

Příloha 1. Obsahy karbonátu a organické hmoty a izotopové složení uhlíku a kyslíku karbonátu a organické hmoty v pěnvcích, Svatý Jan pod Skalou

číslo vzorku	číslo vrstvy	horní hranice vzorku (m)	spodní hranice vzorku (m)	střed vzorku (m)	modelové stáří (let BP)	obsah organ. uhlíku (% C _{org})	obsah CaCO ₃ (%)	δ ¹³ C CaCO ₃ (‰)	δ ¹⁸ O CaCO ₃ (‰)	δ ¹³ C organ. uhlíku (‰)	rozdíl Δ ¹³ C _{karb.-org.} (‰)
0	2	6,90	6,60	6,750		1,85	32,95	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1	5-6	6,00	5,65	5,825	2755	0,69	57,27	-9,70	-8,21	-26,3	16,6
2	7	5,65	5,45	5,550	2905	n.d.	82,52	-8,19	-7,39	-27,0	18,8
3	8	5,45	5,40	5,425	2973	n.d.	89,70	-10,29	-8,20	-28,3	18,0
4	9	5,20	5,05	5,125	3137	0,87	57,50	-7,92	-7,57	-26,8	18,9
5	10	5,05	4,95	5,000	3205	n.d.	86,98	-10,08	-7,94	n.d.	n.d.
6	10	4,95	4,75	4,850	3287	n.d.	88,95	-9,72	-7,99	n.d.	n.d.
7	10	4,75	4,50	4,625	3409	n.d.	92,73	-10,54	-8,20	-28,6	18
8	11	4,50	4,35	4,425	3518	n.d.	76,66	-8,95	-7,75	-27,6	18,6
9	12	4,30	4,10	4,200	3641	n.d.	87,41	-9,52	-7,56	n.d.	n.d.
10	12	4,10	3,90	4,000	3750	n.d.	89,43	-9,53	-8,06	n.d.	n.d.
11	13	3,90	3,80	3,850	3929	0,01	86,73	-9,01	-7,58	-27,6	18,6
12	14	3,80	3,75	3,775	4018	n.d.	94,05	-10,16	-7,78	-29,3	19,1
14	14	3,80	3,70	3,750	4048	n.d.	89,93	-9,64	-7,80	-28,9	19,3
13	15	3,75	3,60	3,675	4138	0,28	54,98	-8,77	-7,44	-27,3	16,5
15	15	3,70	3,50	3,600	4227	0,30	55,32	-8,30	-7,41	-27,4	19,1
16	16	3,50	3,40	3,450	4406	n.d.	66,14	-9,22	-7,81	n.d.	n.d.
17	17	3,40	3,30	3,350	4525	n.d.	62,84	-9,01	-7,74	n.d.	n.d.
18	17	3,30	3,20	3,250	4644	n.d.	87,23	-9,62	-7,73	n.d.	n.d.
19	17-18	3,20	3,00	3,100	4823	n.d.	91,91	-9,57	-7,95	n.d.	n.d.
20	18	3,00	2,90	2,950	5002	n.d.	91,32	-10,38	-8,16	n.d.	n.d.
21	19	2,90	2,80	2,850	5121	n.d.	93,50	-10,19	-8,09	-29,3	19,1
22	20	2,80	2,60	2,700	5300	n.d.	60,36	-9,55	-7,88	-27,4	17,8
23	21	2,60	2,45	2,525	5397	n.d.	66,89	-9,54	-7,88	n.d.	n.d.
24	21	2,45	2,25	2,350	5494	n.d.	73,64	-9,60	-8,05	n.d.	n.d.
25	22	2,25	2,10	2,175	5591	n.d.	91,39	-9,28	-7,72	n.d.	n.d.
26	22	2,10	1,90	2,000	5688	n.d.	93,05	-10,14	-7,80	n.d.	n.d.
27	23	1,90	1,70	1,800	5798	n.d.	89,30	-8,97	-7,50	-28,4	19,3
28	23	1,70	1,50	1,600	5909	n.d.	84,30	-9,63	-7,65	n.d.	n.d.
29	24	1,50	1,40	1,450	5992	n.d.	94,59	-10,08	-8,02	-29,2	19,1
30	24	1,40	1,30	1,350	6047	0,01	85,39	-8,97	-7,75	-30,0	21,0
31	24	1,30	1,20	1,250	6103	n.d.	87,43	-9,58	-7,74	n.d.	n.d.
32	25	1,20	1,05	1,125	6172	n.d.	83,66	-8,64	-7,49	-27,6	19,0
33	26	1,05	0,80	0,925	6283	n.d.	93,61	-9,61	-7,78	-27,2	17,6
34	27	0,80	0,65	0,725	6393	n.d.	84,66	-9,19	-7,55	n.d.	n.d.
35	27	0,65	0,50	0,575	6476	n.d.	81,80	-9,20	-7,71	n.d.	n.d.
36	27	0,50	0,30	0,400	6573	n.d.	83,23	-9,15	-8,03	n.d.	n.d.
37	26	0,30	0,10	0,200	6684	n.d.	92,48	-9,18	-7,88	-28,7	19,5
38	28	0,07	-0,07	0,000	6795	n.d.	96,09	-9,31	-8,02	n.d.	n.d.
39	28	-0,20	-0,40	-0,300	6961	n.d.	97,16	-9,53	-7,87	n.d.	n.d.
40	28	-0,40	-0,60	-0,500	7071	n.d.	95,25	-9,64	-7,76	n.d.	n.d.
41	28	-0,60	-0,80	-0,700	7182	n.d.	95,64	-9,65	-7,63	n.d.	n.d.
42	28	-0,80	-1,00	-0,900	7293	n.d.	95,34	-9,67	-7,50	n.d.	n.d.

**Příloha 1,
pokračování**

číslo vzorku	číslo vrstvy	horní hranice vzorku (m)	spodní hranice vzorku (m)	střed vzorku (m)	modelové stáří (let BP)	obsah organ. uhlíku (% C _{org})	obsah CaCO ₃ (%)	$\delta^{13}\text{C}$ CaCO ₃ (‰)	$\delta^{18}\text{O}$ CaCO ₃ (‰)	$\delta^{13}\text{C}$ organ. uhlíku (‰)	rozdlí $\Delta^{13}\text{C}_{\text{karb.-org.}}$ (‰)
43	28	-1,00	-1,20	-1,100	7404	n.d.	95,57	-9,92	-7,39	n.d.	n.d.
44	28	-1,20	-1,40	-1,300	7514	n.d.	96,00	-9,86	-7,63	n.d.	n.d.
45	28	-1,40	-1,60	-1,500	7625	n.d.	97,09	-9,90	-7,55	-30,6	20,7
46	28	-1,60	-1,80	-1,700	7736	n.d.	95,95	-9,73	-7,88	n.d.	n.d.
47	28	-1,80	-2,00	-1,900	7846	n.d.	97,00	-9,52	-7,60	-30,0	20,5
48	28	-2,00	-2,20	-2,100	7957	n.d.	97,09	-9,66	-8,01	n.d.	n.d.
49	28	-2,20	-2,40	-2,300	8068	0,02	97,00	-9,71	-7,94	n.d.	n.d.
50	28	-2,40	-2,60	-2,500	8179	n.d.	97,68	-9,70	-8,15	n.d.	n.d.
51	28	-2,60	-2,80	-2,700	8289	n.d.	97,34	-9,75	-8,29	n.d.	n.d.
52	29	-2,80	-3,00	-2,900	8400	n.d.	96,77	-9,58	-8,25	n.d.	n.d.
53	29	-3,00	-3,20	-3,100	8433	n.d.	96,80	-9,59	-8,03	n.d.	n.d.
54	29	-3,20	-3,25	-3,225	8453	n.d.	82,45	-9,43	-8,12	-28,2	18,8
55	29	-3,25	-3,35	-3,300	8465	n.d.	91,23	-9,30	-8,28	n.d.	n.d.
56	29	-3,35	-3,50	-3,425	8486	n.d.	95,98	-9,62	-7,91	-29,0	19,4
57	29	-3,50	-3,65	-3,575	8510	n.d.	94,00	-9,88	-8,04	n.d.	n.d.
58	29	-3,65	-3,75	-3,700	8530	n.d.	75,98	-9,00	-8,04	-27,5	18,5
59	29	-3,80	-3,90	-3,850	8555	n.d.	93,55	-8,97	-8,13	n.d.	n.d.
60	29	-3,90	-4,10	-4,000	8579	n.d.	93,64	-9,30	-7,87	n.d.	n.d.
61	29	-4,10	-4,35	-4,225	8616	n.d.	93,57	-9,75	-8,26	n.d.	n.d.
62	29	-4,35	-4,50	-4,425	8649	n.d.	97,86	-9,80	-8,25	n.d.	n.d.
63	29	-4,60	-4,70	-4,650	8685	n.d.	97,89	-9,18	-8,13	n.d.	n.d.
64	30	-4,85	-5,00	-4,925	8730	n.d.	98,07	-9,75	-7,90	n.d.	n.d.
70	30A	-4,90	-5,05	-4,975	8738	n.d.	n.d.	-9,25	-7,70	n.d.	n.d.
65	30	-5,00	-5,15	-5,075	8754	n.d.	98,11	-9,26	-7,85	n.d.	n.d.
71	30B	-5,05	-5,30	-5,175	8771	n.d.	n.d.	-9,14	-7,69	n.d.	n.d.
66	30	-5,15	-5,40	-5,275	8787	n.d.	98,52	-9,67	-7,95	n.d.	n.d.
67	30	-5,40	-5,50	-5,450	8816	n.d.	98,18	-9,21	-8,00	n.d.	n.d.
68	31	-5,75	-5,85	-5,800	8873	n.d.	89,02	-9,49	-8,16	n.d.	n.d.
72	31	-5,30	-6,40	-5,850	8881	n.d.	n.d.	-9,62	-8,06	n.d.	n.d.
69	31	-5,95	-6,05	-6,000	8905	n.d.	93,86	-9,11	-8,24	n.d.	n.d.
73	32	-6,40	-6,60	-6,500	8987	n.d.	n.d.	-9,81	-8,13	n.d.	n.d.
74	33	-6,60	-7,00	-6,800	9036	n.d.	n.d.	-9,50	-7,60	n.d.	n.d.
75	34	-7,00	-7,25	-7,125	9089	n.d.	n.d.	-9,58	-7,73	n.d.	n.d.
76	34	-7,25	-7,50	-7,375	9129	n.d.	n.d.	-9,43	-7,74	n.d.	n.d.
77	34	-7,50	-7,75	-7,625	9170	n.d.	n.d.	-9,40	-7,74	n.d.	n.d.
78	34	-7,75	-8,00	-7,875	9211	n.d.	n.d.	-9,37	-7,75	n.d.	n.d.
79	34	-8,00	-8,25	-8,125	9251	n.d.	n.d.	-8,96	-7,59	n.d.	n.d.
80	34	-8,25	-8,50	-8,375	9292	n.d.	n.d.	-9,07	-7,69	n.d.	n.d.
81	35A	-8,50	-8,70	-8,600	9329	n.d.	n.d.	-9,30	-7,90	n.d.	n.d.
82	35B	-9,20	-9,40	-9,300	9443	n.d.	n.d.	-8,75	-7,87	n.d.	n.d.
83	36	-9,40	-9,90	-9,650	9500	n.d.	n.d.	-9,33	-7,83	n.d.	n.d.

Metraže jednotlivých vzorků odpovídají obrázku 7. Laboratoře Českého geologického ústavu v Praze. Chyba stanovení izotopových dat je $\pm 0,1$ ‰. Bližší vysvětlení viz text. Nebylo stanoveno – n.d.

Příloha 2. Ostatní geochemická data pro pěnovce, Svatý Jan pod Skalou

1. Úplná silikátová analýza tří vybraných vzorků (klasická silikátová analýza, laboratoře ČGÚ Praha)

složka (hmot. %)	číslo vzorku		
	12	45	67
SiO ₂	2,730	0,790	0,610
TiO ₂	0,050	0,020	0,020
Al ₂ O ₃	1,230	0,640	0,620
Fe ₂ O ₃	0,160	0,040	< 0,010
FeO	0,130	0,080	0,110
MnO	0,011	0,010	0,008
MgO	0,230	0,190	0,220
CaO	51,960	53,890	53,770
SrO	0,015	0,014	0,015
BaO	0,052	< 0,005	< 0,005
Li ₂ O	0,006	< 0,005	< 0,005
Na ₂ O	0,100	0,080	0,050
K ₂ O	0,300	0,200	0,100
P ₂ O ₅	0,123	0,103	0,081
CO ₂	41,380	42,720	43,200
C	0,310	0,120	0,030
H ₂ O ⁺ (> 500 °C)	1,170	1,210	0,830
F	0,053	0,032	0,025
S	0,070	0,030	0,060
H ₂ O ⁻ (110 °C)	0,410	0,320	0,290
suma	100,450	100,480	100,020

Vzorek č. 12 – typický rozpadavý šedý pěnovec z horní série, vrstva č. 14 v obr. 7,

Vzorek č. 45 – typický pevný pěnovec z horní části spodní série,

Vzorek č. 67 – typický pevný pěnovec ze spodní části spodní série;
(čísla vzorků odpovídají číslům vzorků v příloze 1).

2. Stopové prvky ve čtyřech vybraných vzorcích pěnovců

číslo vzorku	Be (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Mn (hmot. %)	Ag (ppm)	MgO (hmot. %)	Co (ppm)	Rb (ppm)	Cd (ppm)	Pb (ppm)
6	< 0,8	9	16	0,005	< 0,5	0,229	< 0,5	4	< 0,5	15
15	< 0,8	39	39	0,023	< 0,5	0,540	0,5	9	< 0,5	18
22	0,8	18	45	0,007	< 0,5	0,387	< 0,5	10	< 0,5	15
63	< 0,8	8	7	0,003	< 0,5	0,197	< 0,5	< 2	< 0,5	10

Použit nikoliv totální rozklad, ale částečný kyselý rozklad vzorku směsí HCl a HNO₃, při kterém dojde k uvolnění veškerého obsahu prvků v karbonátu a ve většině organické hmoty, prvky vázané v silikátových minerálech a některých oxidech nejsou uvolněny; (AAS, laboratoře ČGÚ Praha, čísla vzorků odpovídají číslům vzorků v příloze 1).

3. Analýza organických látek Rock-Eval ve vybraných vzorcích

číslo vzorku	S1 (mg/g)	S2 (mg/g)	Tmax (°C)
1	0,24	1,02	388
4	0,19	1,04	382
11	0,08	0,26	392
12	0,10	0,22	362
13	0,15	0,62	387
15	0,09	0,42	399
30	0,09	0,16	373
45	0,06	0,12	422
47	0,06	0,12	401

Pyrolyzátor Rock-Eval, model 5, Laboratoře ČGÚ, Pobočka Brno (Čísla vzorků odpovídají číslům vzorků v příloze 1).

Charakteristickým znakem analyzovaných vzorků je přítomnost dvou částečně se překrývajících pyrolytických píků (S1, 2 a S2). Nejedná se o vzorky mimořádně bohaté na organické látky. Organické látky lze hodnotit jako převážně humusového původu s pravděpodobnou lipidní příměsí. Ze zkušenosti je známo, že tento typ záznamu se vyskytuje (mimo jiné) i u organické hmoty obohacené o lipidy bakteriálního nebo řasového původu. Kvalifikovanější posouzení přítomných nepříliš běžných lipidních látek by vyžadovalo další detailnější rozbor (GC-MS).

Příloha 3. Izotopová složení uhlíku a kyslíku karbonátů v pěnovcích v údolí Švarcavy

číslo vzorku	metráž	$\delta^{13}\text{C CaCO}_3$ (‰)	$\delta^{18}\text{O CaCO}_3$ (‰)
1	-1,15	-8,73	-7,65
2	-1,40	-8,63	-8,01
3	-2,00	-9,08	-7,92
4	-2,30	-9,04	-8,16
6	-2,45	-9,16	-8,05
5	-2,50	-9,19	-8,03
7	-2,55	-9,08	-8,14
8	-2,70	-9,00	-7,97
9	-2,80	-9,37	-7,81
10	-3,00	-9,36	-7,90
11	-3,20	-9,62	-8,41
12	-3,40	-8,79	-8,52

Laboratoře Českého geologického ústavu v Praze; chyba stanovení izotopových dat je $\pm 0,1$ ‰.

Příloha 4. Základní hydrologická data svatojanského krasového pramene za období od 1. 11. 1994 do 31. 10. 1997 a hodnoty $\delta^{18}\text{O}$ v prameni a ve srážkách

datum	čas	Q Ivanka + Ivan	Q Ivanka	Q Ivan	Q kotelna	T Ivanka	T Ivan	T kotelna	mm srážek Sv. Jan	mm srážek Karlštejn	$\delta^{18}\text{O}$ Ivanka	$\delta^{18}\text{O}$ srážky Sv. Jan
1.11.1994	14.00	14,42	10,50	3,92	0,82	11,40	11,40	11,40	0,0	0,0	-9,6	
4.11.1994	17.00	14,35	10,43	3,92	0,81	11,40	11,50	11,40	0,0	0,0	-9,7	
8.11.1994	15.00	14,24	10,36	3,88	0,81	11,50	11,50	11,30	0,0	0,0	-9,8	
12.11.1994	10.30	14,24	10,32	3,92	0,82	11,50	11,50	11,30	0,0	0,0	-9,7	
15.11.1994	16.00	14,18	10,26	3,92	0,83	11,60	11,60	11,30	4,7	3,7	-9,6	-6,2
19.11.1994	11.30	14,18	10,33	3,85	0,83	11,60	11,60	11,25	7,0	11,1	-9,9	-8,8
22.11.1994	16.00	14,24	10,39	3,85	0,82	11,50	11,50	11,20	1,4	1,7	-9,9	-10,2
26.11.1994	12.00	14,18	10,30	3,88	0,83	11,55	11,55	11,25	5,0	3,0	-9,6	-9,0
29.11.1994	15.30	14,18	10,30	3,88	0,83	11,55	11,55	11,20	4,4	1,7	-9,9	-7,6
3.12.1994	13.30	14,18	10,30	3,88	0,84	11,60	11,55	11,15	0,0	0,1	-9,7	
6.12.1994	7.30	14,18	10,30	3,88	0,84	11,55	11,55	11,15	7,8	7,7	-9,9	-7,6
10.12.1994	9.00	14,12	10,24	3,88	0,84	11,55	11,55	11,05	2,4	6,0	-9,8	-9,4
14.12.1994	8.00	14,35	10,43	3,92	0,94	11,55	11,55	11,05	18,2	13,9	-9,9	-9,8
15.12.1994	6.30	14,35	10,47	3,88	0,96	11,55	11,55	11,00	0,0	0,0	-9,9	
17.12.1994	13.00	14,30	10,42	3,88	0,95	11,45	11,50	11,00	0,0	0,0	-9,4	
20.12.1994	12.30	14,19	10,31	3,88	0,91	11,55	11,50	11,00	0,0	5,4	-9,4	
24.12.1994	11.00	14,13	10,25	3,88	0,88	11,55	11,55	10,85	0,0	3,1	-8,8	
28.12.1994	9.30	14,19	10,31	3,88	0,85	11,55	11,55	11,00	9,0	1,2	-9,3	-13,1
31.12.1994	10.00	14,13	10,25	3,88	0,86	11,55	11,55	11,20	4,8	3,7	-9,2	-11,5
4.1.1995	15.30	14,13	10,25	3,88	0,85	11,55	11,50	11,00	0,0	4,7	-8,9	
8.1.1995	16.00	14,13	10,25	3,88	0,86	11,55	11,55	10,90	0,0	0,9	-9,0	
12.1.1995	14.00	14,19	10,31	3,88	0,85	11,55	11,50	10,85	3,0	3,4	-9,5	-14,6
15.1.1995	15.00	14,02	10,14	3,88	0,85	11,55	11,50	10,80	0,0	0,5	-9,6	
18.1.1995	15.00	14,01	10,16	3,85	0,85	11,55	11,55	10,75	2,0	0,0	-8,7	-9,5
24.1.1995	12.00	14,53	10,57	3,96	0,95	11,55	11,55	10,70	9,6	10,7	-9,2	-11,2
26.1.1995	15.00	16,08	11,91	4,17	1,03	11,50	11,50	10,65	13,9	12,1	-8,9	-16,8
28.1.1995	9.00	15,13	11,13	4,00	1,04	11,45	11,45	10,65	1,5	6,8	-8,8	-14,3
29.1.1995	12.00	15,00	11,00	4,00	1,06	11,45	11,45	10,75	3,9	0,0	-9,0	-19,6
1.2.1995	10.00	15,07	11,03	4,04	1,05	11,40	11,40	10,65	1,9	1,3	-9,0	-10,4
5.2.1995	15.00	14,94	11,00	3,94	0,98	11,40	11,40	10,65	1,9	1,4	-9,0	-8,4
11.2.1995	10.00	14,46	10,54	3,92	0,92	11,45	11,40	10,70	6,3	7,0	-8,9	-9,1
15.2.1995	16.00	14,58	10,66	3,92	0,90	11,50	11,50	10,80	1,7	2,6	-9,3	-10,0
18.2.1995	14.00	14,53	10,61	3,92	0,88	11,50	11,45	10,80	1,7	0,8	-9,7	-6,3
22.2.1995	16.00	14,53	10,61	3,92	0,86	11,50	11,50	10,80	1,9	1,1	-9,0	-6,3
25.2.1995	10.00	14,53	10,63	3,90	0,87	11,50	11,50	10,70	4,3	8,3	-10,5	-15,9
26.2.1995	10.00	14,67	10,75	3,92	0,90	11,50	11,50	10,70	6,0	2,8	-10,2	-13,5
1.3.1995	10.30	14,67	10,71	3,96	0,90	11,50	11,50	10,70	0,0	0,0	-9,4	
4.3.1995	10.00	14,65	10,71	3,94	0,93	11,50	11,50	10,70	3,5	2,4	-10,3	-15,5
9.3.1995	10.00	14,53	10,61	3,92	0,86	11,50	11,45	10,75	0,0	2,7	-9,4	
16.3.1995	13.00	14,94	10,99	3,95	0,90	11,50	11,50	10,60	4,1	7,5	-9,7	-17,0
23.3.1995	9.30	14,87	10,80	4,07	0,96	11,50	11,40	10,60	15,0	10,1	-10,4	-12,1
26.3.1995	12.00	14,63	10,72	3,91	0,93	11,40	11,40	10,60	3,8	2,9	-9,6	-7,9
30.3.1995	9.30	14,96	11,10	3,86	0,84	11,50	11,40	10,60	6,5	7,7	-9,9	-16,0

Příloha 4
(pokračování)

datum	čas	Q Ivanka + Ivan	Q Ivanka	Q Ivan	Q kotelna	T Ivanka	T Ivan	T kotelna	mm srážek Sv. Jan	mm srážek Karlštejn	$\delta^{18}\text{O}$ Ivanka	$\delta^{18}\text{O}$ srážky Sv. Jan
1.4.1995	10.00	14,70	10,76	3,94	0,97	11,40	11,40	10,50	7,7	5,4	-10,0	-15,7
5.4.1995	14.30	15,68	11,57	4,11	0,90	11,40	11,40	10,60	5,9	0,3	-9,4	-5,1
8.4.1995	11.00	15,43	11,39	4,04	0,99	11,40	11,40	10,60	3,3	4,2	-9,8	-6,4
12.4.1995	18.00	15,95	11,80	4,15	1,03	11,40	11,40	10,65	16,4	14,2	-10,0	-10,6
15.4.1995	8.30	15,87	11,74	4,13	1,05	11,40	11,40	10,60	4,6	6,0	-9,6	-10,7
18.4.1995	19.00	16,37	12,16	4,21	1,12	11,40	11,40	10,65	6,0	5,6	-9,1	-11,2
21.4.1995	18.30	16,23	12,08	4,15	1,12	11,40	11,40	10,65	0,0	0,1	-9,0	
25.4.1995	10.00	15,87	11,81	4,06	1,09	11,40	11,40	10,75	0,0	0,0	-9,1	
28.4.1995	16.30	15,59	11,55	4,04	1,02	11,40	11,40	10,80	5,6	3,7	-9,9	-7,6
2.5.1995	8.00	15,65	11,59	4,06	1,01	11,40	11,40	10,85	11,6	12,3	-9,0	-7,4
5.5.1995	18.00	15,49	11,43	4,06	0,98	11,45	11,45	10,90	0,0	0,0	-9,3	
9.5.1995	19.00	15,40	11,36	4,04	0,95	11,45	11,45	10,95	9,6	7,8	-9,3	-5,4
13.5.1995	10.00	15,50	11,44	4,06	1,02	11,45	11,45	10,95	15,9	11,9	-8,8	-7,3
14.5.1995	8.00	21,83	16,98	4,85	1,23	10,95	10,95	10,90	27,7	25,6	-9,4	-12,8
14.5.1995	17.00	22,44	17,38	5,06	1,28	10,80	10,80	10,90	0,0	0,0	-10,3	
15.5.1995	7.00	21,72	17,12	4,60	1,29	10,80	10,80	10,85	0,0	0,0	-10,6	
15.5.1995	19.00	20,53	15,93	4,60	1,31	11,00	11,00	10,90	0,0	0,0	-10,3	
16.5.1995	19.00	18,77	14,35	4,42	1,26	11,10	11,10	10,80	0,0	0,0	-9,8	
18.5.1995	18.30	17,66	13,38	4,28	1,15	11,20	11,20	10,80	1,5	0,8	-9,4	-9,6
20.5.1995	13.00	17,41	13,20	4,21	1,08	11,25	11,25	10,85	12,0	8,6	-9,9	
23.5.1995	18.30	17,12	12,95	4,17	0,98	11,30	11,30	10,90	0,0	0,0	-9,3	
27.5.1995	8.00	16,80	12,68	4,12	0,93	11,40	11,40	11,00	0,0	0,0	-9,8	
31.5.1995	19.30	16,76	12,64	4,12	1,05	11,40	11,40	11,05	27,8	30,4	-9,3	-5,6
2.6.1995	17.00	28,87	23,68	5,19	1,59	10,60	10,60	11,00	59,1	58,6	-8,8	-6,2
3.6.1995	8.00	28,41	23,15	5,26	1,79	10,50	10,50	10,95	0,0	2,5	-8,8	
3.6.1995	17.00	27,52	22,33	5,19	1,83	10,50	10,50	10,95	0,0	0,0	-9,0	
4.6.1995	17.00	25,46	20,64	4,82	1,71	10,60	10,60	10,90	0,0	0,0	-9,0	
6.6.1995	19.00	23,33	18,84	4,49	1,43	10,85	10,85	10,90	14,4	12,9	-9,0	-9,3
9.6.1995	9.00	23,25	18,81	4,44	1,33	10,90	10,90	10,95	18,4	18,0	-9,1	-7,6
11.6.1995	14.30	24,27	19,65	4,62	1,44	10,80	10,80	11,00	2,6	2,8	-8,9	-6,9
14.6.1995	7.45	24,53	19,88	4,65	1,46	10,70	10,70	11,00	15,4	13,8	-8,9	-9,2
16.6.1995	18.30	23,85	19,36	4,49	1,47	10,80	10,80	11,00	3,6	0,4	-8,9	-11,4
20.6.1995	18.00	22,38	17,96	4,42	1,26	11,00	11,00	11,00	10,8	5,1	-8,9	-6,2
23.6.1995	17.00	22,18	17,77	4,41	1,12	11,10	11,10	11,00	2,6	2,2	-9,2	-1,1
26.6.1995	7.30	23,38	18,94	4,44	1,23	11,10	11,10	11,05	24,0	19,8	-9,2	-7,5
27.6.1995	6.45	24,05	19,50	4,55	1,68	11,10	11,10	11,10	9,8	0,0	-8,9	-6,5
1.7.1995	7.30	21,98	17,36	4,35	1,27	11,15	11,15	11,15	0,0	0,0	-8,9	
10.7.1995	6.00	20,60	16,37	4,23	1,00	11,15	11,15	11,35	2,8	2,2	-8,9	-3,8
12.7.1995	10.30	20,71	16,11	4,60	1,06	11,25	11,25	11,40	0,0	0,0	-9,3	
15.7.1995	17.00	20,65	16,65	4,60	1,07	11,35	11,30	11,40	28,1	14,6	-8,9	-5,0
20.7.1995	9.00	20,48	15,91	4,57	1,03	11,35	11,35	11,55	4,3	17,8	-8,9	-5,8
24.7.1995	14.30	20,13	15,64	4,49	1,05	11,40	11,40	11,65	22,3	0,0	-8,9	-3,6
28.7.1995	10.00	19,86	15,34	4,52		11,35	11,35	11,65	0,0	0,0	-8,9	

Příloha 4 (pokračování)

datum	čas	Q Ivanka + Ivan	Q Ivanka	Q Ivan	Q kotelna	T Ivanka	T Ivan	T kotelna	mm srážek Sv. Jan	mm srážek Karlštejn	$\delta^{18}\text{O}$ Ivanka	$\delta^{18}\text{O}$ srážky Sv. Jan
31.7.1995	20.00	19,74	15,25	4,49		11,40	11,35	11,75	8,4	3,7	-9,2	-2,8
4.8.1995	10.00	19,80	15,31	4,49		11,40	11,35	11,75	0,0	0,2	-9,3	
8.8.1995	16.00	19,58	15,14	4,44		11,40	11,40	11,80	0,0	0,0	-9,3	
14.8.1995	7.30	19,10	14,70	4,40		11,40	11,40	11,80	0,0	0,0	-9,3	
18.8.1995	16.10	19,05	14,65	4,40		11,50	11,50	11,80	14,0	23,1	-9,3	-4,4
22.8.1995	9.00	18,95	14,63	4,32		11,40	11,40	11,80	5,5	4,2	-9,2	-5,1
26.8.1995	15.00	18,81	14,46	4,35		11,50	11,50	11,90	8,2	6,9	-9,2	-5,0
29.8.1995	19.00	19,05	14,68	4,37		11,40	11,40	11,90	28,4	30,9	-9,4	-10,8
2.9.1995	15.45	19,42	14,90	4,52		11,40	11,40	11,90	40,2	30,6	-9,0	-11,8
5.9.1995	17.45	19,26	14,82	4,44		11,45	11,45	11,90	0,0	5,1	-8,6	
11.9.1995	15.30	18,91	14,47	4,44		11,40	11,40	11,95	2,0	1,7	-8,5	-5,4
15.9.1995	19.00	18,62	14,22	4,40		11,40	11,40	11,95	20,2	19,9	-8,7	-6,7
19.9.1995	15.00	18,66	14,26	4,40		11,45	11,45	12,00	0,0	0,0	-8,8	
24.9.1995	10.00	18,62	14,27	4,35		11,50	11,45	11,95	15,8	15,1	-8,6	-12,5
27.9.1995	16.30	18,62	14,27	4,35		11,45	11,45	11,95	3,0	2,0	-8,8	-5,4
1.10.1995	9.30	18,57	14,25	4,32		11,40	11,40	11,90	5,7	6,0	-8,8	-8,1
4.10.1995	17.00	18,57	14,22	4,35		11,45	11,45	11,95	2,1	0,0	-9,1	-4,2
10.10.1995	9.00	18,24	13,98	4,26		11,50	11,50	12,00	0,0	0,4	-8,8	
13.10.1995	17.00	18,24	13,98	4,26		11,45	11,45	12,00	0,0	1,1	-8,8	
17.10.1995	16.00	18,24	13,98	4,26		11,45	11,45	12,00	0,0	0,1	-8,8	
21.10.1995	8.00	18,14	13,89	4,25		11,40	11,40	12,00	2,6	0,9	-8,6	-3,5
26.10.1995	10.30	17,56	13,39	4,17		11,45	11,45	12,00	0,0	0,6	-8,6	
31.10.1995	10.00	17,62	13,43	4,19		11,50	11,50	11,90	7,9	8,1	-9,2	-5,7
7.11.1995	15.30	17,57				11,50			28,4	13,9	-8,5	-8,5
14.11.1995	13.30	17,84				11,40			3,3	3,3	-9,4	-6,9
21.11.1995	10.00	17,74				11,40			8,6	7,3	-9,6	-11,8
29.11.1995	10.00	17,79				11,50			3,2	0,7	-8,4	-10,3
5.12.1995	8.30	17,48				11,50			0,0	2,4	-9,2	
12.12.1995	8.30	17,20				11,50			7,1	9,4	-8,9	-11,4
19.12.1995	11.00	17,09				11,50			4,5	3,3	-8,4	-11,9
25.12.1995	10.00	18,14				11,40			22,4	26,5	-9,3	-14,1
28.12.1995	15.00	17,96				11,40			0,0	0,8	-8,8	
1.1.1996	15.00	17,52				11,30			0,0	0,0	-8,7	
9.1.1996	10.00	17,52				11,30			8,2	8,1	-9,2	-14,2
17.1.1996	10.00	17,40				11,30			0,0	0,1	-9,6	
24.1.1996	13.00	17,40				11,40			0,0	1,5	-9,9	
31.1.1996	12.00	17,11				11,40			0,0	5,1	-9,4	
6.2.1996	16.30	17,11				11,20			0,0	5,1	-9,4	
13.2.1996	15.30	17,15				10,95			6,2	3,0	-9,5	-13,3
18.2.1996	14.00	17,03				11,10			8,6	8,6	-8,6	-12,7
21.2.1996	11.00	16,92				11,10			3,0	0,0	-9,4	-11,5
28.2.1996	12.00	16,79	12,62	4,17		11,20			0,0	0,0	-9,7	
7.3.1996	10.00	16,68				11,40			2,5	2,5	-9,3	-9,4
14.3.1996	10.30	16,71				11,40			0,0	14,4	-9,5	

Příloha 4 (pokračování)

datum	čas	Q Ivanka + Ivan	Q Ivanka	Q Ivan	Q kotelna	T Ivanka	T Ivan	T kotelna	mm srážek Sv. Jan	mm srážek Karlštejn	$\delta^{18}\text{O}$ Ivanka	$\delta^{18}\text{O}$ srážky Sv. Jan
20.3.1996	16.30	17,03				11,40			13,3	0,0	-9,4	-19,9
27.3.1996	12.00	17,57				11,40			5,6	3,2	-9,6	-8,6
4.4.1996	13.00	17,45				11,40			11,8	7,2	-9,5	-13,2
10.4.1996	15.00	18,19				11,35			2,7	0,0	-9,2	-12,2
17.4.1996	15.00	17,96				11,25			6,3	6,0	-9,4	-10,9
24.4.1996	12.00	17,83				11,10			0,0	0,0	-9,5	
1.5.1996	10.00	17,32				11,35			1,9	1,2	-9,5	-5,0
8.5.1996	11.30	17,83				11,30			30,8	47,6	-9,4	-9,8
15.5.1996	10.45	18,61				11,15			21,4	14,9	-9,1	-6,7
22.5.1996	15.30	19,47				11,20			34,2	38,0	-9,2	-6,9
29.5.1996	12.00	19,52				11,30			10,3	8,0	-9,2	-6,7
5.6.1996	11.00	19,27				11,25			15,8	14,1	-9,2	-6,8
12.6.1996	16.30	18,96				11,40			11,4	21,9	-9,1	-4,2
19.6.1996	12.00	18,56				11,40			7,7	3,1	-9,5	-3,2
26.6.1996	15.00	18,33				11,40			31,0	37,4	-8,8	-7,8
3.7.1996	11.00	18,48				11,40			11,1	5,8	-9,6	-6,0
9.7.1996	19.00	19,74				11,35			48,4	56,2	-9,2	-10,3
10.7.1996	10.30	19,63				11,40			0,0	0,0	-9,2	
17.7.1996	18.30	20,07				11,25			25,7	26,4	-9,5	-5,8
24.7.1996	15.00	19,96				11,35			12,2	13,1	-9,2	-5,1
31.7.1996	15.00	19,63				11,30			24,8	13,2	-9,1	-6,8
6.8.1996	19.30	19,31				11,40			5,2	13,5	-9,0	-3,4
14.8.1996	19.00	19,16				11,40			32,2	30,1	-9,1	-7,9
22.8.1996	10.20	18,84				11,50			8,6	7,3	-9,5	-9,9
28.8.1996	14.30	20,40				11,50			29,5	27,2	-9,0	-5,8
4.9.1996	12.00	20,00				11,40			3,4	3,4	-9,0	
11.9.1996	11.00	19,11				11,40			9,6	10,3	-9,1	-11,3
18.9.1996	16.00	18,91				11,45			10,0	7,0	-9,1	-11,3
25.9.1996	7.00	18,81				11,40			9,6	11,7	-9,7	-9,8
2.10.1996	12.00	18,38				11,45			12,2	5,3	-9,7	-7,8
10.10.1996	7.00	18,37				11,45			0,0	0,5		
15.10.1996	16.00	18,01				11,50			0,0	0,1	-9,0	
23.10.1996	11.00	17,88				11,40			24,0	19,0	-9,9	-7,7
30.10.1996	10.00	17,83				11,40			7,7	8,2	-9,6	-6,3
6.11.1996	7.00	17,52				11,40			3,7	2,6		
13.11.1996	16.00	17,45				11,45			8,0	11,3		
20.11.1996	8.30	17,44				11,45			8,2	4,2		
27.11.1996	9.00	17,16				11,40			5,3	5,8		
4.12.1996	10.30	17,32				11,40			8,9	3,4		
11.12.1996	10.30	17,15				11,40			0,0	0,0		
18.12.1996	11.00	17,03				11,40			3,6	2,6		
25.12.1996	13.00	16,95				11,40			9,4	30,8		
1.1.1997	14.00	16,79				11,40			0,0	0,8		
8.1.1997	15.30	16,63				11,45			0,0	26,4		

Příloha 4 (pokračování)

datum	čas	Q Ivanka + Ivan	Q Ivanka	Q Ivan	Q kotelna	T Ivanka	T Ivan	T kotelna	mm srážek Sv. Jan	mm srážek Karlštejn	$\delta^{18}\text{O}$ Ivanka	$\delta^{18}\text{O}$ srážky Sv. Jan
15.1.1997	12.00	16,47				11,45			0,0	0,0		
22.1.1997	12.00	16,37				11,40			0,0	2,7		
29.1.1997	14.30	16,30				11,50			0,0	0,0		
6.2.1997	16.00	16,15				11,50			5,0	2,6		
12.2.1997	11.30	17,52				11,35			18,6	3,0		
19.2.1997	15.00	17,35				11,25			11,0	5,7		
26.2.1997	12.00	17,31				11,25			7,6	7,6		
5.3.1997	8.30	17,27				11,30			7,3	5,1		
11.3.1997	14.00	17,48				11,40			0,0	0,0		
18.3.1997	17.00	17,83				11,35			16,3	21,7		
25.3.1997	17.00	18,38				11,20			13,2	6,2		
1.4.1997	17.00	18,51				11,10			10,5	7,7		
8.4.1997	15.30	18,61				11,10			11,1	6,9		
15.4.1997	17.00	18,10				11,30			8,6	6,3		
23.4.1997	11.00	18,05				11,35			8,4	6,5		
30.4.1997	7.30	17,96				11,40			7,7	8,5		
7.5.1997	7.30	17,71				11,40			9,1	4,3		
13.5.1997	6.00	17,70				11,40			13,2	5,0		
21.5.1997	19.00	17,70				11,40			4,3	2,4		
27.5.1997	17.00	17,48				11,40			5,9	12,8		
3.6.1997	14.00	17,23				11,40			3,0	2,1		
11.6.1997	17.00	17,03				11,35			15,3	3,0		
17.6.1997	18.30	17,11				11,40			3,2	6,1		
24.6.1997	17.00	17,11				11,30			16,4	16,2		
1.7.1997	12.00	16,91				11,40			15,5	5,8		
8.7.1997	13.00	17,03				11,40			27,2	31,8		
16.7.1997	6.00	16,87				11,40			6,7	4,0		
23.7.1997	14.00	16,83				11,45			34,6	34,5		
30.7.1997	6.00	16,87				11,45			11,4	5,6		
6.8.1997	10.30	16,75				11,50			14,0	11,8		
13.8.1997	11.30	16,60				11,40			18,0	20,4		
19.8.1997	18.00	16,52				11,45			7,3	7,3		
26.8.1997	19.30	16,37				11,40			2,4	0,0		
4.9.1997	7.30	16,15				11,50			22,3	16,2		
10.9.1997	18.00	16,04				11,55			26,0	41,1		
17.9.1997	10.00	16,19				11,55			9,0	8,0		
25.9.1997	18.00	15,94				11,55			0,0	0,0		
1.10.1997	17.00	15,87				11,55			1,9	3,2		
9.10.1997	15.30	15,59				11,45			6,6	1,7		
15.10.1997	12.00	15,49				11,50			17,1	13,9		
22.10.1997	16.30	15,39				11,55			2,4	0,3		
31.10.1997	10.00	15,26				11,55			3,4	2,3		

Stanovení $\delta^{18}\text{O}$ v laboratořích Českého geologického ústavu v Praze, chyba stanovení $\pm 0,1 \text{ ‰}$.

Příloha 5. Koncentrace tritia ve svatojanském krasovém prameni a ve srážkách

číslo vzorku	IAEA	popis vzorku	TU	TU, chyba měření 1σ
starší publikovaná data				
		pramen Ivanka, 17. 10. 1987, okamžitý odběr, ŠILAR et al. (1990)	45,40	2,0
		pramen Ivanka, okamžitý odběr bez udání data, HORVATINČIĆ et al. (1989)	46,60	1,7
nová data, měřeno v IAEA Vídeň				
1	952136	pramen Ivanka, 25. 4. 1995, okamžitý odběr	23,20	0,73
2	952137	pramen Ivanka, 24. 1. 1995, okamžitý odběr	24,34	0,76
3	952138	vážené srážky Sv. Jan, 1. 11. 1994–30. 4. 1995	12,00	0,51
4	970001	vážené srážky Sv. Jan, 1. 5. 1995–31. 10. 1995	18,36	0,76
5	970002	vážené srážky Sv. Jan, 1. 11. 1995–31. 12. 1995	9,09	0,42
6	970003	vážené srážky Sv. Jan, 1. 1. 1996–28. 2. 1996	10,39	0,47
7	970004	vážené srážky Sv. Jan, 1. 3. 1996–30. 4. 1996	16,09	0,68
8	970005	vážené srážky Sv. Jan, 1. 5. 1996–31. 6. 1996	18,56	0,77
9	970006	vážené srážky Sv. Jan, 1. 7. 1996–31. 8. 1996	16,93	0,71
10	970007	vážené srážky Sv. Jan, 1. 9. 1996–31. 10. 1996	13,27	0,57
11	970008	pramen Ivanka, 1. 11. 1995–31. 12. 1995, váženo vydatností	22,56	0,91
12	970009	pramen Ivanka, 1. 1. 1996–28. 2. 1996, váženo vydatností	21,91	0,90
13	970010	pramen Ivanka, 1. 3. 1996–30. 4. 1996, váženo vydatností	22,07	0,91
14	970011	pramen Ivanka, 1. 5. 1996–31. 6. 1996, váženo vydatností	21,75	0,89
15	970012	pramen Ivanka, 1. 7. 1996–31. 8. 1996, váženo vydatností	21,61	0,89
16	970013	pramen Ivanka, 1. 9. 1996–31. 10. 1996, váženo vydatností	21,31	0,88
měření po skončení projektu režimního sledování pramene				
		pramen Ivanka, 22. 11. 1998, okamžitý odběr, měřeno ve VUV Praha, ing. Světlík	20,59	2,63

V tritiových jednotkách (TU). Nová data s šestimístním číslem vzorku byla měřena v laboratoři hydrologické sekce Mezinárodní agentury pro atomovou energii (IAEA) ve Vídni.

Příloha 6. Nadmořské výšky hydrogeologicky důležitých objektů ve Svatém Janu pod Skalou

objekt	nadmořská výška (Balt, m n. m.)
pramen Ivanka – šachtice, hladina	232,69
pramen Ivan – kostel, hladina jezírka	232,35
výzkumná šachtice S1 v pěnvcích – hladina po vyčištění a výkopu	232,37
klášter, sklep v pěnvcích jižní (bez vody) – nejnižší bod	232,20
klášter, sklep v pěnvcích severní (bez vody) – nejnižší bod	233,63
kotelna – čerpací jámka, hladina před čerpáním	231,50
septik v zahradě kláštera, hladina	232,05
jámka před septikem v zahradě kláštera – hladina	231,95
studna kláštera v domku v zahradě 22.11.1994, hladina	232,33
studna kláštera v domku v zahradě 24.1.1995, hladina	232,55
hladina potoka Kačáku (Loděnice) pod mostem u kostela	230,76
hladina Kačáku nad jezem 100 m nad kostelem	231,73
hladina Kačáku pod mostem zhruba 300 m výše	233,30
hladina Kačáku pod hřebenem s kaplí sv. Kříže na opačné straně meandru, zhruba 1 km nad kostelem	237,03
základní měřicí hřeb v profilu pěnvců nad výzkumnou sondou	238,57

podle měření J. Schwarzera a J. Kadlece, v zimě 1994/1995, za minimální vydatnosti pramenů

	hloubky hladiny v sondě S1 od měř. hřebu
úroveň hladiny v sondě v zimě 1994/1995	-6,20
úroveň hladiny v sondě před vrtáním výzkumného vrtu, 1996	-6,10
úroveň hladiny v sondě po dovrtání výzkumného vrtu	-5,70

Příloha 7. Podmínky stopovací zkoušky z ponoru Arnika a postup výpočtů.

Podmínky testu

Průtok občasného toku mizejícího v ponoru byl v době injekece dne 14. 6. 1995 v 10:00 zhruba $0,3 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$, teplota vstupní vody $10,7^\circ\text{C}$. V časovém intervalu od 10.00 do 10.10 bylo do ponoru dávkováno postupně 200 l 10% roztoku NaCl (7660 g Na^+ a $12\,340 \text{ g Cl}^-$) průměrným průtokem $0,33 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Přítok povrchového toku byl v té době zastaven. V časovém intervalu 10.10 až 10.18 byl poté stopovač spláchnut 800 l vody. V době trvání testu byla souhrnná vydatnost větví Ivanka a Ivan (měřeno na novém měrném profilu) $24,5 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$.

Postup výpočtu maximální celkové vydatnosti pramene v době trvání testu

Průměrné zvýšení koncentrace Na^+ oproti pozadí během trvání píku bylo $1,557 \text{ mg}$, doba trvání signálu 37 hodin.

Podle FLORKOWSKÉHO (1991) lze celkový průtok vypočítat podle vzorce:

$$Q = (\text{množství injektovaného stopovače/průměrná koncentrace ve vývěru}) \cdot (\text{doba trvání signálu})$$
$$Q = (7660/1,557) \cdot (37 \cdot 3600)$$
$$Q = 36,9 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$$

Odhad objemu zaplavených dutin mezi místem injekece a vývěrem

Vzhledem k rychlému nástupu píku a jeho rychlému ukončení předpokládáme, že se podzemní voda v posledním sledovaném úseku systému pohybuje volnými prostorami, jejichž délka je mnohem větší než příčný průřez. Objem dutin lze hrubě odhadnout z objemu vody vytlačené ze systému v intervalu mezi injekcí stopovače a nástupem signálu (cca 19 hodin).

Pro vydatnost $24,5 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$: $V = 24,5 \cdot 19 \cdot 3600 = 1676 \text{ m}^3$

Pro vydatnost $36,9 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$: $V = 36,9 \cdot 19 \cdot 3600 = 2524 \text{ m}^3$

Příloha 8. Separace složek hydrogramu a výpočet objemů vytvářejících jednotlivé složky

Závislost odtoku na čase je popsána exponenciální rovnicí typu

$$Q = Q_{01} \exp(-t/t_{R1}) + Q_{02} \exp(-t/t_{R2}) + Q_{03} \exp(-t/t_{R3}),$$

ve které t_{R1} až t_{R3} („response time“) jsou časové konstanty odpovídající střední době zdržení jednotlivých komponent (složek objemu zvodně). Z analýzy derivace hydrografické křivky pro jednotlivé srážkové události (dQ/dt oproti t) získáme odhady t_R , respektive objemu komponent ($t_R = V/Q$). V našem případě má sestupná část hydrografické křivky tři části Q_1-Q_2 , Q_2-Q_3 a Q_3-Q_4 , které odpovídají přímé složce (Q_1-Q_2 , $t_R = 1$ až 2 dny, složce rychlého oběhu (Q_2-Q_3 , $t_R = \text{cca } 160 \text{ dnů}$) a složce pomalého oběhu (Q_3-Q_4 , $t_R = \text{cca } 700 \text{ dnů}$). Přesnost odhadu t_R klesá s poklesem hodnoty derivace hydrografické křivky a odhady objemu zvodně jsou velmi hrubé. Mimoto byly získány za zjednodušujícího předpokladu dominance jednotlivé komponenty v určitém období odtoku. Přesto jsou tyto odhady objemů jednotlivých komponent odtoku krasového pramene důležité, protože byly získány na základě reálné dynamiky vyprazdňování systému a mohou umožnit sestavení komplexnějších modelů. Objem volných prostor přímé složky odtoku lze tímto postupem vyčíslit zhruba na 1680 až 2430 m^3 (při průměrném odtoku ze systému $19 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$), objem krasově-puklinového systému s vyprazdňováním v řádu měsíců odpovídá zhruba $3 \cdot 10^5$ až $4 \cdot 10^5 \text{ m}^3$ a objem vod pomalého oběhu lze vyčíslit na 10^6 až 10^8 m^3 .

Příloha 9. Matematické vyjádření a popis dvousložkového modelu na základě $\delta^{18}\text{O}$

Hmotová a izotopová bilance dvousložkového modelu odtoku při konstantním odtoku je vyjádřena rovnicemi:

$$\delta^{18}\text{O}_{\text{tot}} = p \cdot \delta^{18}\text{O}_{\text{prec}} + (1 - p) \cdot \delta^{18}\text{O}_{\text{gw}},$$

$$\delta^{18}\text{O}_{\text{gw}} = \delta^{18}\text{O}_{\text{average}}$$

$$p = (\delta^{18}\text{O}_{\text{tot}} - \delta^{18}\text{O}_{\text{gw}}) / (\delta^{18}\text{O}_{\text{prec}} - \delta^{18}\text{O}_{\text{gw}}),$$

ve kterých indexy tot, prec, gw a average označují izotopové složení pramene, srážek, podzemní vody a průměrné hodnoty pramene. Parametr p (0–1) · 100 % odpovídá podílu srážek na odtoku. Podle této rovnice můžeme vypočítat podíly přímých srážek jak pro jednotlivé srážkové události, tak pro delší období.

Přímý podíl srážek na odtoku pramene po vydatných srážkách

datum	$\delta^{18}\text{O}$ odtoku před deštěm (‰)	množství srážek (mm)	$\delta^{18}\text{O}$ srážek (‰)	$\delta^{18}\text{O}$ odtoku po dešti (‰)	podíl srážek (%)
14. 5. 1995	-9,3	27,7	-12,8	-10,6	37
1.–2. 6. 1995	-9,3	59,1	-6,2	-8,8	16

U druhé srážkové události naznačuje výpočet podstatně nižší podíl infiltrace přímých srážkových vod, než je vzhledem k velikosti této srážkové události, faktu zakalení vody v pramenech a prudkému zvýšení vydatnosti reálné. To bylo způsobeno pravděpodobně tím, že půda byla po předchozí srážce ze 14. 5. 1995 nasycena vodou s hodnotu $\delta^{18}\text{O}$ posunutou na opačnou stranu od vody pramene a došlo pravděpodobně k jejímu vymytí.

Pro sledování sezonních a dlouhodobých změn v odtoku je vhodné vyčíslit průměrný podíl přímých srážek za hydrologický rok, respektive za zimní a letní období. Pro výpočet použijeme objemově vážené hodnoty vstupů (srážek) a výstupů (odtoku):

období	zima 1995	léto 1995	rok 1995	zima 1996	léto 1996	rok 1996
$\delta^{18}\text{O}$ srážky (‰)	-11,34	-7,36	-8,54	-12,25	-7,52	-8,67
$\delta^{18}\text{O}$ odtok (‰)	-9,51	-9,11	-9,27	-9,23	-8,95	-9,08
$\Sigma(P_i \cdot \delta_i)$	-2345	-3593,3	-5938,3	-1785,3	-3298,8	-5084,1
ΣP_i	206,7	488,3	695	145,7	438,7	584,4

P_i a δ_i – srážkový úhrn a $\delta^{18}\text{O}$ jednotlivé srážkové události (resp. za období odečtu srážkoměru), Σ – sumární hodnota za uvedené období.

Vypočtené sezonní průměry přímého podílu atmosférických srážek na odtoku pramene

období	zima 1995	léto 1995	rok 1995	zima 1996	léto 1995	rok 1996
přímý podíl srážek	0,11	0,08	0,1*	0,05	0,08	0,07*

* celoroční průměry byly vypočteny s použitím odhadů $\delta^{18}\text{O}$ průměrné podzemní vody: (1995) -9,35 ‰ a (1996) -9,11 ‰

Příloha 10. Výpočet poměru zimních a letních infiltračních koeficientů

Odhad na podíl infiltračních koeficientů za zimní a letní období $\alpha = \alpha_w / \alpha_s$, lze vypočítat prakticky pro jakýkoliv systém na základě izotopové bilance ^{18}O srážek a podzemní vody (GRABCZAK et al. 1984)

$$\alpha = (\Sigma_w P_i \delta_i - \delta_{\text{gw}} \Sigma_w P_i) / (\delta_{\text{gw}} \Sigma_s P_j - \Sigma_s P_j \delta_j),$$

indexy w a s označují srážky za zimní a letní období, P_i je měsíční úhrn srážek, δ_i je vážené průměrné měsíční izotopové složení kyslíku srážek. Hodnoty použité pro výpočet a za období 1994–1996 jsou shrnuty v předchozí tabulce v příloze 9. Pro období 1994–1995 je hodnota poměru infiltračních koeficientů $\alpha = 0,4$ a pro období 1995–1996 je $\alpha = 0,3$. Vypočtený poměr infiltračních koeficientů odpovídá zhruba převrácenému poměru celkových srážek za zimní a letní období hydrologického roku. To znamená, že infiltrované množství za zimní a letní období bylo zhruba shodné.

Příloha 11. Matematické vyjádření a popis komplexních hydrologických modelů

Hlavní komplikace použití komplexních modelů spočívá v tom, že voda se může pohybovat a mísit se ve zvodni velmi různými způsoby, které lze matematicky obtížně modelovat. V detailu se rozlišuje laminární tok, kdy se jednotlivé částice kapaliny pohybují víceméně rovnoměrně ve stejném směru jako kapalina (částicemi kapaliny se mění malé objemy kapaliny větší než molekuly, ale malé ve srovnání s průřezem profilů, jimiž kapalina prochází), a tok turbulentní, kdy se pohyb částic kapaliny rychle mění ve směru i v rychlosti. V přírodních podmínkách se laminárnímu toku blíží pouze velmi pomalý pohyb podzemní vody v pórovitém prostředí s malými póry. V krasových nebo silně rozpukaných horninových prostředích, kde v detailu převažuje turbulentní tok, tyto termíny pro popis chování podzemní vody ve zvodni jako celku nepostačují a pro účely matematického modelování jsou zavedeny další termíny, popisující krajní případy chování vody ve zvodni.

Termín „piston flow“ (pístový tok) je užíván pro popis jednoho z krajních, v přírodě se prakticky nevyskytujících případů, kdy každá nová dávka podzemní vody vstupující do zvodně nebo krasového systému před sebou vytlačuje vodu předcházejícího období, bez velkého míšení, a kdy na výstupu pozorujeme u přírodních izotopových stopovačů obdobný signál jako na vstupu. V případě dotace umělého stopovače do takového systému získáme na výstupu krátkou dobu trvající, ostře ohraničený signál. Z přírodních prostředí se tomuto modelovému přístupu blíží některé puklinové nebo krasové systémy s krátkou dobou zdržení.

Opačným krajním případem je „mixed reservoir“ (dokonale míšený rezervoár – zvodně), kdy se každá nově vstupující dávka podzemní vody dokonale mísí v celém objemu zvodně. Tyto přístupy jsou však vhodné pro matematické zpracování, přírodní podmínky se vždy pohybují mezi těmito možnostmi a blíží se více jedné nebo druhé možnosti. Stejně matematické zpracování jako dokonale míšený rezervoár má však také model uvažující vysoký počet vstupů, jejichž průměrná doba zdržení (nebo také doba průchodu objemového elementu rezervoárem) se pohybuje od 0 do ∞ , tj. nekonečný počet vstupů, které se mísí na výstupu ze systému.

Kvantitativním vyjádřením komplexních koncepčních modelů je jejich matematické zpracování, které vychází buď z dekonvoluce křivky, nebo z řetězení objemových elementů. V obou případech hledáme vztah mezi vstupní a výstupní funkcí stopovače, tj. časovými závislostmi $\delta^{18}\text{O}$ nebo ^3H srážek a odtoku z hydrologického systému.

a) Dekonvoluce (rozbalení) výstupní funkce $c_o(t)$ na vstupní funkci $c_i(t)$ a tzv. odezvu systému („response function“) $h(t, t)$ (tzv. „lumped parameter approach“)

Za ustáleného toku ($Q_o = Q_i$) platí, že:

$$c_o(t) = \int c_i(t-t) \cdot h(t, t) \cdot \exp[-\lambda(t-t)] \cdot dt,$$

přičemž výraz pro $h(t, t)$ obvykle známe a hledáme optimální hodnotu parametru (např. doby zdržení), exponenciální člen se používá pro korekci na radioaktivní rozpad ^3H nebo ^{14}C . Výsledkem je optimalizovaná výstupní funkce, tj. časový průběh koncentrace značkovače na odtoku bez uvažování změn v dynamice odtoku.

b) Metoda řetězení objemových elementů (tzv. „finite element approach“)

Metoda předpokládá, že hydrologický systém lze charakterizovat řetězem objemových elementů, pro které platí lineární vztah mezi odtokem $Q(t)$ a objemem elementu $V(t)$:

$$V(t) = K \cdot Q(t). \quad (6)$$

Konstanta K má rozměr času a pro ustálené podmínky odpovídá střední době zdržení vody v objemu. Časová závislost odtoku je vyjádřena vztahem

$$Q(t) = Q_0 \cdot \exp(-kt), \quad (7)$$

kde Q_0 je odtok v čase $t = 0$. Řetězením objemových elementů za se-

bou či vedle sebe simulujeme skutečné chování hydrologického systému. Výpočet pro n objemových buněk probíhá v časových intervalech na základě hmotové a objemové bilance – výstup z $(n-1)$ buňky v čase t se stává vstupem do n -té buňky v čase $t + 1$. Výsledkem je objemová a koncentrační výstupní funkce odtoku (YURTSEVER 1983).

Obě metody mají své nedostatky ve zjednodušujících předpokladech. Dekonvoluce výstupní funkce nezahrnuje variabilitu odtoku a funkce používané pro model odezvy systému – v případě krasových systémů jsou to pístový tok nebo ideálně míchaný rezervoár – jsou příliš jednoduché. Řetězením objemových elementů můžeme zahrnout jak variabilitu dynamiky odtoku, tak koncentrace značkovače, ale modelová představa krasového systému jako sekvence objemových buněk neodpovídá skutečnému mechanismu vyprazdňování.

Pro diskusi hydrologických modelů krasu je vhodné upřesnit některé často užívané termíny. Jde o průměrnou dobu zdržení T („average residence time“), která je definována jako poměr mezi objemem mobilní vody V_m a objemovou rychlostí vydatnosti Q :

$$T = V_m / Q$$

Průměrná doba zdržení je hojně používaný termín zvláště v souvislosti s určováním doby zdržení podzemní vody (tj. fakticky objemu zvodně, který se obmění za daný čas). Uvedme si ještě dva nejjednodušší modely toku používané v souvislosti s krasovými systémy. Jde o pístový model a ideálně míchanou zvodně (tzv. exponenciální model). V případě pístového toku předpokládáme, že infiltrované srážky (nebo obecně jakýkoliv stopovač) prochází systémem bez jakékoliv interakce, podobně jako píst trubkou. Průměrná doba zdržení je totožná s dobou průchodu jednotkového objemu systémem. Tohoto nejjednoduššího modelu lze využít jen pro určité části toku puklinami. Nicméně je velmi jednoduchý pro výpočet změn v koncentraci radioaktivního stopovače s časem

$$c = c_0 e^{-\lambda t},$$

kde c_0 je koncentrace radioaktivního stopovače (tritia ^3H nebo ^{14}C) v čase $t = 0$, kdy vstoupil do sledovaného systému, c je koncentrace v čase t , kdy ze systému vystupuje, respektive kdy je detekován, λ je rozpadová konstanta.

Model tzv. ideálně míchané zvodně je často uváděn ve své zjednodušené podobě, kdy předpokládáme, že do systému o konstantním objemu vstupují průběžně srážky (stopovač), které se ideálně promíchají s objemem a ze systému vystupují. Objem je tak průběžně doplňován vstupy o různém stáří nebo koncentraci stopovače. Hydrologicky přijatelnější je představa zvodně doplňované vodami o různé době zdržení – od nuly do nekonečna. Výsledný odtok je směsí všech vstupů.

Aplikace na svatojanský krasový pramen

a) Výpočet průměrné doby zdržení srážek v systému na základě dat izotopového složení kyslíku

Průměrnou dobu zdržení srážek v krasovém systému můžeme odhadnout z variability hodnot $\delta^{18}\text{O}$ srážek (*prec*) a pramene (*spring*), nahradíme-li skutečné hodnoty sinusovou funkcí a předpokládáme-li exponenciální model zvodně (SIEGENTHALER, 1971):

$$\delta^{18}\text{O}_{prec} = D + A \sin \omega t$$

$$\delta^{18}\text{O}_{spring} = D + B \sin(\omega t + \phi)$$

$$T = 1/2\pi [(B/A)^2 - 1]^{1/2},$$

T je v rocích, $(T \cdot 12)$ v měsících.

Vypočtené hodnoty průměrné doby zdržení srážek v krasovém systému ze ztlumení $\delta^{18}\text{O}$

období	zima 1995	1995	zima 1996	1996
T (v měsících)	15,3	16,7	16,4	21,2

Uvedený odhad je pouze orientační, získaný za silně zjednodušujících předpokladů a nevypovídá o skutečném stáří vody pomalého oběhu. To je dáno tím, že zprůměrováním $\delta^{18}\text{O}$ za 5 či 20 let dostaneme prakticky shodné hodnoty, které ovlivňují odhad střední doby zdržení. Z tabulky je patrná změna doby zdržení mezi rokem 1995 a 1996. Ta souvisí se změnou objemu krasového systému po srážkově výjimečném období 1995–1996, které se projevilo i zvýšením hodnoty podzemního odtoku (base flow). Navýšení objemu systému během pozorovaného období komplikuje jakékoliv modelové výpočty, které a priori předpokládají pouze konstantní objem.

b) Dynamika odtoku spolu s variabilitou $\delta^{18}\text{O}$

Modelové řetězení objemových elementů umožňuje modelovat jak dynamiku toku (změny odtoku s časem), tak koncentrace stopovače (v tomto případě $\delta^{18}\text{O}$) současně. Pro odhad velikosti objemových elementů jsme použili hodnoty získané z analýzy hydrogramů. Velikost modelového systému je tak podložena reálnými veličinami. Způsob, jakým sestavíme objemové elementy (za sebou či vedle sebe), ovlivňuje promíchávání srážek a vod systému a mění způsob proudění stopovače takovýmto systémem. Objemové elementy sestavené za sebou předávají objem vstupujících srážek rychle s malými změnami v koncentraci, což je období výše zmíněného píستového modelu. Naopak sestavení objemových elementů vedle sebe zpomalí průchod srážek systémem a koncentrace stopovače je více dispergována. Průchod srážek systémem můžeme dále ovlivňovat regulací toku mezi elementy (období regulačních prvků v potrubí). Jedním z prvků je přepad („throttle“), dalším větvení („partitioning“). Pomocí nich usměrnujeme vstupující srážky v horizontálním a vertikálním směru,

aby tok systémem objemových elementů co nejlépe vystihoval koncepční model systému. Autorem použitého programu je Y. Yurtsever z IAEA (YURTSEVER 1983).

c) Variabilita $\delta^{18}\text{O}$ odtoku vzhledem ke srážkám

Výše diskutované sdílení podzemní vody rychlého a pomalého oběhu na vývěru pramene můžeme kvantifikovat buď analyticky bilancí $\delta^{18}\text{O}$ (podobně jako u výpočtu přímého podílu infiltrovaných srážek za předpokladu promíchávání, respektive kumulace infiltrované vody do svislých puklin), nebo přímo modelovým výpočtem separací závislosti $\delta^{18}\text{O}$ odtoku od $\delta^{18}\text{O}$ srážek (dekonvolucí).

Pro modelování byl použit FLOW model P. Maloszewského (MALOSZEWSKI – ZUBER 1996), který neuvažuje variabilitu odtoku a pracuje pouze s koncentracemi stopovačů (v našem případě $\delta^{18}\text{O}$) na vstupu a výstupu ze systému. Vzhledem k velkému rozdílu mezi objemem srážek za rok 1995 a 1996 byla tato období zpracována odděleně, abychom dosáhli lepší shody mezi skutečnými a vypočtenými hodnotami. Zároveň tím alespoň nepřímo paralyzujeme vliv změny objemu krasového systému, ke kterému došlo v monitorovacím období. Záměrem dekonvoluce bylo určit vzájemné poměry vody rychlého a pomalého oběhu a určit způsob míchání vod rychlého oběhu před vývěrem. Nejlepší shody mezi pozorovanou a modelovou variabilitou $\delta^{18}\text{O}$ vývěru bylo dosaženo pro zhruba 70% podíl podzemní vody pomalého oběhu a 30% podíl vody rychlého oběhu z puklin. Tato voda rychlého oběhu se míchá jen částečně (kombinovaný pístový a exponenciální model), s průměrnou dobou zdržení zhruba 1 měsíc.

Hloubka oběhu podzemní vody se nejčastěji určuje vztahem

$$h = (TH - TZ)/G, \quad (1)$$

kde h – hloubka oběhu vody (m), TH – průměrná teplota vody pramene ($^{\circ}\text{C}$), TZ – průměrná teplota horninových vrstev u povrchu v dané lokalitě ($^{\circ}\text{C}$), G – geotermický gradient ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{m}^{-1}$).

Protože není známá skutečná teplota vody v hloubce h , je zaveden zjednodušující předpoklad, že teplota vody pramene (TH) je rovna teplotě vody v hledané hloubce h , tedy že teplota vody se při výstupu k povrchu nemění. Ve skutečnosti teplota vody cestou k povrchu vždy klesá, většinou však nijak výrazně. Toto zjednodušení proto ovlivňuje výsledek minimálně.

Mnohem podstatnějším nedostatkem uvedeného vztahu je zanedbání skutečnosti, že voda pohlcuje při svém sestupu a ohřevu část tepla přinášeného zemským tepelným tokem. V oblastech infiltrace s intenzivním prouděním podzemní vody jsou proto skutečné geotermické gradienty výrazně nižší než gradienty naměřené v hlubokých vrtech v širším okolí. Právě dosazení nadhodnoceného gradientu, který neodpovídá skutečnému průběhu teploty s hloubkou, vytváří chybu ve výpočtu.

Odvod tepla proudící podzemní vodou nabývá na významu zejména tam, kde dochází k rychlému a intenzivnímu proudění podzemní vody. Výrazné ovlivnění tepelného toku a teplotního gradientu v horských oblastech je již dlouho známo (např. BÖGLI 1971). Ze změny tepelných toků měřených na vrtech, i sdruženým modelováním hydraulických a teplotních toků se podařilo nezvratně prokázat, že tyto jevy nejsou zdaleka omezeny pouze na horské oblasti, naopak vyskytují se i v oblastech s nižší morfologií. Bylo identifikováno mnoho oblastí, kde podzemní voda působí jako významný nosič zemského tepelného toku, s výraznými anomáliemi tepelného toku a poruchami geotermálního gradientu. (JONES – MAROROWICZ 1987, WILSON – LUHESHI 1987.)

V literatuře je popsána celá řada numerických modelů, které umožňují vypočítat různé varianty proudění vody a tepelného toku, včetně prostředí s přítomností puklin a nehomogenit (např. DOMENICO – SCHWARTZ 1997, FORSTER – SMITH 1989, SMITH – CHAPMAN 1983).

Krasové oblasti jsou jedním z prostředí, kde se odvod tepla podzemní vodou může uplatnit v nezanedbatelném měřítku. K proudění podzemní vody i hluboko pod erozní bází může docházet zejména v synklinálách (KULLMAN 1990). Na základě zákona zachování tepelného toku byly BRUTHANSEM (1998, 1999) pro výpočet hloubky oběhu podzemní vody v prostředích s rychlým a intenzivním prouděním odvozeny vzorce, které zohledňují pohlcení části tepelného toku proudící vodou. V krasu obecně není proudění v hloubkách mnoha set metrů vzácností. Je to možné dokumentovat i na příkladu Moravského krasu, kde bylo rezistivimetrií ve vrtu prokázáno intenzivní proudění v hloubce 500 m (TARABA 1974), přestože se v blízkosti nachází mělký drenážní systém Amatérské jeskyně.

Zákon zachování tepelného toku lze popsat rovnicí

$$q_{tn} = q_v + q_{tz}, \quad (2)$$

kde q_{tn} – tepelný tok neporušený ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$), q_v – odběr tepla proudící vodou ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$), q_{tz} – zbytkový tepelný tok ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$).

Tento vztah popisuje skutečnost, že zemský tepelný tok q_{tn} je částečně přeměněn na teplo q_v odnášené proudící vodou; zbytek pokračuje k povrchu jako zbytkový tepelný tok q_{tz} .

Další vzorec vyčísluje množství tepla q_v , které spotřebuje proudící voda ke svému ohřevu z teploty zemského povrchu TZ na teplotu TH při daném specifickém podzemním odtoku Q . Opět je zaveden zjednodušující předpoklad, že teplota vody pramene (TH) je rovna teplotě vody v hledané hloubce h , tedy že teplota vody se při výstupu k povrchu nemění

$$q_v = Q \cdot PQ \cdot P_v/P_{tn} \cdot c \cdot R \cdot (TH - TZ), \quad (3)$$

kde Q – specifický podzemní odtok ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$), PQ – koeficient

zastoupení specifického odtoku v prameni (bezrozměrný)*, P_v – infiltrační oblast, plocha, ze které přitéká specifický podzemní odtok (km^2), P_{tn} – plocha, kde proudí podzemní voda a ze které odebírá část tepelného toku (km^2), c – měrné teplo vody ($\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1}$), R – hustota vody ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$), TH – průměrná teplota vody pramene ($^{\circ}\text{C}$), TZ – průměrná teplota horninových vrstev u povrchu v dané oblasti ($^{\circ}\text{C}$).

Zbytkový tepelný tok lze popsat vztahem

$$q_{tz} = (TH - TZ)/h \cdot l, \quad (4)$$

kde h – střední hloubka oběhu podzemní vody, hledaná neznámá hodnota (m), l – koeficient tepelné vodivosti horninového prostředí ($\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1}$).

Dosazením rovnic pro q_{tz} a q_v do rovnice zákona zachování tepelného toku a vyjádřením pro h získáváme vztah pro výpočet střední (průměrné) hloubky oběhu podzemní vody. Skutečný rozsah hloubek oběhu nelze určit, je však možné vypočítat možné varianty rozsahu hloubek proudění podél vertikální osy. Hloubka je počítána od průměrné nadmořské výšky v hlavní infiltrační oblasti pramene, nikoliv od místa vývěru.

Stejným způsobem je možné odvodit vzorec uvažující proudění v n různých hloubkách. Ten lépe aproximuje reálné proudění, které vždy probíhá s obvykle do hloubky klesající intenzitou v určitém hloubkovém intervalu. Vzorec umožňuje odhadovat různé varianty rozložení proudění vody s hloubkou tak, aby platilo, že po smíšení vod z různých úrovní bude výsledná teplota stejná jako u sledovaného pramene.

Výsledky výpočtu průběhu teploty s hloubkou v holyňsko-hostimské synklinále u Svatého Jana pod Skalou ukazuje obrázek na str. 128. Znázorněn je i průběh teploty pro prostředí s normálním geotermickým gradientem neovlivněným prouděním podzemní vody. Za průměrnou teplotu zemského povrchu v infiltrační oblasti byla dosazena teplota $8,2^{\circ}\text{C}$.

Průměrná teplota vyvěrající vody je $11,4^{\circ}\text{C}$ a maximální teploty $11,6^{\circ}\text{C}$ pramen dosahuje při nejnižších průtocích, a tedy dominanci vody nejhlubšího oběhu zpravidla koncem zimy před táním sněhu. Při použití běžného vzorce (1), který neuvažuje odvádění části tepla proudící podzemní vodou, vychází hloubka oběhu zhruba 160 m pod úroveň průměrné nadmořské výšky hlavní infiltrační oblasti. Pokud přijmeme za průměrnou nadmořskou výšku infiltrační oblasti 400 m, vychází hloubka proudění podle tohoto vzorce do úrovně okolo 240 m n. m., tedy jen do úrovně místa vývěru (vývěr je v 232 m n. m.).

Výpočet hloubky oběhu podzemní vody podle vzorce (2)

Protože nebyl znám přesný rozsah povodí pramene ve Sv. Janu, byly výpočty provedeny pro obě následující varianty. Tepelný tok byl v obou případech uvažován $0,06 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ (ČERMÁK 1978), specifický podzemní odtok $2,8 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ (VČÍSLOVÁ 1980), $PQ = 1$. Nejbližší měření tepelného toku v okolí studované lokality bylo provedeno ve vrtu Ro-1 v hradinovském antiklinoriu mezi Roblínem a Voklasy. Tento vrt dosáhl hloubky $-248,7 \text{ m}$ a termometrická data byla získána v hloubkovém intervalu -130 až $-247,8 \text{ m}$ v nodulárních vápencích (BRUNNEROVÁ et al. 1975). Geotermální gradient ve vrtu byl $0,0213^{\circ}\text{C} \cdot \text{m}^{-1}$ a tepelný tok byl vypočten na $1,47$ až $1,49 \text{ mcal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, tj. $0,062 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$. Vrt se nachází v oblasti s nižší intenzitou oběhu podzemní vody (BRUTHANS a ZEMAN 2000).

*Koeficient PQ udává, jaká část specifického odtoku se účastní oběhu do pramene. Pohybuje se mezi 0–1 (0–100 %). Tento parametr je velmi důležitý. Při zadání $PQ = 1$ vychází maximální možná hloubka oběhu (odběru tepla se účastní celý specifický podzemní odtok), při $PQ = 0$ vychází minimální možná hloubka oběhu. Vzorec se redukuje na vzorec (1) a množství proudící vody je tak nízké, že jeho vliv lze zanedbat.

Varianta 1:

Oběh do pramene se odehrává pouze v jednom z křídel holyňsko-hostimské synklinály. Potom se $P_v = P_{tn}$ a střední hloubka oběhu vychází rovná téměř 500 m pod povrchem.

Varianta 2:

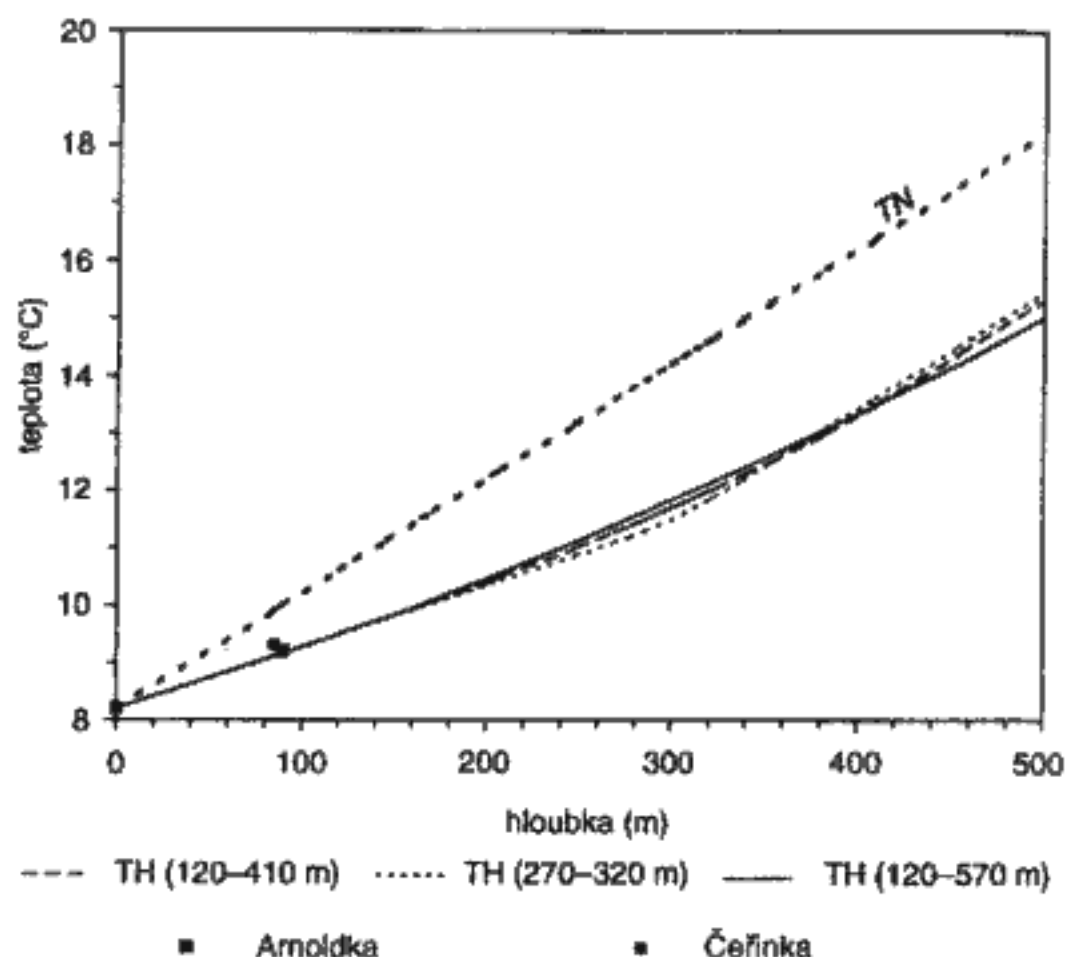
Oběhu do pramene se účastní obě křídla synklinály. Potom P_v je výrazně menší než P_{tn} (velkou plochu v centru synklinály vyplňuje srbské souvrství tvořené nekrasovějšími horninami, kde dochází pravděpodobně jen k velmi omezené infiltraci). Za takových podmínek získáme střední hloubku oběhu nižší, zhruba 300 m pod úrovní průměrné nadmořské výšky infiltrační oblasti (tedy do úrovně okolo 100 m n. m., zhruba 130 m pod úrovní dna údolí Kačáku). Uvažujeme-li pokles intenzity proudění s hloubkou, může zasahovat zóna proudění podzemních vod až do hloubek okolo 600 m (–200 m n. m.). V hloubkovém intervalu 400 až 600 m by potom protékalo ještě 25 % vody.

Je zřejmé, že první varianta poskytuje nereálnou střední hloubku oběhu (500 m). To svědčí pro uplatnění obou křídel synklinály a prostoru pod srbským souvrstvím při proudění.

Výsledky výpočtu prokazují oběh podzemních vod v holyňsko-hostimské synklinále hluboko pod úrovní lokální erozní báze (dna údolí Kačáku) a významně podporují možnost hydrogeologické komunikace obou křídel synklinály.

Data uvedeného modelu byla ověřována měřeními teplot v nejhlubších místech propastovitých jeskyní Arnoldka a Čefinka (lokalizace objektu viz obr. 23 v kap. 5.), kde se teploty v hloubkách necelých 100 m pod povrchem pohybují jen těsně nad 9 °C. Obě varianty výpočtu jsou znázorněny v obrázku.

Výsledky vzorce nemohou plně nahradit numerické modelování hydraulických a tepelných toků, které mnohem komplexněji odráží skutečné podmínky (včetně prostorové variability) při proudění. Naopak výhodou je rychlé a jednoduché ohodnocení hloubky oběhu podzemní vody. Použití je vhodné zejména v případech, kdy nelze numericky sestavit model sdruženého proudění (z nedostatku dat, zkušenosti nebo finančních a časových možností). Zde je vhodné zdůraznit, že ačkoliv výsledek tohoto vzorce nedosahuje přesnosti výsledku numerických modelů, stále jde o mnohem přesnější přiblížení skutečnosti, než které poskytuje obecně užívaný vzorec (1). Se zvyšující se intenzitou proudění vody roste navíc chyba vzorce (1) velmi prudce! Vzorec je navíc možné do jisté míry kalibrovat pomocí měření geotermického gradientu, pokud jsou tato data dostupná přímo v zájmové oblasti.



Rozložení modelových vypočítaných teplot v holyňsko-hostimské synklinále v závislosti na hloubce. Uvedeny jsou obě varianty vzorců. Horní příčka (TN) odpovídá růstu teploty s normálním gradientem. Křivkami jsou uvedeny vypočtené gradienty, pokud uvažujeme odvod tepla proudící vodou. V závorce je hloubkový rozsah proudění podzemní vody. V obrázku jsou uvedeny i skutečné průměrné roční teploty vody podle měření v propastovitých jeskyních Arnoldka a Čefinka. Ty ukazují, že skutečný průběh teploty s hloubkou se blíží výpočtům uvažujícím odvod tepla proudící vodou.

Depth dependence of calculated model temperatures in the Holyňsko-Hostim syncline. Results of two different model calculations are shown. Upper line (TN) corresponds to the temperature increase under normal undisturbed thermal gradient. Curves indicate calculated thermal gradients with an assumption that a proportion of heat is transported to the surface by circulating groundwater. Numbers in parentheses show the depth of groundwater circulation. Real measured temperature data from the Arnoldka and Čefinka caves are also shown.

Příloha 13. Chemismus vod sledovaných objektů v období od 1. 11. 1994 do 31. 10. 1997

objekt	pH	M	C	Na ⁺	K ⁺	Li ⁺	NH ₄ ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	Fe ²⁺	Al ³⁺	F ⁻	Cl	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	SiO ₂
Svatý Jan pod Skalou, pramen Ivanka																				
22.11.1994	7,2	680,9	855	7,48	1,58	0,006	0,02	15,09	154,4	0,009	< 0,010	0,05	< 0,20	0,15	29,7	50,7	< 0,01	332,6	79,7	9,5
24.1.1995	8,1	540,8	705	7,35	1,57	< 0,005	< 0,02	14,29	110,5	0,006	< 0,010	< 0,05	< 0,20	0,13	31,7	53,7	n.d.	222,7	88,8	10,1
25.4.1995	7,2	687,6	834	8,50	1,80	< 0,005	< 0,02	14,50	152,0	< 0,005	< 0,010	< 0,05	< 0,20	0,12	29,6	49,9	n.d.	317,3	105,0	8,9
20.5.1995	7,8	569,4	642	6,50	1,78	< 0,005	< 0,02	12,39	126,0	< 0,005	0,013	< 0,05	< 0,20	0,12	19,8	31,3	n.d.	262,4	98,0	11,1
15.6.1995	8,1	627,0	751	6,00	2,20	< 0,005	< 0,02	10,38	142,5	0,006	0,011	< 0,05	< 0,20	0,16	15,2	43,5	n.d.	286,8	111,0	9,2
12.7.1995	7,3	700,9	897	7,14	1,70	< 0,005	< 0,02	13,25	159,4	0,010	< 0,010	< 0,05	< 0,20	0,16	26,3	55,7	< 0,01	326,5	102,0	8,8
10.10.1995	7,3	677,2	856	7,44	1,51	0,006	< 0,02	14,79	156,3	0,016	< 0,010	< 0,05	< 0,20	0,13	28,6	51,0	n.d.	323,4	84,8	9,2
29.11.1995	7,3	677,5	890	7,52	1,59	0,005	< 0,02	14,73	148,1	< 0,005	< 0,010	0,06	< 0,20	0,14	29,3	51,5	n.d.	329,5	87,0	8,0
24.1.1996	7,5	698,6	857	7,85	1,57	0,005	< 0,02	14,52	152,4	< 0,005	0,010	< 0,05	< 0,20	0,16	30,8	56,2	n.d.	329,5	97,1	8,4
28.2.1996	7,8	685,1	755	7,53	1,55	0,005	< 0,02	14,68	146,9	< 0,005	< 0,010	< 0,05	< 0,20	0,13	32,2	57,2	n.d.	320,4	94,9	9,6
4.4.1996	7,6	685,5	979	7,69	1,68	< 0,005	0,03	13,83	145,4	0,007	0,014	< 0,05	< 0,20	0,16	30,7	54,4	n.d.	326,5	96,2	9,0
30.5.1996	7,3	693,7	694	7,21	1,72	0,005	< 0,02	13,62	150,3	0,013	0,018	< 0,05	< 0,20	0,16	26,3	51,0	n.d.	326,5	106,5	10,4
10.7.1996	7,4	697,1	815	6,97	1,51	< 0,005	< 0,02	13,84	149,4	< 0,005	< 0,010	< 0,05	< 0,20	0,16	28,9	52,6	n.d.	335,6	99,1	9,0
2.10.1996	7,4	686,7	855	7,12	1,55	0,005	< 0,02	14,61	148,6	0,007	0,012	< 0,05	< 0,20	0,14	30,1	57,8	n.d.	329,5	89,2	8,1
4.12.1996	7,9	694,9	807	7,21	1,56	0,005	< 0,02	15,02	151,2	< 0,005	0,021	< 0,05	< 0,20	0,17	31,2	56,7	n.d.	332,6	92,4	6,9
22.1.1997	7,4	695,6	802	7,95	1,61	0,005	0,02	15,62	146,8	0,018	< 0,010	< 0,05	< 0,20	0,12	32,9	56,9	n.d.	332,6	91,8	9,3
11.3.1997	7,2	696,2	857	8,04	1,64	< 0,005	< 0,02	14,60	153,4	0,006	< 0,010	< 0,05	< 0,20	0,14	29,2	54,5	n.d.	329,5	94,0	11,1
23.4.1997	7,7	693,2	820	7,61	1,72	0,005	< 0,02	14,23	147,1	< 0,005	0,013	< 0,05	< 0,20	0,14	29,6	53,8	n.d.	332,6	96,5	10,0
3.6.1997	7,4	687,7	847	7,42	1,55	< 0,005	0,08	15,30	150,7	0,007	< 0,010	< 0,05	< 0,20	0,12	30,1	56,3	n.d.	332,6	83,1	10,5
8.7.1997	7,3	686,1	849	7,23	1,48	< 0,005	< 0,02	14,53	146,0	0,007	< 0,010	< 0,05	< 0,20	0,12	29,4	61,6	n.d.	329,5	85,9	10,3
17.9.1997	8,2	692,0	852	7,21	1,42	< 0,005	< 0,02	15,09	148,3	< 0,005	0,028	< 0,05	< 0,20	0,15	33,9	58,0	n.d.	329,5	88,3	10,1
31.10.1997	7,3	699,3	830	7,50	1,57	< 0,005	< 0,02	15,00	153,3	0,005	< 0,010	< 0,05	< 0,20	0,14	31,7	57,1	n.d.	335,6	85,4	11,9
Svatý Jan pod Skalou, pramen Ivan																				
22.11.1994	7,2	688,9	862	7,49	1,59	0,006	< 0,02	15,14	153,4	< 0,005	0,012	< 0,05	< 0,20	0,17	30,1	53,3	n.d.	332,6	85,7	9,4
24.1.1995	8,1	487,5	659	7,46	1,52	< 0,005	0,03	14,39	96,1	< 0,005	< 0,010	< 0,05	< 0,20	0,12	31,6	53,2	n.d.	183,1	89,7	10,3
25.4.1995	7,2	687,0	836	8,50	1,78	< 0,005	< 0,02	14,78	154,5	< 0,005	< 0,010	< 0,05	< 0,20	0,12	29,1	49,1	n.d.	317,3	103,0	8,8
15.6.1995	7,9	628,9	779	5,99	2,17	< 0,005	< 0,02	10,38	144,4	< 0,005	< 0,010	< 0,05	< 0,20	0,16	14,8	42,6	n.d.	292,9	107,0	8,5
12.7.1995	7,2	704,7	839	7,09	1,61	< 0,005	< 0,02	13,22	158,7	0,007	< 0,010	< 0,05	< 0,20	0,15	26,3	55,8	< 0,01	329,5	103,0	9,3
10.10.1995	7,4	674,6	864	7,36	1,46	< 0,005	< 0,02	14,39	151,3	0,017	< 0,010	< 0,05	< 0,20	0,17	29,3	51,9	n.d.	323,4	86,7	8,6
Svatý Jan pod Skalou, pramen v kotelně kláštera																				
22.11.1994	7,3	685,6	857	7,70	1,96	< 0,005	< 0,02	14,54	152,5	0,008	0,049	1,69	< 0,20	0,17	29,8	56,1	n.d.	326,5	84,7	9,9
24.1.1995	7,9	677,6	837	7,39	1,74	< 0,005	0,05	14,43	142,5	0,005	< 0,010	< 0,05	< 0,20	0,15	31,5	53,5	n.d.	326,5	90,0	9,9
25.4.1995	7,3	678,8	846	8,80	1,96	0,005	< 0,02	14,98	146,5	0,012	< 0,010	< 0,05	< 0,20	0,12	29,4	48,2	n.d.	317,3	102,0	9,5
15.6.1995	7,5	648,9	808	7,07	2,57	0,005	< 0,02	12,70	143,9	0,005	0,011	< 0,05	< 0,20	0,16	18,5	43,8	n.d.	302,0	109,0	9,1
12.7.1995	7,3	694,5	815	7,25	2,23	< 0,005	< 0,02	13,55	157,0	0,007	< 0,010	< 0,05	< 0,20	0,15	24,2	53,9	< 0,01	320,4	106,0	9,9
10.10.1995	7,4	672,0	869	7,64	1,82	0,006	< 0,02	14,24	149,4	0,020	0,011	< 0,05	< 0,20	0,16	29,1	51,2	n.d.	317,3	91,8	9,3
Svatý Jan pod Skalou, studna kláštera																				
22.11.1994	7,4	705,8	916	12,27	1,83	0,005	< 0,02	36,03	125,7	0,008	0,012	1,60	< 0,20	0,14	24,4	41,9	< 0,01	329,5	120,0	12,4
24.1.1995	8,1	574,5	751	12,25	1,74	< 0,005	< 0,02	35,38	85,4	0,009	< 0,010	< 0,05	< 0,20	0,11	25,9	44,4	n.d.	219,7	135,7	13,9
25.4.1995	7,4	712,2	863	14,30	1,89	< 0,005	< 0,02	39,03	120,3	0,006	< 0,010	< 0,05	< 0,20	0,10	24,8	42,0	n.d.	323,4	135,0	11,4
12.7.1995	7,4	708,5	853	11,74	1,05	0,005	< 0,02	33,30	120,3	0,005	< 0,010	< 0,05	< 0,20	0,15	26,2	42,5	< 0,01	335,6	120,0	17,6
10.10.1995	7,6	682,6	885	10,62	0,86	0,007	< 0,02	30,75	127,0	0,014	< 0,010	< 0,05	< 0,20	0,13	24,3	39,5	n.d.	323,4	108,0	18,0
Sedlec, krasový pramen																				
24.1.1995	8,5	816,6	959	24,12	9,57	< 0,005	0,26	14,70	160,3	0,006	< 0,01	< 0,05	< 0,20	0,18	45,4	28,2	n.d.	402,6	118,0	13,3
25. 4.1995	8,0	694,3	836	8,40	1,38	< 0,005	< 0,02	43,15	99,3	< 0,005	< 0,01	< 0,05	< 0,20	0,12	7,7	9,4	n.d.	372,2	143,0	9,6
12.7.1995	7,9	703,6	865	7,54	1,27	< 0,005	< 0,02	41,39	111,3	0,010	< 0,01	< 0,05	< 0,20	0,14	7,9	14,9	< 0,01	353,9	156,0	9,2
10.10.1995	7,9	707,3	890	7,84	1,28	< 0,005	< 0,02	43,92	120,2	0,009	< 0,01	0,06	< 0,20	0,17	7,5	12,9	n.d.	363,1	141,0	9,3
29.11.1995	8,0	701,3	889	7,91	1,42	< 0,005	< 0,02	45,06	111,9	0,007	< 0,01	< 0,05	< 0,20	0,14	7,9	13,5	n.d.	353,9	150,0	9,6
24.1.1996	8,2	703,8	830	8,21	1,23	< 0,005	0,05	44,83	111,4	< 0,005	< 0,01	< 0,05	< 0,20	0,12	8,3	13,9	n.d.	341,7	165,2	8,9
4.4.1996	8,2	671,3	923	7,94	1,23	< 0,005	< 0,02	43,01	102,0	< 0,005	< 0,01	< 0,05	< 0,20	0,14	8,6	13,9	n.d.	323,4	161,0	10,0
30.5.1996	8,0	734,3	699	8,16	1,39	< 0,005	< 0,02	40,96	116,0	0,010	< 0,01	< 0,05	< 0,20	0,17	8,3	13,5	n.d.	375,3	160,5	10,0
10.7.1996	8,0	742,3	849	7,77	1,31	< 0,005	< 0,02	43,01	116,6	0,005	< 0,01	< 0,05	< 0,20	0,13	8,7	14,9	n.d.	378,3	162,4	9,3
2.10.1996	8,0	742,0	880	8,23	1,39	< 0,005	< 0,02	43,73	118,3	< 0,005	< 0,01	< 0,05	< 0,20	0,12	6,8	15,9	n.d.	382,6	157,3	7,6
4.12.1996	8,0	716,8	811	8,11	1,37	< 0,005	< 0,02	45,27	110,6	< 0,005	< 0,01	< 0,05	< 0,20	0,14	9,0	16,2	n.d.	357,0	162,1	7,1

Příloha 13 (pokračování)

objekt	pH	M	C	Na ⁺	K ⁺	Li ⁺	NH ₄ ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	Fe ²⁺	Al ³⁺	F ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	SiO ₂
22.1.1997	8,0	731,7	816	8,16	1,27	< 0,005	0,42	43,14	115,8	0,013	< 0,01	< 0,05	< 0,20	0,11	9,0	16,0	n.d.	366,1	161,3	10,3
11.3.1997	8,0	737,0	858	8,20	1,26	< 0,005	0,12	43,59	120,1	< 0,005	0,010	< 0,05	< 0,20	0,13	8,4	14,2	n.d.	375,3	155,0	10,8
23.4.1997	8,1	634,2	736	7,95	1,38	< 0,005	< 0,02	43,91	94,3	< 0,005	< 0,01	< 0,05	< 0,20	0,11	8,7	14,5	n.d.	295,9	156,8	10,6
3.6.1997	8,0	734,8	858	8,18	1,41	< 0,005	0,09	43,91	121,4	0,005	< 0,01	0,06	< 0,20	0,10	8,4	15,0	n.d.	385,6	140,0	10,6
8.7.1997	7,8	708,1	851	8,11	1,33	< 0,005	< 0,02	45,04	111,9	< 0,005	< 0,01	< 0,05	< 0,20	0,10	8,2	15,8	n.d.	357,0	150,3	10,4
17.9.1997	8,2	671,8	831	8,44	1,17	< 0,005	0,07	45,10	107,8	< 0,005	< 0,01	< 0,05	< 0,20	0,12	9,0	19,4	n.d.	311,2	159,0	10,5
31.10.1997	8,1	735,1	841	8,34	1,26	< 0,005	< 0,02	45,39	118,4	0,009	0,045	< 0,05	< 0,20	0,10	9,0	16,0	n.d.	372,2	153,3	11,0
Studna u Kozolupy																				
28.2.1996	7,8	817,5	921	11,18	0,79	0,006	0,04	11,16	197,7	< 0,005	< 0,010	0,05	< 0,20	0,13	52,6	80,7	n.d.	277,6	175,4	10,2
4.4.1996	7,6	849,9	1188	11,60	0,75	< 0,005	0,20	11,25	201,4	0,006	0,026	< 0,05	< 0,20	0,14	54,3	86,4	n.d.	292,9	183,0	7,9
30.5.1996	7,3	877,7	869	11,43	0,80	0,006	0,05	11,01	205,0	0,008	< 0,010	< 0,05	< 0,20	0,17	52,6	94,2	n.d.	314,3	177,8	10,3
10.7.1996	7,6	876,6	1058	10,85	0,84	0,007	< 0,02	10,72	204,7	< 0,005	< 0,010	< 0,05	< 0,20	0,17	50,8	82,4	n.d.	329,5	178,0	8,6
2.10.1996	7,5	859,4	1097	11,41	0,92	0,007	< 0,02	10,92	203,6	0,014	0,026	0,06	< 0,20	0,15	49,5	80,1	n.d.	329,5	164,1	9,0
4.12.1996	7,7	897,6	1037	11,20	0,84	0,006	< 0,02	10,95	212,6	< 0,005	0,011	< 0,05	< 0,20	0,16	54,6	85,4	n.d.	323,4	191,0	7,4
22.1.1997	7,6	883,7	1008	10,91	0,80	0,006	0,02	10,99	209,0	0,018	< 0,010	< 0,05	< 0,20	0,12	56,0	89,1	n.d.	308,2	190,2	8,4
11.3.1997	7,3	828,7	1042	12,46	0,88	0,005	< 0,02	11,69	196,1	0,007	0,013	< 0,05	< 0,20	0,16	48,5	75,9	n.d.	300,8	171,7	10,5
23.4.1997	7,8	833,6	1010	11,36	0,75	0,006	< 0,02	11,02	193,4	< 0,005	< 0,010	< 0,05	< 0,20	0,14	50,2	76,9	n.d.	303,3	177,1	9,5
3.6.1997	7,5	861,5	1070	11,06	0,92	0,005	< 0,02	11,16	215,6	< 0,005	< 0,010	< 0,05	< 0,20	0,13	48,1	85,4	n.d.	323,4	155,0	10,7
8.7.1997	7,3	854,5	1057	11,26	0,89	0,008	< 0,02	10,98	200,5	0,008	0,015	< 0,05	< 0,20	0,13	47,1	89,6	n.d.	314,3	167,7	12,0
17.9.1997	8,0	790,1	1037	12,22	0,90	0,006	< 0,02	10,84	187,5	0,008	0,011	< 0,05	< 0,20	0,14	50,3	76,4	n.d.	274,6	166,7	10,5
31.10.1997	7,3	834,3	1018	12,70	0,97	0,008	< 0,02	11,25	194,5	0,006	0,046	< 0,05	< 0,20	0,13	52,1	68,2	n.d.	305,1	176,9	12,3
Bubovický potok																				
22.11.1994	8,2	806,5	1010	24,50	10,10	0,008	0,27	15,08	170,0	0,005	0,012	0,23	< 0,20	0,18	43,0	26,2	0,19	399,7	105,0	12,1
24.1.1995	8,3	773,3	998	32,20	10,54	0,053	0,11	36,68	118,1	0,012	< 0,01	0,10	< 0,20	0,33	43,6	8,1	n.d.	277,6	238,9	7,0
25.4.1995	8,1	794,5	942	16,80	6,37	0,007	< 0,02	13,72	181,1	< 0,005	< 0,01	< 0,05	< 0,20	0,13	37,2	53,1	n.d.	349,6	129,0	7,4
12.7.1995	8,0	824,5	1010	15,26	4,36	< 0,005	< 0,02	13,54	179,6	0,009	< 0,01	0,05	< 0,20	0,16	35,7	78,7	0,69	357,0	130,0	9,5
10.10.1995	8,1	789,9	1000	16,40	7,47	0,011	0,07	15,10	171,7	0,028	< 0,01	0,08	< 0,20	0,19	35,9	46,5	n.d.	372,2	114,0	10,2
24.1.1996	7,9	814,8	991	18,47	5,43	0,008	1,47	14,50	174,3	0,023	< 0,01	< 0,05	< 0,20	0,18	40,3	70,3	n.d.	347,8	133,0	9,1
28.2.1996	8,1	670,5	750	26,73	9,42	0,007	2,31	12,88	132,7	0,007	< 0,01	0,10	< 0,20	0,21	40,3	40,7	n.d.	283,7	110,6	10,8
4.4.1996	8,0	741,9	1052	20,78	9,59	< 0,005	1,69	14,35	148,1	0,058	0,015	0,06	< 0,20	0,19	45,1	52,1	n.d.	317,3	124,0	8,5
30.5.1996	7,9	800,0	781	18,64	7,91	0,007	1,99	14,04	163,2	0,017	0,012	0,06	< 0,20	0,20	36,5	55,2	n.d.	360,0	131,2	11,0
10.7.1996	8,0	732,3	867	17,75	12,70	0,005	0,02	13,57	145,6	< 0,005	< 0,01	0,06	< 0,20	0,28	28,6	38,1	n.d.	341,7	123,2	10,8
2.10.1996	8,2	802,4	944	21,49	10,47	0,008	0,02	15,53	169,9	0,008	< 0,01	0,06	< 0,20	0,18	36,3	30,9	n.d.	396,6	111,1	9,8
4.12.1996	8,1	761,4	885	18,35	9,02	0,006	< 0,02	15,08	153,2	< 0,005	< 0,01	0,07	< 0,20	0,22	35,8	40,5	n.d.	360,0	121,1	8,0
22.1.1997	7,9	801,2	936	22,11	8,23	0,006	0,06	14,65	164,0	0,015	0,012	< 0,05	< 0,20	0,15	47,3	53,5	n.d.	350,9	130,8	9,6
11.3.1997	8,0	780,2	960	18,16	7,01	0,005	< 0,02	14,87	164,1	0,010	< 0,01	< 0,05	< 0,20	0,16	36,4	53,6	n.d.	350,9	127,4	7,6
23.4.1997	8,2	751,8	878	16,77	7,23	0,008	< 0,02	14,29	158,7	0,006	< 0,01	< 0,05	< 0,20	0,16	34,4	47,9	n.d.	341,7	126,3	4,3
3.6.1997	8,0	752,4	900	16,90	5,88	< 0,005	< 0,02	13,94	161,5	< 0,005	< 0,01	< 0,05	< 0,20	0,14	33,0	40,3	n.d.	347,8	120,0	12,9
8.7.1997	8,2	733,9	876	21,87	12,79	0,006	< 0,02	13,44	139,8	0,006	< 0,01	0,05	< 0,20	0,19	36,0	19,4	n.d.	378,3	95,7	16,3
17.9.1997	8,4	736,7	907	20,22	8,83	0,007	< 0,02	13,03	158,8	< 0,005	< 0,01	< 0,05	< 0,20	0,15	39,0	26,6	n.d.	341,6	116,2	12,2
31.10.1997	8,2	835,3	941	23,49	9,34	0,008	0,03	15,62	167,4	0,009	< 0,01	< 0,05	< 0,20	0,16	46,5	22,4	n.d.	424,1	112,0	14,2
Potok Loděnice (Kačák), nad ústím Svatojanského pramene																				
22.11.1994	8,2	760,5	1035	35,70	11,20	0,057	0,05	37,54	126,1	0,166	0,025	1,40	< 0,20	0,40	40,3	7,0	0,05	277,6	217,0	5,9
25.4.1995	8,1	572,2	793	27,60	8,10	0,029	0,22	24,26	98,9	0,022	< 0,010	< 0,05	< 0,20	0,24	45,8	19,0	n.d.	158,7	185,0	4,4
12.7.1995	8,0	519,0	979	26,77	8,78	0,037	0,21	31,53	123,4	0,044	< 0,010	0,11	< 0,20	0,27	42,1	19,5	0,18	22,7	235,0	8,3
10.10.1995	8,1	731,5	1010	28,65	9,83	0,051	< 0,02	36,10	127,0	0,110	< 0,010	0,16	< 0,20	0,30	39,5	9,3	n.d.	256,3	213,0	11,2
Potok pod Boubovou																				
29.11.1995	7,6	707,4	912	15,97	2,69	0,005	< 0,02	26,75	132,7	0,006	< 0,010	< 0,05	< 0,20	0,19	20,8	< 0,2	n.d.	347,8	149,0	11,5
11.3.1997	7,7	580,5	723	13,78	2,19	< 0,005	0,05	21,65	109,6	0,014	0,014	< 0,05	< 0,20	0,21	14,5	< 0,2	n.d.	256,3	147,3	14,9
Občasný povrchový tok nad ponorem Arnika, po srážkovém maximu																				
15.6.1995	6,9	378,5	551	6,68	2,80	< 0,005	< 0,02	12,84	82,5	0,099	0,034	< 0,05	0,37	0,44	9,5	< 0,2	n.d.	24,4	219,0	19,9
Propast Čefinka, jezero																				
8.2.1995	7,8	483,0	495	1,05	0,82	< 0,005	< 0,02	9,17	116,2	< 0,005	0,015	< 0,05	< 0,20	0,16	2,0	6,2	< 0,01	222,7	121,0	3,7
Meliorační sběrač mezi Kozolupy a Vysokým Újezdem																				
10.7.1996	7,4	1002,6	1181	20,78	2,05	0,005	< 0,02	10,89	219,3	0,006	< 0,010	< 0,05	< 0,20	0,19	44,4	145,3	n.d.	378,3	173,8	7,5

Příloha 13 (pokračování)

objekt	pH	M	C	Na ⁺	K ⁺	Li ⁺	NH ₄ ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	Fe ²⁺	Al ³⁺	F ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	SiO ₂
Studna nad lomy Na Parapleti																				
12.7.1995	7,4	438,6	552	14,74	23,89	0,098	< 0,02	7,99	73,9	0,062	0,332	0,24	< 0,20	0,30	4,3	< 0,2	0,05	231,9	71,0	9,8
10.10.1995	7,5	341,0	438	8,93	8,53	0,037	0,09	8,05	62,0	0,093	0,195	0,35	< 0,20	0,31	6,1	1,5	n.d.	189,2	47,6	8,1
Pramen U tří habrů, Vysoký Újezd																				
12.7.1995	7,3	698,5	858	9,30	0,81	< 0,005	< 0,02	27,88	133,6	0,010	< 0,010	< 0,05	< 0,20	0,16	26,6	64,3	< 0,01	299,0	126,0	10,8
10.10.1995	7,5	683,0	901	9,28	0,78	< 0,005	< 0,02	27,71	136,8	0,012	< 0,010	< 0,05	< 0,20	0,15	26,7	62,8	n.d.	295,9	113,0	9,8
29.11.1995	7,3	688,4	907	9,33	0,88	< 0,005	< 0,02	27,73	132,5	0,028	< 0,010	< 0,05	< 0,20	0,11	28,0	64,7	n.d.	292,9	121,0	11,2
Studna u letiště Bubovice																				
12.7.1995	7,4	605,6	718	25,24	1,75	0,016	< 0,02	11,90	112,1	< 0,005	0,248	< 0,05	< 0,20	0,29	9,4	27,2	0,50	314,3	92,9	10,3

Hodnoty C uvedeny v $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$, ostatní (kromě pH) v $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$

Laboratoře ČGÚ, Praha

Příloha 14. Koncentrace vybraných stopových prvků a organických kontaminantů ve vodě studovaných objektů

objekt	As ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$)	Be ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$)	Cd ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$)	Pb ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$)	Cu ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$)	P ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$)	lensidy ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$)	NEL ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$)	DDE ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$)	DDT ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$)	heptachlor ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$)	lindan ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$)	methoxy- chlor ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$)	hexachlor- benzen ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$)
Svatý Jan pod Skalou, pramen Ivanka														
22.11.1994	0,9	< 0,02	< 0,04	< 0,4	1,70	n.d.	< 0,03	< 0,03	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,003
24.1.1995	0,5	0,02	0,04	0,4	0,40	0,14	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
25.4.1995	< 0,5	< 0,02	0,10	< 0,4	0,40	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
12.7.1995	< 0,5	< 0,02	0,07	3,2	1,40	0,08	< 0,03	< 0,03	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Svatý Jan pod Skalou, pramen Ivan														
22.11.1994	1,1	< 0,02	< 0,04	< 0,4	0,70	n.d.	n.d.	n.d.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,003
24.1.1995	0,5	0,02	0,04	0,4	3,60	0,13	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
25.4.1995	< 0,5	0,02	< 0,04	< 0,4	1,20	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
12.7.1995	< 0,5	< 0,02	0,08	0,7	2,30	0,04	0,03	< 0,03	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Svatý Jan pod Skalou, pramen v kotelně kláštera														
22.11.1994	6,9	< 0,02	< 0,04	9,50	1,70	n.d.	n.d.	n.d.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,003
24.1.1995	0,5	0,02	0,04	0,40	0,60	0,15	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
25.4.1995	< 0,5	0,02	0,06	< 0,40	1,10	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
12.7.1995	2,5	< 0,02	< 0,04	1,80	0,90	0,12	< 0,03	< 0,03	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Svatý Jan pod Skalou, studna kláštera														
22.11.1994	15,4	< 0,02	< 0,04	4,40	2,00	n.d.	< 0,03	< 0,03	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,003
24.1.1995	0,5	0,02	0,34	0,40	3,20	0,24	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
25.4.1995	< 0,5	< 0,02	< 0,04	< 0,40	0,50	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
12.7.1995	< 0,5	< 0,02	0,04	< 0,40	1,10	0,08	< 0,03	< 0,03	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sedlec, krasový pramen														
24.1.1995	0,5	0,02	0,05	0,40	6,30	0,09	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
25.4.1995	< 0,5	< 0,02	< 0,04	0,40	0,40	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
12.7.1995	< 0,5	< 0,02	0,04	< 0,40	0,50	0,11	0,04	< 0,03	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bubovický potok														
22.11.1994	3,4	< 0,02	< 0,04	1,30	1,10	n.d.	< 0,03	< 0,03	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,004
24.1.1995	0,5	0,02	0,04	0,40	2,10	0,32	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
25.4.1995	1,1	0,04	< 0,04	< 0,40	1,90	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
12.7.1995	1,5	< 0,02	0,05	0,50	2,50	0,30	< 0,03	< 0,03	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Potok Loděnice (Kačák), nad ústím Svatojanského pramene														
22.11.1994	5,5	< 0,02	< 0,04	3,60	2,40	n.d.	< 0,03	< 0,03	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
25.4.1995	< 0,5	0,04	0,04	< 0,40	2,00	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
12.7.1995	1,8	< 0,02	< 0,04	1,20	2,50	0,20	< 0,03	< 0,03	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Propast Čefinka, jezero														
8.2.1995	< 0,5	0,04	0,10	1,60	< 0,2	0,25	< 0,03	< 0,03	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,003
Studna nad lomem Na Paraplěti														
12.7.1995	1,8	< 0,02	0,28	1,80	3,10	0,32	< 0,03	< 0,03	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Pramen U tří habrů, Vysoký Újezd														
12.7.1995	< 0,5	< 0,02	0,08	0,80	5,80	0,05	< 0,03	< 0,03	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Studna u letiště Bubovice														
12.7.1995	< 0,5	< 0,02	< 0,04	0,70	< 0,2	0,12	< 0,03	< 0,03	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Stopové prvky – laboratoře ČGÚ, Praha, organické kontaminanty – Aquatest, Praha

Příloha 15. Izotopová data dusíku nitrátů ve studovaných vodách

datum	pramen Ivanka		pramen Sedlec		potok Bubovice		studna Kozolupy	
	konc. NO_3^- (mg · l ⁻¹)	$\delta^{15}\text{N NO}_3^-$ (‰)	konc. NO_3^- (mg · l ⁻¹)	$\delta^{15}\text{N NO}_3^-$ (‰)	konc. NO_3^- (mg · l ⁻¹)	$\delta^{15}\text{N NO}_3^-$ (‰)	konc. NO_3^- (mg · l ⁻¹)	$\delta^{15}\text{N NO}_3^-$ (‰)
22.11.1994	50,7	2,0			26,2			
24.1.1995	53,7	9,0	8,1	1,4	28,2	11,0		
25.4.1995	49,9	4,9	9,4	3,5	53,1	10,2		
12.7.1995	55,7	3,4	14,9		78,7	16,3		
10.10.1995	51,0	4,3	12,9		46,5	11,8		
29.11.1995	51,5	4,8	13,5					
24.1.1996	56,2	2,4	13,9	-0,9	70,3	8,1		
28.2.1996	57,2	4,0		-2,8	40,7	10,0	80,7	4,3
4.4.1996	54,4	3,7	13,9	-2,5	52,1	11,0	86,4	4,5
30.5.1996	51,0	4,6	13,5	-0,7	55,2	12,4	94,2	4,5
10.7.1996	52,5	5,0	14,9	9,0	38,1	16,6	82,4	7,7
2.10.1996	57,8	4,1	15,9	7,8	30,9	15,5	80,1	7,1
4.12.1996	56,7	4,6	16,2	1,4	40,5	13,0	85,4	6,9
22.1.1997	56,9	5,3	16,0	-2,0	53,5	10,7	89,1	4,7
11.3.1997	54,5	6,2	14,2	0,7	53,6	11,5	75,9	6,1
23.4.1997	53,8	5,2	14,5	0,8	47,9	10,4	76,9	4,8
3.6.1997	56,3	5,3	15,0	0,2	40,3	10,3	85,4	5,9
8.7.1997	61,6	4,5	15,8	0,5	19,4	13,5	89,7	6,4
17.9.1997	58,0	5,3	19,4	1,2	26,6		76,4	7,3
30.10.1997	57,1	5,0	16,0	0,5	26,2	13,4	68,2	6,3

Laboratoře ČGÚ, Praha; celková chyba stanovení $\delta^{15}\text{N}$ je $\pm 0,2$ ‰

Příloha 16. Popis půdních profilů v kopaných půdních sondách v infiltrační oblasti pramene

Bubovice – lokalizace a popis studovaného profilu v zemědělských půdách

Lokalizace profilu: v poli 450 m szz. od hlavní křižovatky v Bubovicích, 15 m j. od cesty vedoucí z Bubovic k bývalé trafostanici lomů na Stydlých vodách (dnes základna České speleologické společnosti) a dále k lomům v místě, kde je na opačné (s.) straně cesty v. okraj odvalu z lomu.

Datum odběru vzorků: 11. 6. 1996.

Aktuální porost: ječmen. V předchozím roce byla na pozemku pšenice, před tím tři roky vojtěška. Hnojení září 1987 – hnůj, potom až v lednu 1996 hnůj v množství 60 t/ha, zaoráno až v dubnu 1996.

Schéma a popis půdního profilu:

cm	
0	Barva 10 YR, 3/4 (terénní vlhkost), hrudkovitý, hlinitý, vlahý, soudržný, výrazné prokořenění
Ap	
25	přechod ostrý
Bv	Barva 10 YR, 4/6 (terénní vlhkost), polyedrický, jílovito-hlinitý s podílem drobného štěrku, vlhký, plastický, ubývá prokořenění, podíl šedavých partií okolo 20 %
71	přechod zřetelný, podle přibývajících štěrku
Bc	Barva 10 YR, 4/4 (terénní vlhkost), nevýrazně polyedrický, jílovito-hlinitý, valounky zvětralých pískovců do 3–7 cm (až 50 %, asi pocházejí z křídly), vlhký, plastický, šedých partií okolo 10 %,
100	přechod zřetelný, podle přibývajících štěrku
C	Barva 10 YR 6/6 (terénní vlhkost), bezstrukturní, jílovito-hlinitý, úlomky břidlic srbských vrstev nad 50 %, vlhký, plastický, ojedinělé šedavé partie
110	

Vysoký Újezd – lokalizace a popis studovaného profilu v zemědělských půdách

Lokalizace profilu: zhruba 350 m z. od fotbalového hřiště ve Vysokém Újezdu, na j. straně lesíka Čížovec asi 150 m z. od kóty 421 na vidlici cest.

Datum odběru vzorků: 11. 6. 1996

Aktuální porost: řepka, částečně nevzešlá. Hnojeno na podzim 1995 100 l DAM . ha⁻¹, 9. 4. 1996 1,5 q ledku amonno-vápenatého na ha, 18. 4. 1996 130 l . ha⁻¹ DAM, tj. dávky dusíku 39 kg . ha⁻¹ + 40 kg . ha⁻¹, + 50 kg N . ha⁻¹, celkem 129 kg N . ha⁻¹.

Schéma a popis půdního profilu:

cm	
0	Barva 7.5 YR, 4/6 (terénní vlhkost), hrudkovitý, hlinitý, ojedinělé úlomky vápenců do 10 cm, i křemenné valounky, vlahý, soudržný, prokořenění
Ap	
25	přechod zřetelný
Bvr ₁	Barva 7.5 YR, 4/4 (terénní vlhkost), hrubě polyedrický, hlinitý, drobné úlomky vápence, postupné ubývání prokořenění, vlahý, soudržný
71	přechod pozvolný, podle přibývajících úlomků vápence
Bvr ₂	Barva 7.5 YR, 4/4 (terénní vlhkost), polyedrický, zrnitost jílovito-hlinitá, úlomky vápence od 0.5 do 3 cm, místy 5 cm, vlhký, plastický
121	přechod ostrý – podle barvy
Cca	Barva 10 YR, 5/6 (terénní vlhkost), drobně polyedrický, jílovito-hlinitý, na bázi valouny křemene a výchoz vápence, vlhký, plastický
140	

Příloha 17. Analytická data půd z půdních sond

vzorek	vlhkost	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	Na	C _{ox}	N _{celk}	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	δ ¹⁵ N (NO ₃ ⁻)	δ ¹⁵ N (NH ₄ ⁺)
Bubovice																
Ap, 0–25 cm	16,4	6,5	5,2	2,7	3130	1,5	107,0	143	1,2	17,8	1,08	0,16	4,20	8,68	12,2	24,4
Bv, 25–71 cm	17,8	6,3	6,2	< 0,1	3097	< 0,2	55,2	350	0,4	30,7	0,22	0,05	0,98	3,64	9,8	26,1
Bc, 71–100 cm	15,3	4,1	4,7	1,3	2478	< 0,2	58,0	389	3,5	33,6	0,41	0,05	3,36	2,38	12,8	28,8
C, 100–110 cm	14,2	5,0	7,7	0,3	2828	< 0,2	64,6	411	2,8	38,3	0,26	0,06	2,52	3,50	-6,1	28,1
Vysoký Újezd																
Ap, 0–25 cm	16,1	6,3	6,3	< 0,1	3200	< 0,2	169,0	146	0,5	16,1	0,57	0,19	33,32	3,22	-0,3	24,8
Bvr ₁ , 25–71 cm	22,6	6,2	6,4	< 0,1	5166	< 0,2	54,8	282	< 0,05	64,0	0,47	0,11	18,90	2,80	2,6	26,6
Bvr ₂ , 71–121 cm	23,6	7,1	6,8	< 0,1	4765	< 0,2	43,8	201	< 0,05	62,8	0,29	0,07	6,30	3,50	0,3	29,1
Cca, 121–140 cm	15,1	7,2	7,1	< 0,1	3889	< 0,2	37,4	155	< 0,05	45,6	0,25	0,05	5,60	1,82	9,6	31,7

Al, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na v mg · kg⁻¹, stanoveno standardním způsobem ve výluhu v KCl

C_{ox} a N_{celk} v hmotnostních % (C_{ox} po odstranění karbonátu)

Vlhkost v hmotnostních %

NO₃ a NH₄ výluhem v KCl, mg · kg⁻¹

Čermákovo přírodní alkalické zřídlo

IVANKA

dříve A. Maržner.

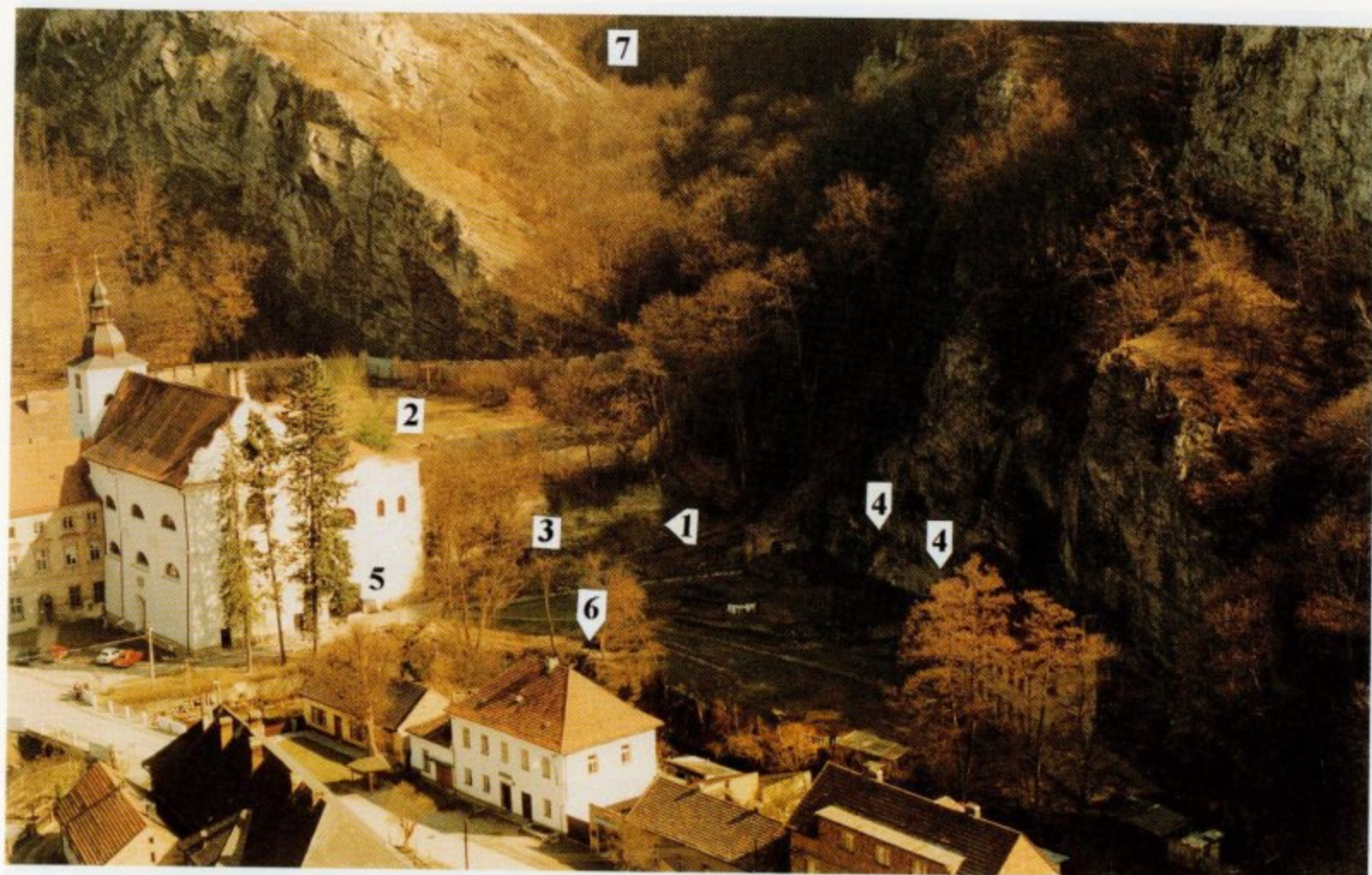
Sv. Jan pod Skálou u Berouna v Čechách.

"Ivanka" obsahuje analyticky všechny vzácné substance, udržující svěžest ducha i těla a trvalé dokonalé zdraví. Jest zaručeně prosta všech choroboplodných zárodků a organických látek, tudíž nejlepší česká stolní voda. —
Mnoho lékařských doporučení.



Ukázky etiket stolní vody ze svatojanského pramene.

Various bottle labels from bottled water from Svatý Jan pod Skalou spring.

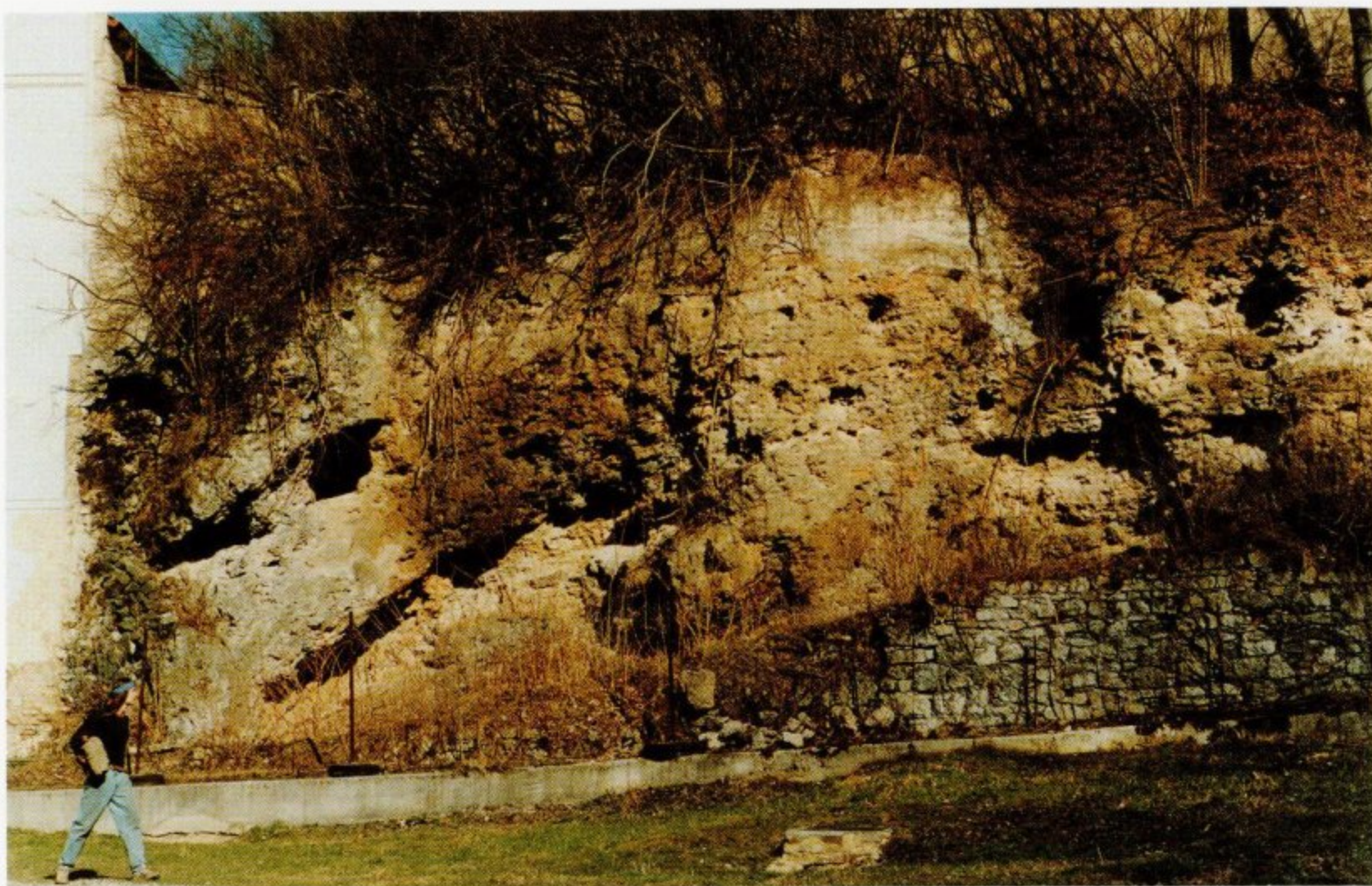


Celková situace akumulace pěnoveců a vývěrů krasových vod ve Svatém Janu pod Skalou. 1 – lokalizace studovaného profilu, výzkumné sondy a vrtu; 2 – plochý povrch akumulace pěnoveců; 3 – profil svrchní části akumulace pěnoveců; 4 – relikt pěnovce na skalní stěně, dokládající původní rozsah tělesa; 5 – lokalizace dnešního vývěru krasových vod, pramen Ivan; 6 – lokalizace dnešního vývěru krasových vod, pramen Ivanka; 7 – suché údolí Propadlé vody.

Na archivní pohlednici z konce 19. století je vidět dnes již neexistující továrnu v místě vývěru svatojanského pramene.

Overall view of the calcareous tufa accumulation and of the karstic springs in Svatý Jan pod Skalou. 1 – location of the studied profile, test pit, and borehole; 2 – flat surface of the calcareous tufa accumulation; 3 – outcrop of the upper part of the calcareous tufa accumulation; 4 – remnants of tufa on limestone rock showing the original extent of the accumulation; 5 – location of today's karstic discharge, Ivan spring; 6 – location of today's karstic discharge, Ivanka spring; 7 – dry valley of Propadlé vody.

Postcard from the late 19th century a factory near the Svatý Jan pod Skalou spring discharge later demolished.



Celkový pohled na profil horní části akumulace pěnoveců při čelní kaskádě.
Fosilní měkkýši ve vrstvě jemnozrného „limnického“ pěnovce (vrstva č. 20).

Overall view of the profile in the upper part of the accumulation, near the frontal cascade.
Fossil mollusks in fine-grained "limnic" tufa (layer No. 20).



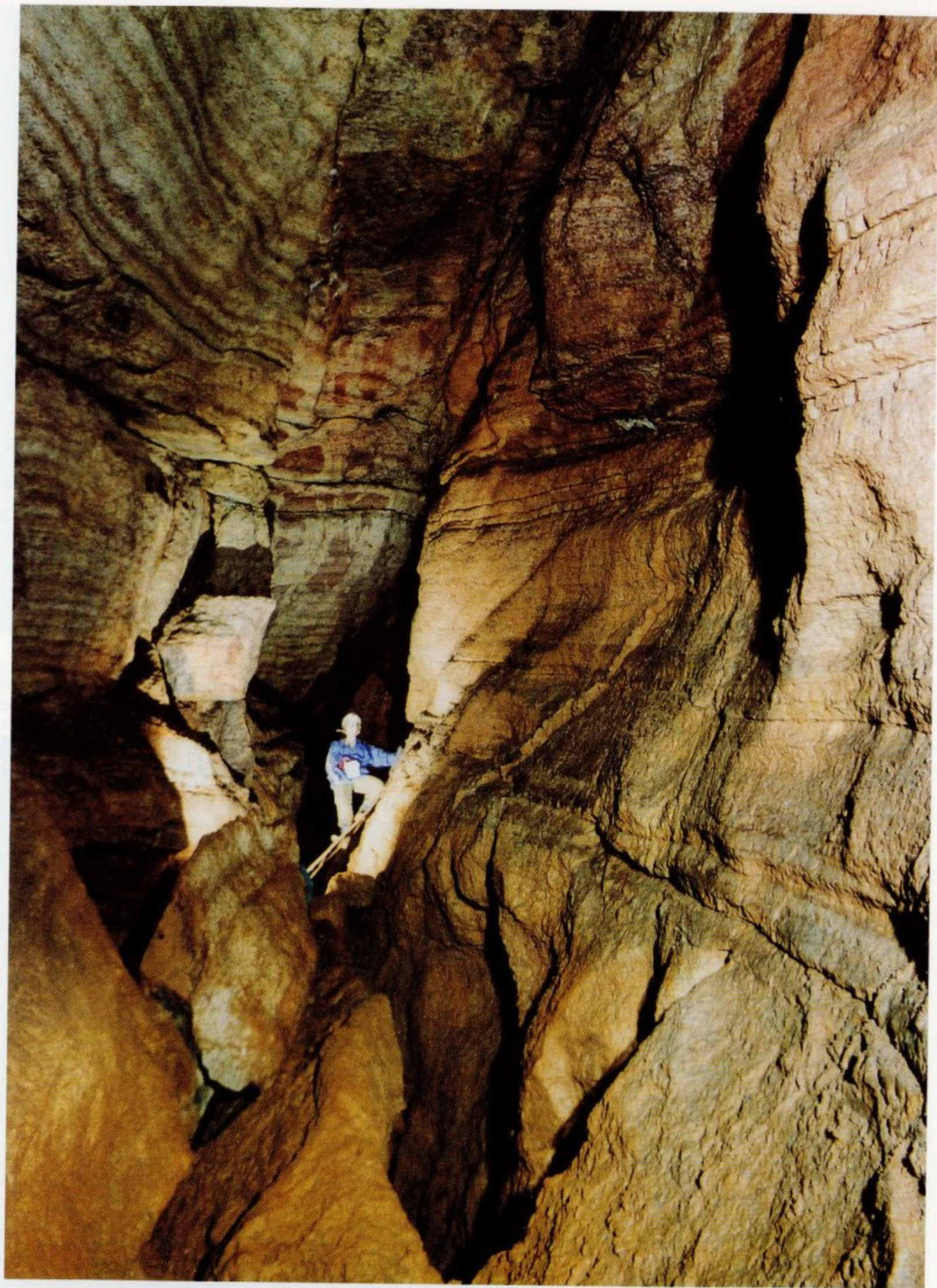
Pevný strukturní pěnovec čelní kaskády s hojnými otisky listů dřevin.
Svrchní část studovaného profilu s vrstvami 3 až 7, ze kterých pocházejí archeologické nálezy (srov. obr. 7).

Hard porous "structural" tufa from the frontal cascade with abundant plant impression (mostly leaves of trees).
Upper part of the studied profile with layers 3 to 7 with archaeological finds (compare to Fig. 7).



Svrchní část studovaného profilu nad výzkumnou sondou. Snímek zachycuje část profilu od nejsvrchnější části vrstvy 28 po svrchní část vrstvy 10.

Upper part of the studied profile above the test pit (between the uppermost part of layer No. 28 and the upper part of layer No. 10).



Příbův dóm v jeskyni Arnoldka, ve které probíhalo měření hladin podzemní vody.

Hall of Příba in the Arnoldka cave. In this cave monitoring of groundwater level was done.



Měrný profil na prameni Ivan (dlouhodobě sledováno Českým hydrometeorologickým ústavem).

Measurement weir on the Ivan spring (long-term monitoring by Czech Hydrometeorological Institute).

Nový měrný profil pod soutokem pramenů Ivan a Ivanka.

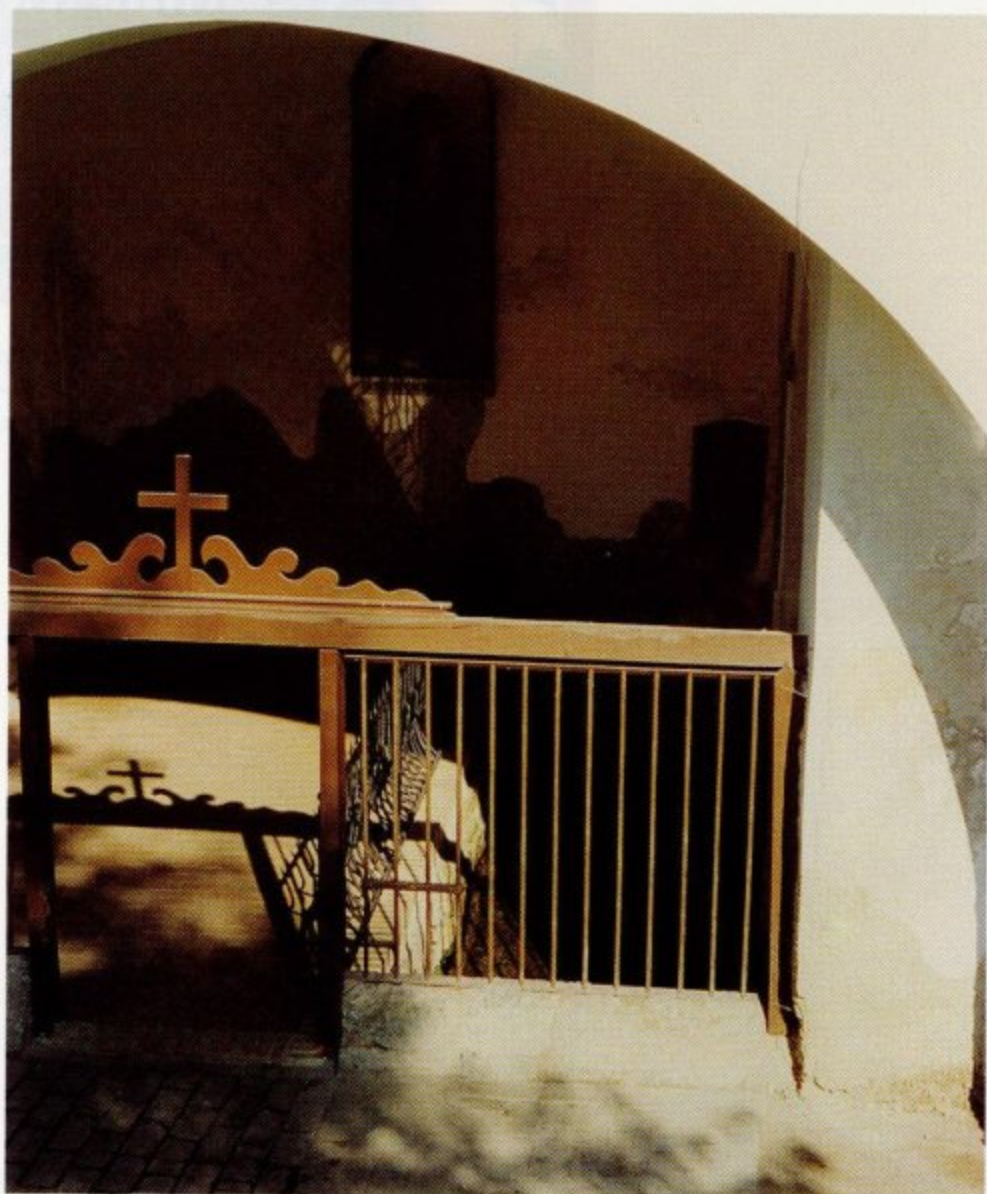
New measurement weir below the confluence of Ivan and Ivanka springs.





△
Budova kostela sv. Jana Křtitele těsně přiléhající k čelu pěnovcové kaskády. Pramen Ivan vyvěrá v klenuté prostora.

Church of St. John Baptist adjacent to the frontal cascade of the tufa accumulation. The Ivan spring discharges in the vaulted room.



Detail prostory, ve které vyvěrá pramen Ivan.

A detail of the vaulted room where the Ivan spring discharges.