

# Kam mizí voda Bubovického potoka a co pijeme ve Sv. Janu pod Skalou aneb velmi překvapivé výsledky jedné stopovací zkoušky

Jiří Bruthans<sup>1,2</sup>, Jakub Mareš<sup>1</sup>, Ondřej Jäger<sup>2,3</sup> a Tomáš Herza<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova; [bruthans@natur.cuni.cz](mailto:bruthans@natur.cuni.cz)

<sup>2</sup>AQH s. r. o.,

<sup>3</sup>ZO ČSS 1-05 Geospeleos

standard fluoresc. 0,01 mg/l

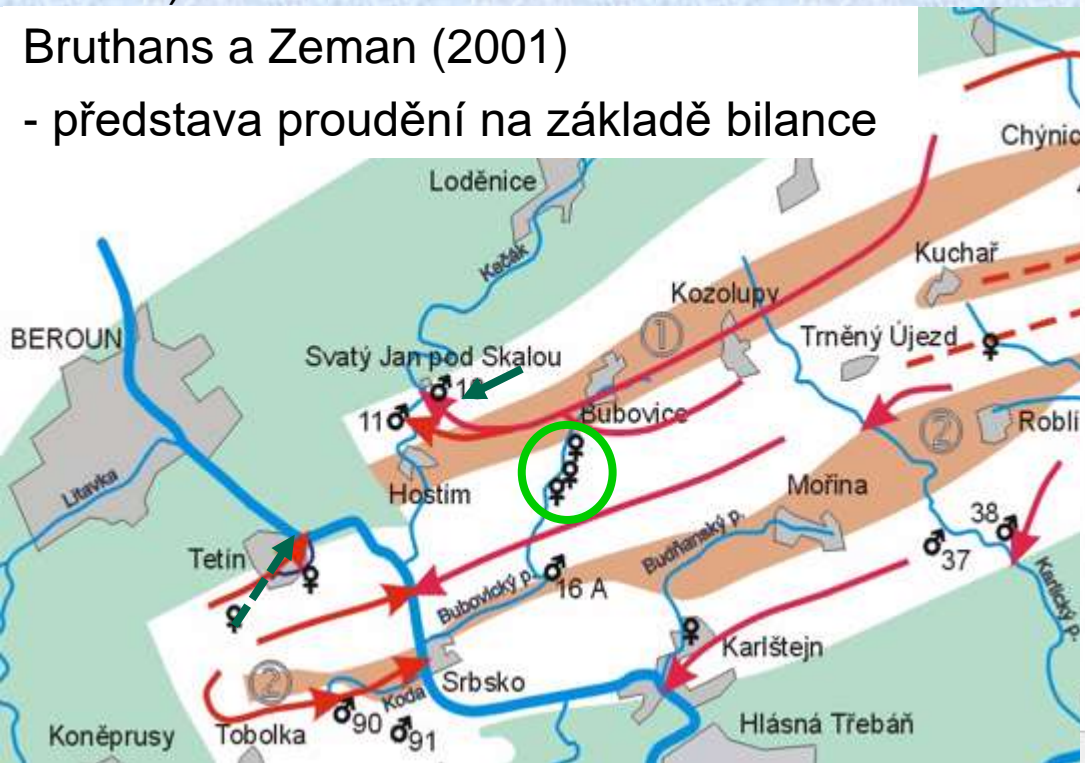
# Proč stopovací zkouška v Českém krasu?

V Českém krasu na rozdíl od Moravského krasu nevíme jak proudí podzemní voda ve vápencích. Nevíme ani zda proudí velmi pomalu, nebo podobně rychle jako v jiných krasových územích. Ani vznik krasových jevů není uspokojivě vysvětlen

**Cíl ověřit proudění pomocí stopovací zkoušky na Bubovickém potoce** (nejintenzivnější ztráty povrchové vody v oblasti)

Bruthans a Zeman (2001)

- představa proudění na základě bilance



# Moravský kras (severní část)



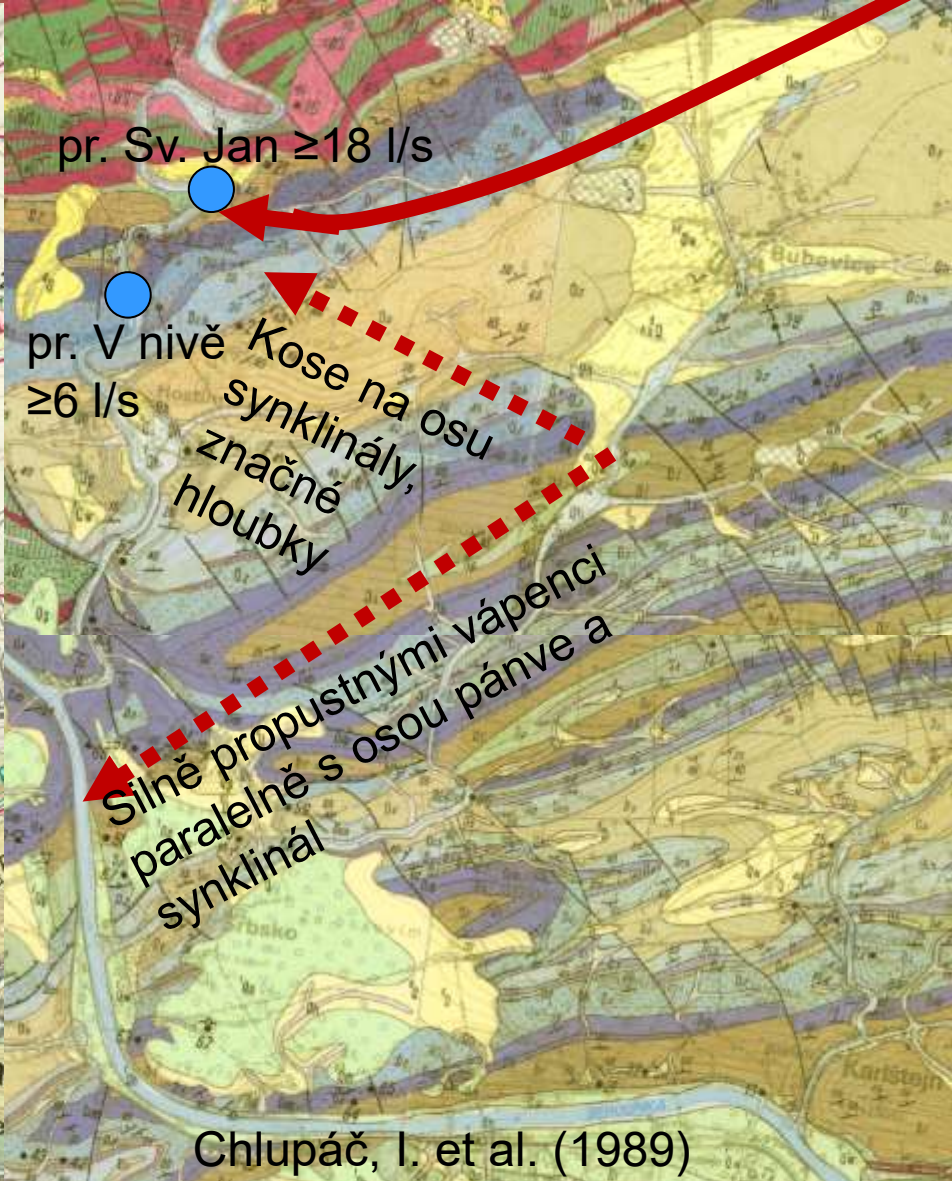
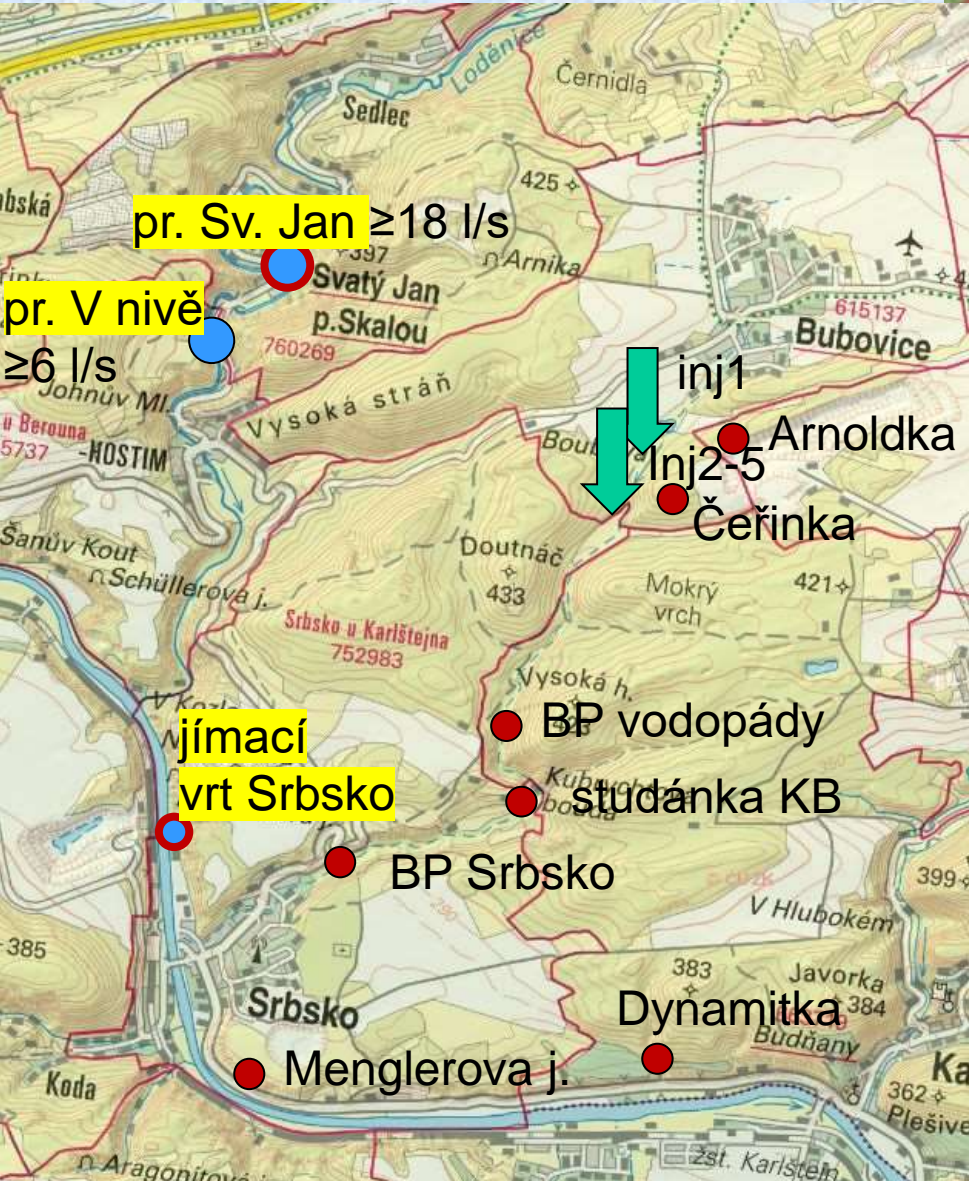
Havel (1994)

-proudění doložené stopovacími zkouškami



# Místa injecktáže a vzorkované prameny a další místa

- klíčová sledovaná místa byla dvě: jímací vrt v Srbsku a pramen Sv. Jan pod Skalou
- ostatní objekty vzorkovány příležitostně (nebyla žádná finanční podpora)





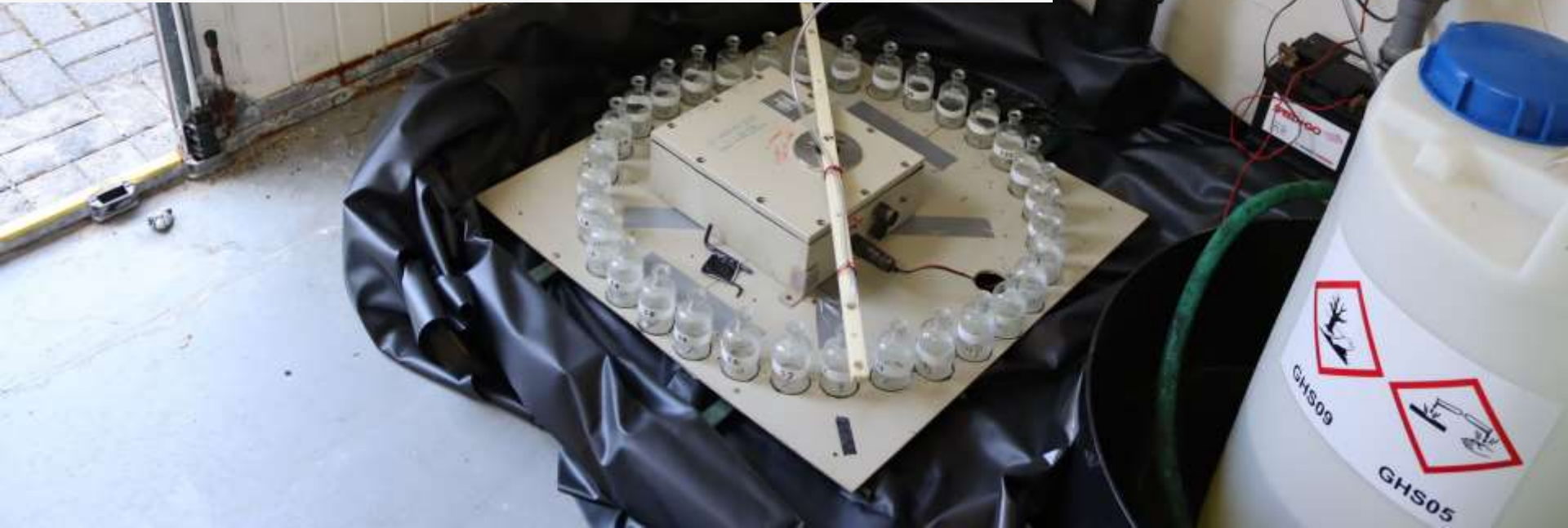
-provedeny opakované injekáže fluoresceinu (nízké a o řád navýšené aby nedošlo k průniku ve vyšším množství do vodárny)

Na jímacím vrtu v Srbsku instalován automatický odběrák, vzorky po 12 hod od 20.4 do 14.7, pak po týdnu manuálně do 22.9.2021, jinde manuálně, **celkem 407 vzorků**

S navrženým používáním fluorescenční látky - Fluorescein disodná sůl, která bude sloužit jako stopovač podzemní vody se souhlasí, s tím, že KHS budou předkládány výsledky měření ze vzorkovacího místa na výtlačném potrubí ze zdroje SDB 14a určeného pro veřejnou potřebu obce Srbsko.

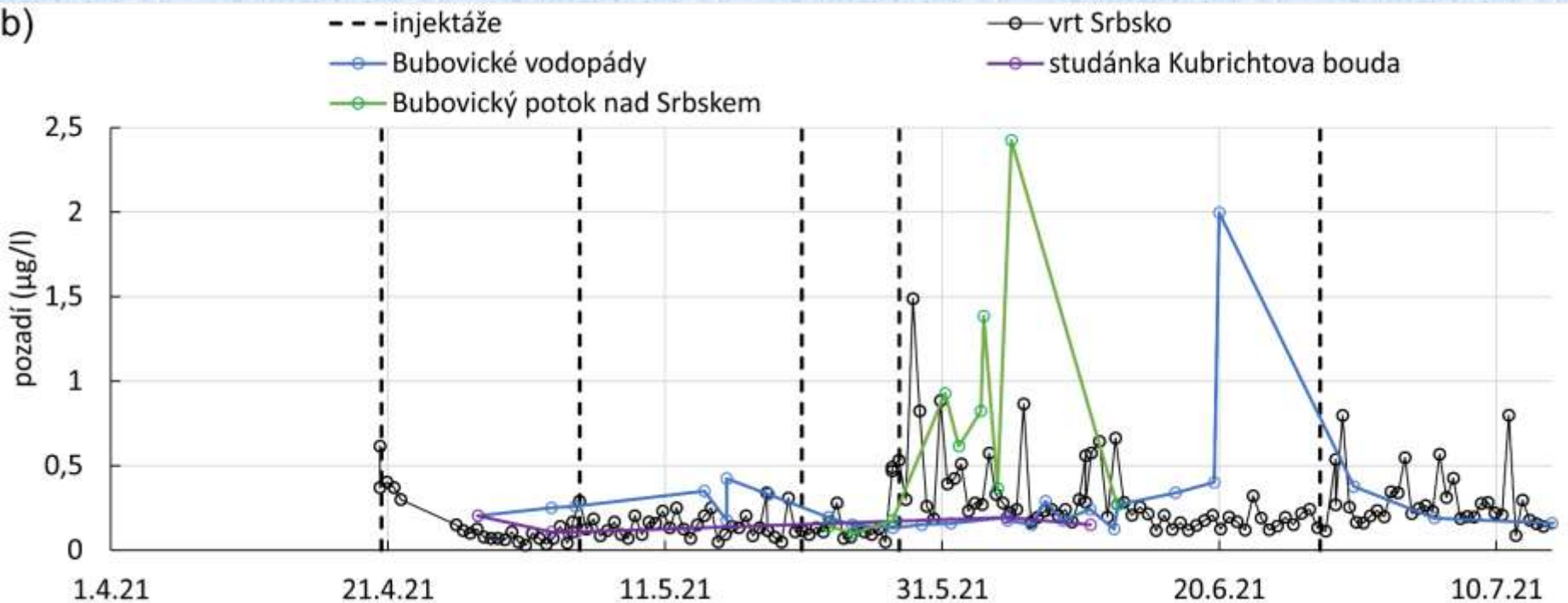


MUDr. Alena Bulvasová  
vedoucí odd. hygieny obecné a komunální  
pro okresy Beroun a Rakovník



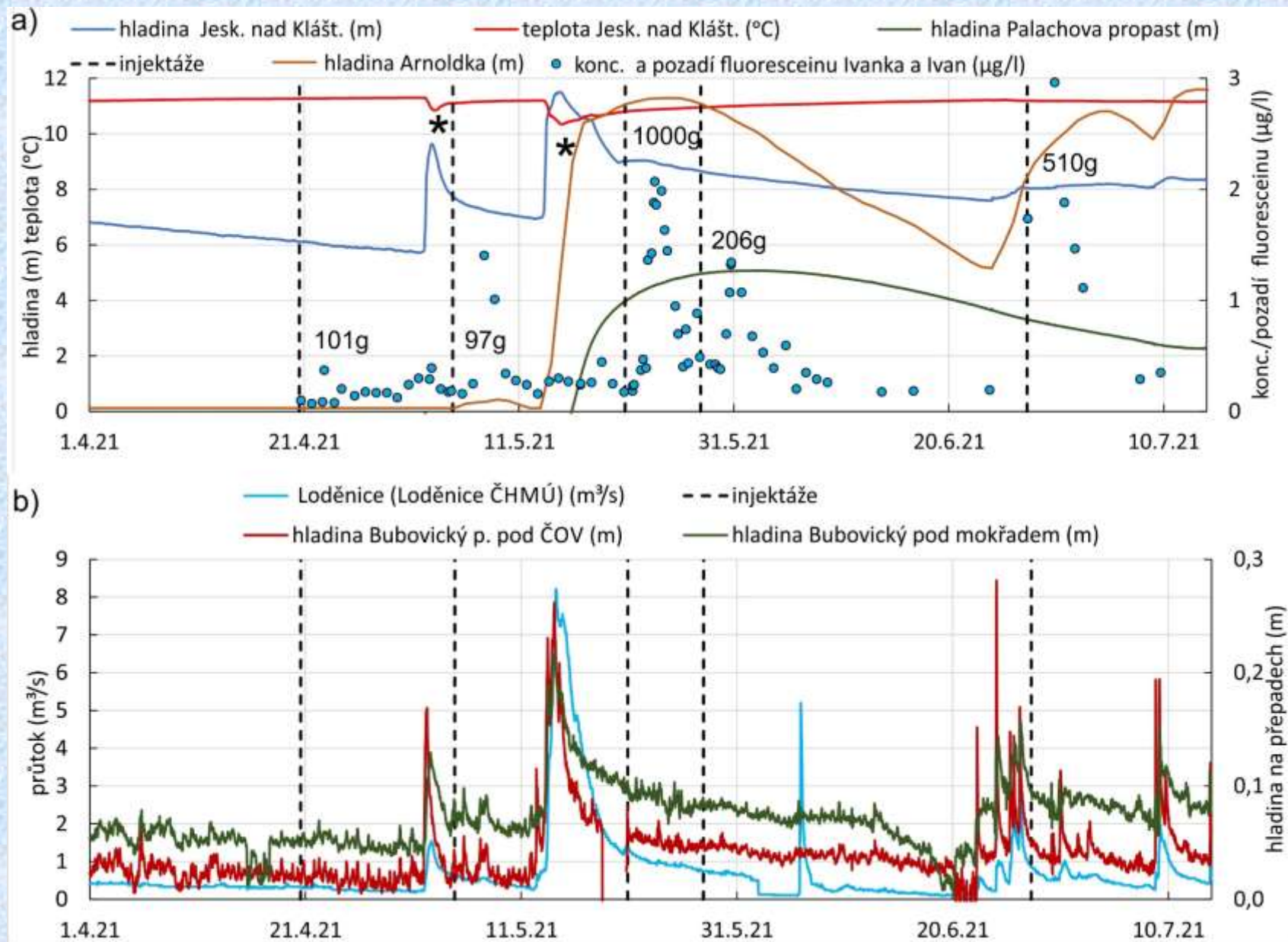
## Na sledovaných objektech mimo údolí Kačáku všechny vzorky negativní

-stopovač nedorazil do jímaného vrtu v Srbsku (vzorkován po 12 hod), ani na Bubovické vodopády (vzorkovány občasně), ani do jiných sporadicky vzorkovaných objektů (studánka Kubrichtova bouda, Bubovický potok v Srbsku)





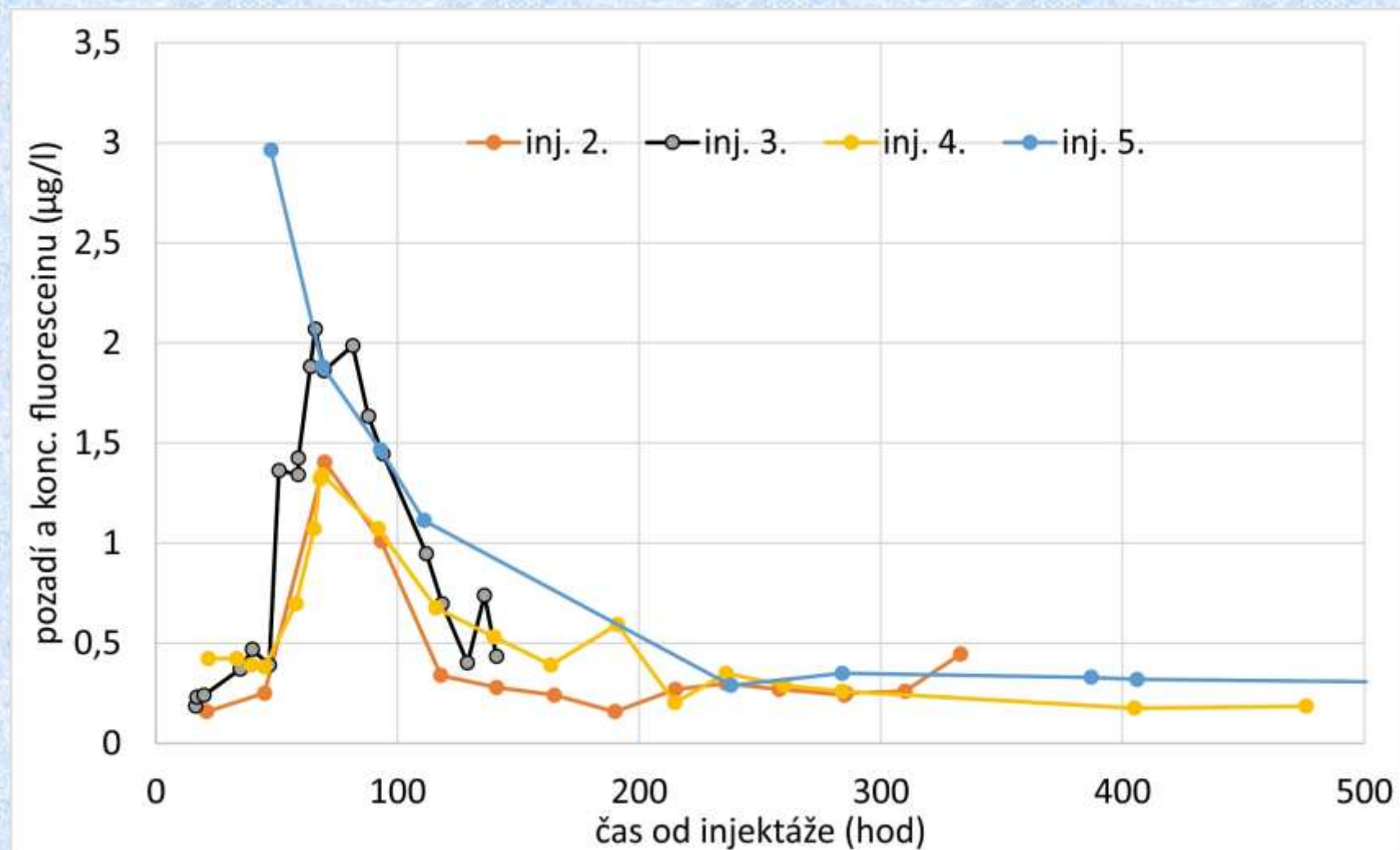
Do pramene Sv. Jan dorazil fluorescein z 4 injektáží, ale ve velmi nízkých koncentracích, prokázaných až metodou synchroscan



## Výsledky z Sv. Jana (Ivan+Ivanka)

-při vykreslení píků v závislosti na čase od injeckáže je zřejmý nárůst nad pozadí 50 hod po injeckáže a max. koncentrace cca 70 hod po injeckáže a vyznění k pozadí 130-200 hod po injeckáže

-fluorescein do Sv. Jana dorazil v nízkých koncentracích

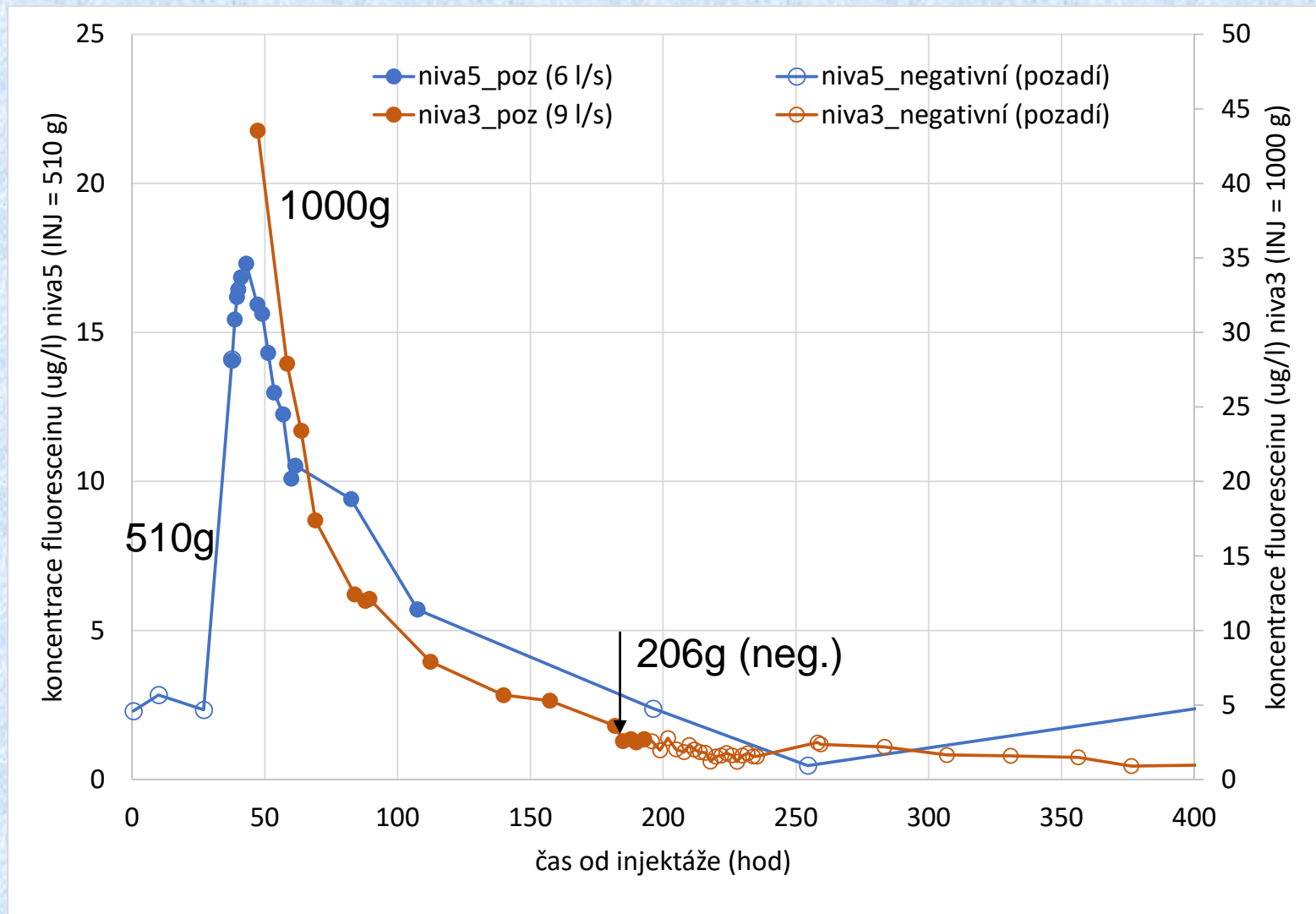


Pramen V nivě byl pro špatnou dostupnost sledován nepravidelně.

-fluorescein zaznamenán až po 3. injektáži (1000 g)

-první objevení 38 hod po injektáži

4. inj příliš nízké množství, nebo nízký vodní stav (200g); 5. inj. dobře zachycena (510g)





V prameni niva fluorescein viditelný i pouhým okem, fotografie 47 a 58 hod po 3. injektáži



# Zhodnocení průnikové křivky z 5. inj. z pramene Niva v programu Qtracer2

Injektáž	BP poslední hráz
sledování	pramen Niva
hltnost ponoru (l/s)	5,7
průtok pramene (l/s) ODHAD	10 až 15?
vzdálenost opravená (x 1,5) (m)	3390
čas prvního objevení (hod)	37,7
čas max koncentrace (hod)	43
střední doba zdržení (hod)	104,6
max koncentrace (ug/l)	17,3
maximální rychlost proudění (m/den)	2160
střední rychlost proudění (m/den)	779
disperzní koeficient (m <sup>2</sup> /s)	1,24
podélná disperzivita (m)	138
Pecletovo číslo ( )	25
objem zatopené části krasového kanálu (m <sup>3</sup> )	2150 až 5700
průměrná plocha zatopeného profilu (m <sup>2</sup> )	0,6 až 1,7
návratnost stopovače	9-13%



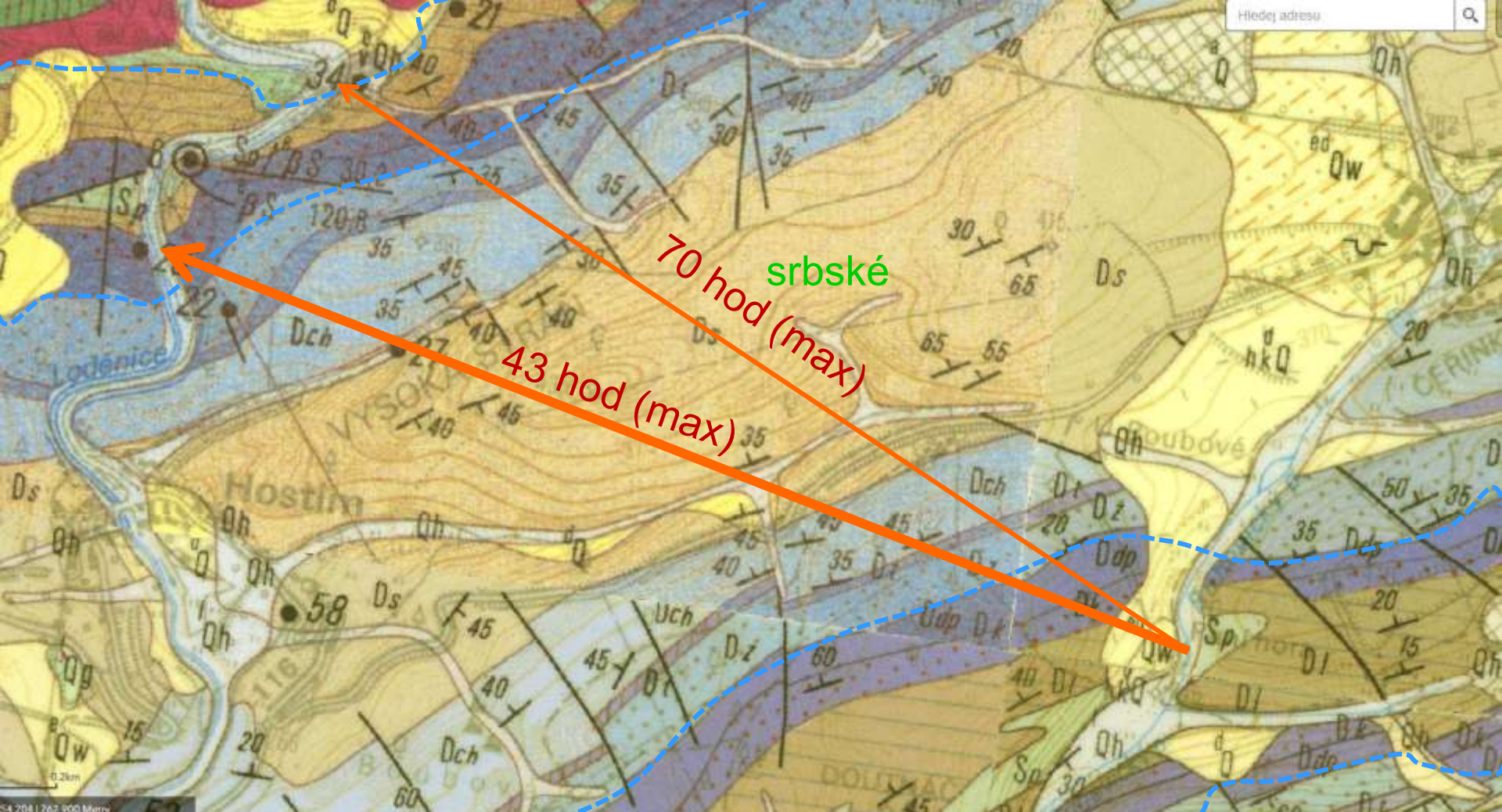
# Proudění z ponorů do pramenů skrz synklinálu

Bubovice

Haknovec



srbské



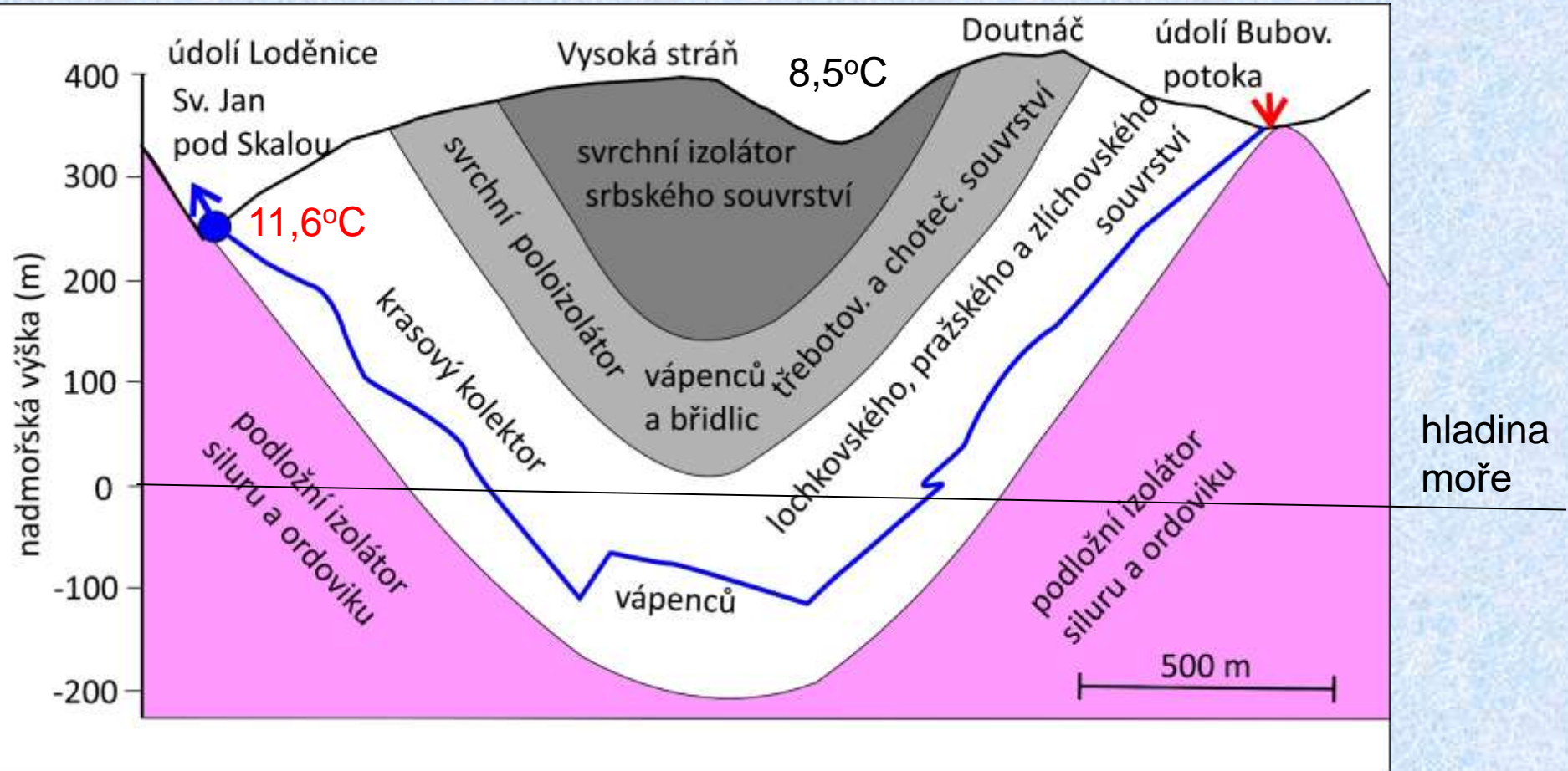
srbské

70 hod (max)

43 hod (max)



Hydrogeologický řez mezi místem injektáže a pramenem v Sv. Janu pod Skalou (2x převýšeno) Zhodnocení průnikové křivky z 5. inj. z pramene Niva v programu Qtracer2





Problematické ukazatele jakosti vody pramene Sv. Jan pod Skalou (výtažek z veřejně dostupných analýz na [www.chmi.cz](http://www.chmi.cz) **evidence jakosti podzemních vod**

-mírně překročená koncentrace dusičnanů

-výrazně vyšší koncentrace pesticidu/metabolitu chloridazon besphenyl i sumy pesticidů

-vždy přítomné koliformní bakterie a občas i enterokoky a Estechtia coli

datum	limit	10.05.2017	19.09.2017	16.04.2018	11.09.2018	09.04.2019	02.10.2019	07.04.2020	07.09.2020	13.04.2021	06.09.2021
dusičnany (mg/l)	<b>50</b>	53	59	57	57	51	55	52	51	54	55
chloridazon desphenyl (µg/l)	<b>0,1</b>	?	0,56	0,14	?	0,72	0,75	0,69	0,92	0,6	0,47
koliformní (KTJ/100ml)		18	145	230	9	29	>201	43	7	4	70
enterokoky (KTJ/100ml)		0	5	4	0	0	3	0	4	0	2
estechchia coli (KTJ/100ml)		0	2	0	0	0	0	2	5	0	2
suma pesticidů	<b>0,5</b>	?	0,86	0,35	?	0,94	0,91	0,89	1,18	1,04	0,7

-důvodem bakteriálního znečištění je nejen splach z oblasti závrťů a občasných ponorů v údolí propadlých vod ale právě i ztráty Bubovického potoka (přítoky ze zastavěné oblasti Bubovic a odtok z ČOV)

-měla by se umístit k prameni trvanlivá cedulka odkud je vody a že je trvale bakteriálně znečištěná a v jakých ohledech její jakost nespĺňuje požadavky na pitnou vodu

## Závěr

-fluorescein se z ponorů pod Bubovicemi velmi rychle šíří do pramene Niva (max. konc. 43 hod) a Sv. Janu (70 hod), tedy do povodí Kačáku.

-níže v povodí Bubovického potoka ani v jímacím vrtu v Srbsku nebyl fluorescein zjištěn

-i v Českém krasu existuje velmi rychlé proudění a to ve značných hloubkách pod nepropustnou výplní holyňsko-hostimské synklinály (cca 400 m pod povrchem)

-vysvětlila se permanentní bakteriální znečištění pramene Sv. Jan pod Skalou

-k zvýšeným ztrátám Bubovického potoka pod Bubovicemi (mohlo dojít díky čištění odpadních vod, kdy nepřítomnost organických šlemů umožní vodě snadněji pronikat sedimenty do ponorů

Více informací: Bruthans et al (2023): Voda z ponoru Bubovického potoka v hloubce rychle podtéká klastickou výplň holyňsko-hostimské synklinály do pramenů v údolí Loděnice. Český kras 48 (vyjde jaro 2023)

Děkuji Vám za pozornost a kolegům z SCHKO Český kras a AOPK za organizaci

-za pomoc s přípravou a povolením zkoušky RNDr. Peterovi Malíkovi CSc., RNDr. K. Žákovi CSc., RNDr. F. Pojerovi a kolegům z SCHKO, J. Gregovské z KHS; Ing. P. Paškové;

-za pomoc s odběrem vzorků a dalšími pracemi : F. Vycpálkovi, M. Kolčavovi, Z. Menglerovi, M. Šedivému, A. Buchtové, E. Šedivé, A. Ševčíkové, I. Pierce, E. Janouškovi, p. Červenkoví a dalším