie sú prekročené limitné koncentrácie Nariadenia vlády SR č. 496/2010 –
 - *F trieda kvalita* – dusíkaté látky (NO_3^- príp. NH_4^+), železo, mangán
 - *G trieda kvalita* – CHSK_{Mn} , SO_4^{2-} , NH_4^+ , železo, mangán, toxické prvky: arzén, kadmium, olovo



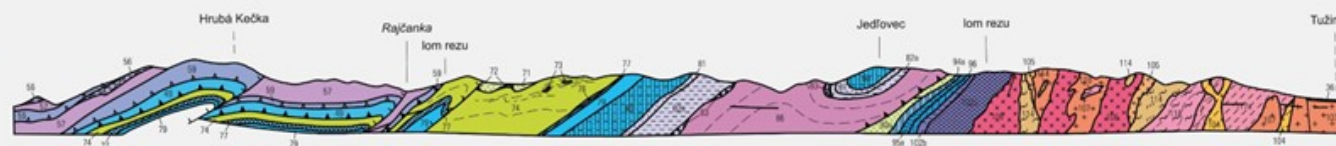


**ŠTÁTNY
GEOLOGICKÝ ÚSTAV
DIONÝZA ŠTÚRA**



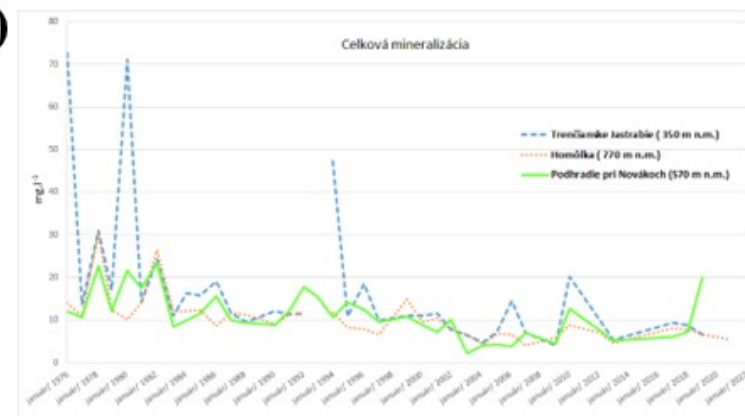
**1940
-
2024**

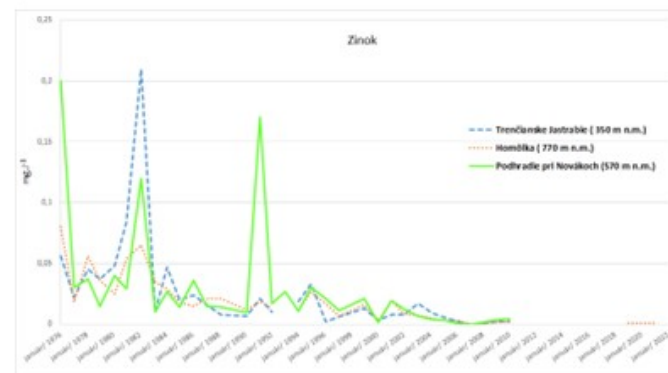
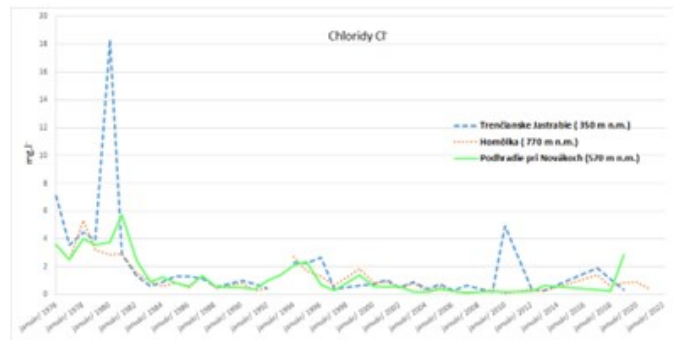
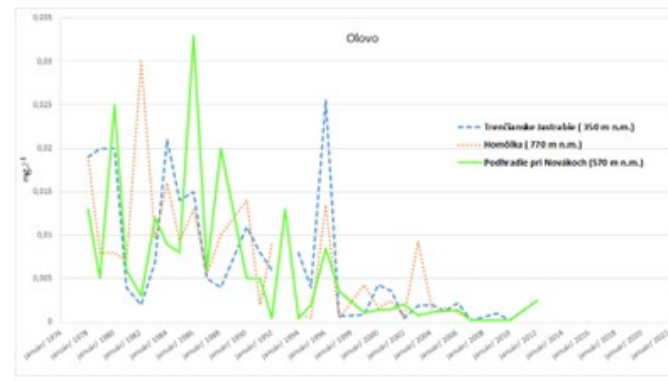
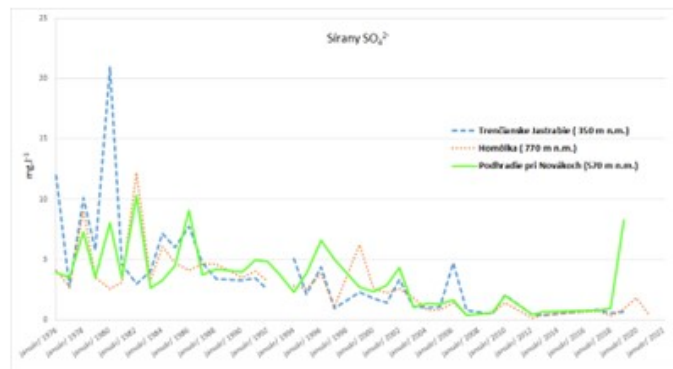
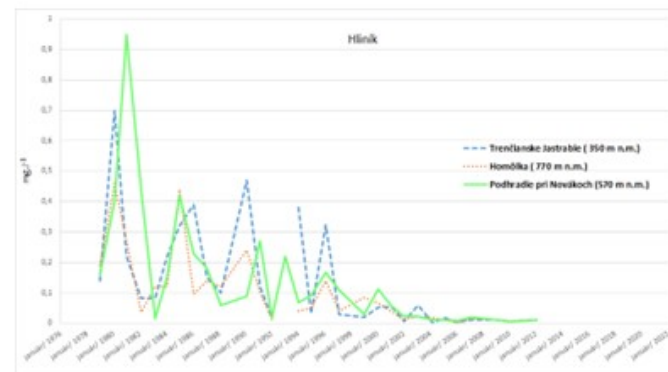
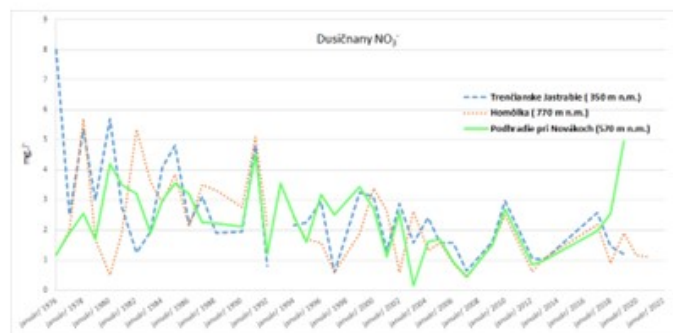


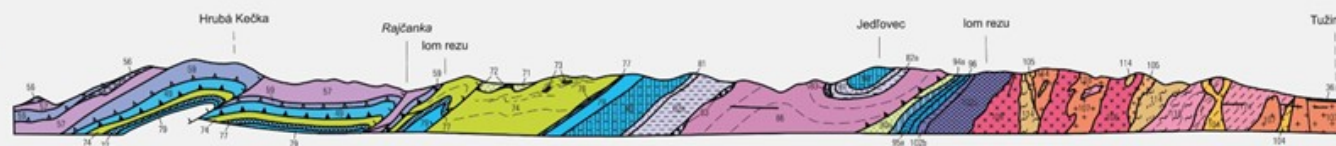


Kvalita zrážkových vôd

- zrážkové vody (snehy) monitorované ŠGÚDŠ BA (od roku 1976)
- môžu výrazne ovplyvňovať chem. zloženie a kvalitatívne vlastnosti podz. vôd –
 - najmä v oblasti, kde vystupujú karbonáty mezozoika (puklinové resp. puklinovo-krasové obeh)
- *chemický typ $SO_4-NO_3-Cl-HCO_3$ (Podhradie pri Novákoch a Homôľka) a $SO_4-HCO_3-NO_3-Cl$ (Trenčianske Jastrabie)*
- celková mineralizácia (priemerné hodnoty) –
 - Podhradie pri Novákoch – 10,88 mg.l⁻¹
 - Homôľka – 10,1 mg.l⁻¹
 - Trenčianske Jastrabie – 16,51 mg.l⁻¹
- Celoslovenský priemer je 13,15 mg.l⁻¹







Vodohospodárske kritéria

- v rámci posúdenia podzemných vôd do kategórií upraviteľnosti podľa Vyhlášky MŽP SR 636/2004, ktorou sa ustanovujú požiadavky na kvalitu surovej vody, boli podzemné vody väčšinou zaradené do *kategórie upraviteľnosti A1* (dôsledok prevahy podzemných vôd veľmi dobrej kvality – *A triedy kvality*)
 - jednoduchá úprava dezinfekciou alebo jednoduchá fyzikálna úprava a dezinfekcia
- na malej ploche boli dokumentované podzemné vody *F a G triedy kvality*, v tomto prípade sa štandardné metódy úpravy podzemnej vody na pitnú vodu pohybujú v kategóriách *A2 alebo A3*
 - intenzívnejšia fyzikálna úprava, chemická úprava a dezinfekcia, príp. fyzikálno-chemické a biologické úpravy vody a dezinfekcia



odber vzorky z prameňa I02
(dok. číslo v mape 134) – fotil J. Kordik



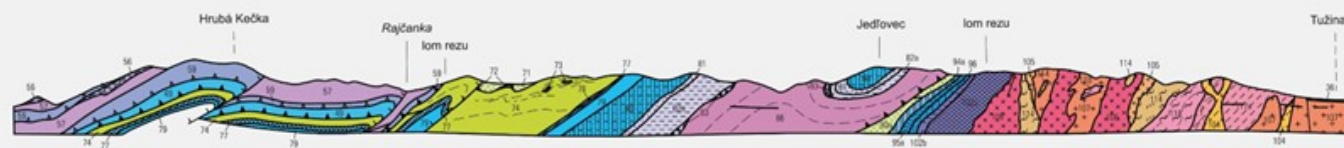
odber vzorky z prameňa B42
(dok. číslo v mape 54) – fotil J. Kordik



odber vzorky z prameňa E41
(dok. číslo v mape 117) – fotil J. Kordik



ŠTÁTNY
GEOLOGICKÝ ÚSTAV
DIONÝZA ŠTÚRA



1940
-
2024

Ďakujem za pozornosť