

**T A
Č R**

Program **Prostředí pro život**

Projekt TAČR SS06010268 Poznání, kvantifikace a ochrana strategických zdrojů podzemní vody české křídové pánve hlubokého oběhu v hydrogeologických rajonech 4410 a 4522

Odborná konference

**Optimalizace využívání a ochrany zdrojů podzemních vod české křídové pánve
Mělník, 23. února 2026**

Nový koncept kolektorů a proudění podzemních vod v HGR 4410 a 4522 na základě detailní litostratigrafie a environmentálních stopovačů



Přírodovědecká fakulta
Univerzita Karlova

Jiří Bruthans, Martin Slavík, Jakub Mareš, Kateřina Šabatová, Kateřina Malechová
bruthans@natur.cuni.cz; martin.slavik@natur.cuni.cz;
Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova

**VÚV
TGM**

Výzkumný ústav
vodohospodářský
T. G. Masaryka
veřejná výzkumná instituce

Josef V. Datel
Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, v.v.i.
josef.datel@vuv.cz

Úvod

V české křídové pánvi mezi Mělníkem a Mladou Boleslaví se tradičně uvažuje o dvou kolektorech v horninách křídý:

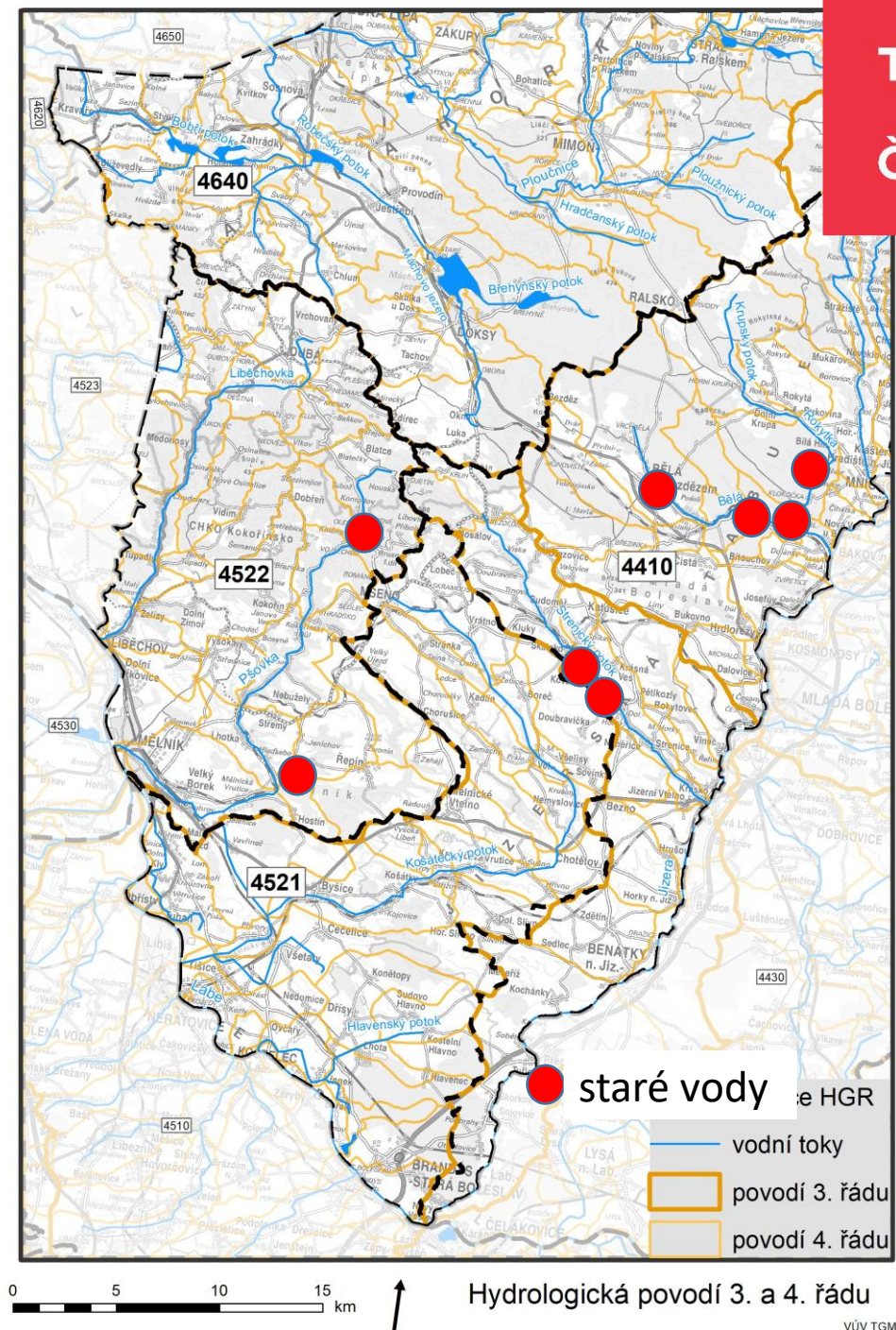
1) bazálním kolektoru A v perucko-korycanském souvrství

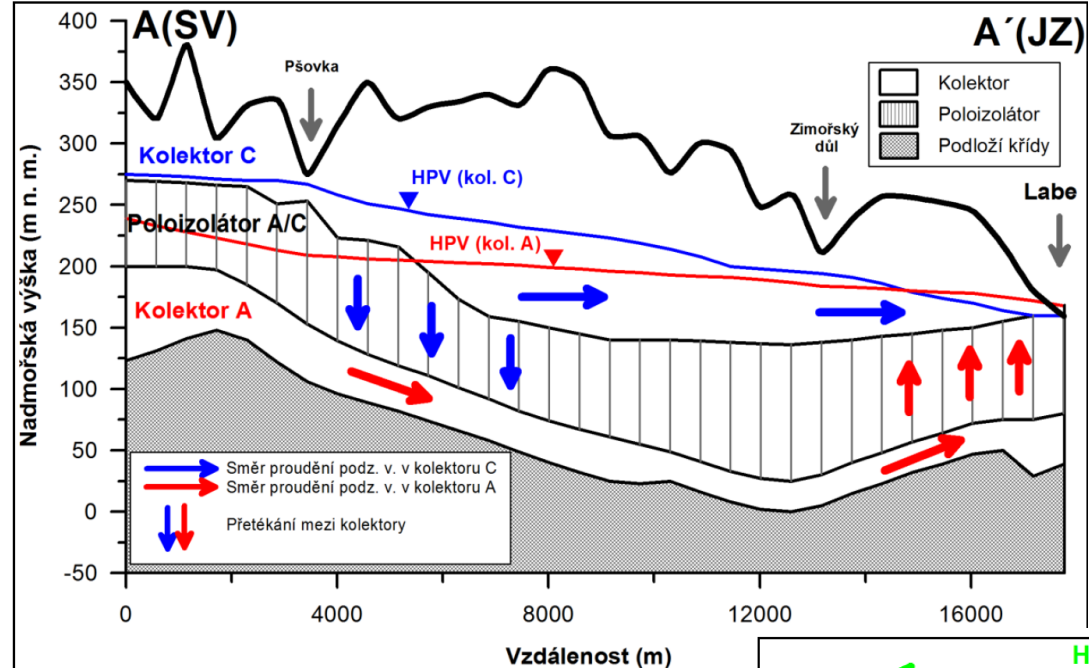
2) kolektoru C v jizerském souvrství.

U kolektoru C se uvažuje o jeho rozštěpení do dvou až tří subkolektorů Ca a Cb (Cc) **jen v okolí Jizery a v HG rajonu 4430**

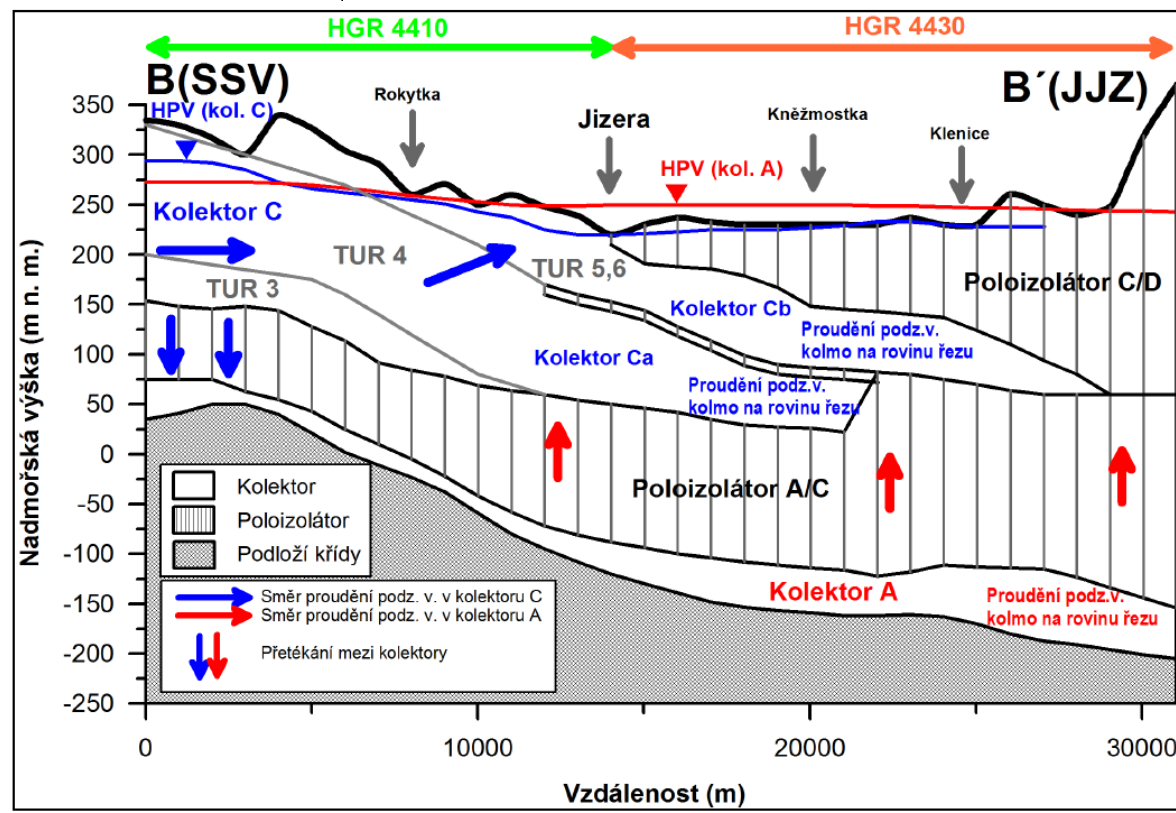
Za **nejpropustnější** horniny jsou obvykle považovány **hrubozrnné kvádrové pískovce**

Oblast je **zcela zásadní pro zásobování podzemní vodou**, nachází se v ní řada velkých jímacích území, např. Řepínský důl, údolí Bělé apod. Tato jímací území odebírají převážně vodu z kolektoru C, na který je studie zaměřena





Výstupy projektu Rebalance,
V prostoru 4521, 4522, 4410 jde
o jediný kolektor C



Nesoulad konceptuálního modelu s realitou

V rámci projektu Rebilance podzemní vody se ukázaly dvě skutečnosti, které nabourávají stávající konceptuální model:

1) V řadě povodí (Horní Pšovka a Liběchovka, Řepínském důlu, Strenický potok, Bělá) byla v kolektoru C zjištěna přítomnost **starých vod** (s velmi nízkou aktivitou tritia) a to mezi prameny běžných mladých vod, tedy vod s poměrně krátkou dobou zdržení pod zemským povrchem. To ukazuje, že v tzv. kolektoru C **je více na sobě nezávislých proudových systémů, a to v celé zájmové oblasti**

2) Podrobné geologické řezy sestavené Dr. Uličným z Geofyzikálního ústavu AV ČR ukázaly, že **velké prameny často vyvěrají z tzv. přechodní facie** (jemnozrnné vápnité pískovce, písčité vápence a další horniny), a **ne z kvádrových pískovců**

Cíl

Pomocí různých stopovačů se pokusit dozvědět více o původu staré vody, vč. vymezení jakými stratigrafickými úrovněmi proudí a pokusit se určit původ vody

Metodika

Odběry vzorků

- odebrány vzorky na tritium, freony a SF₆ (cca 40 vzorků+20 vzrebilance) na upřesnění doby zdržení v jednotlivých kolektorech v širší oblasti vč. předpokládané infiltrační oblasti
- odebrány vzorky na chemizmus, ¹⁸O, ²H, ¹³C, ¹⁴C z
- odebrány speciální stopovače z objektů s nejvyšším podílem staré vody pro upřesnění její doby zdržení i jejího původu (³⁹Ar, ⁸⁵Kr; vzácné plyny (Xe, Kr) pro upřesnění nadmořské výšky infiltrace, atd.

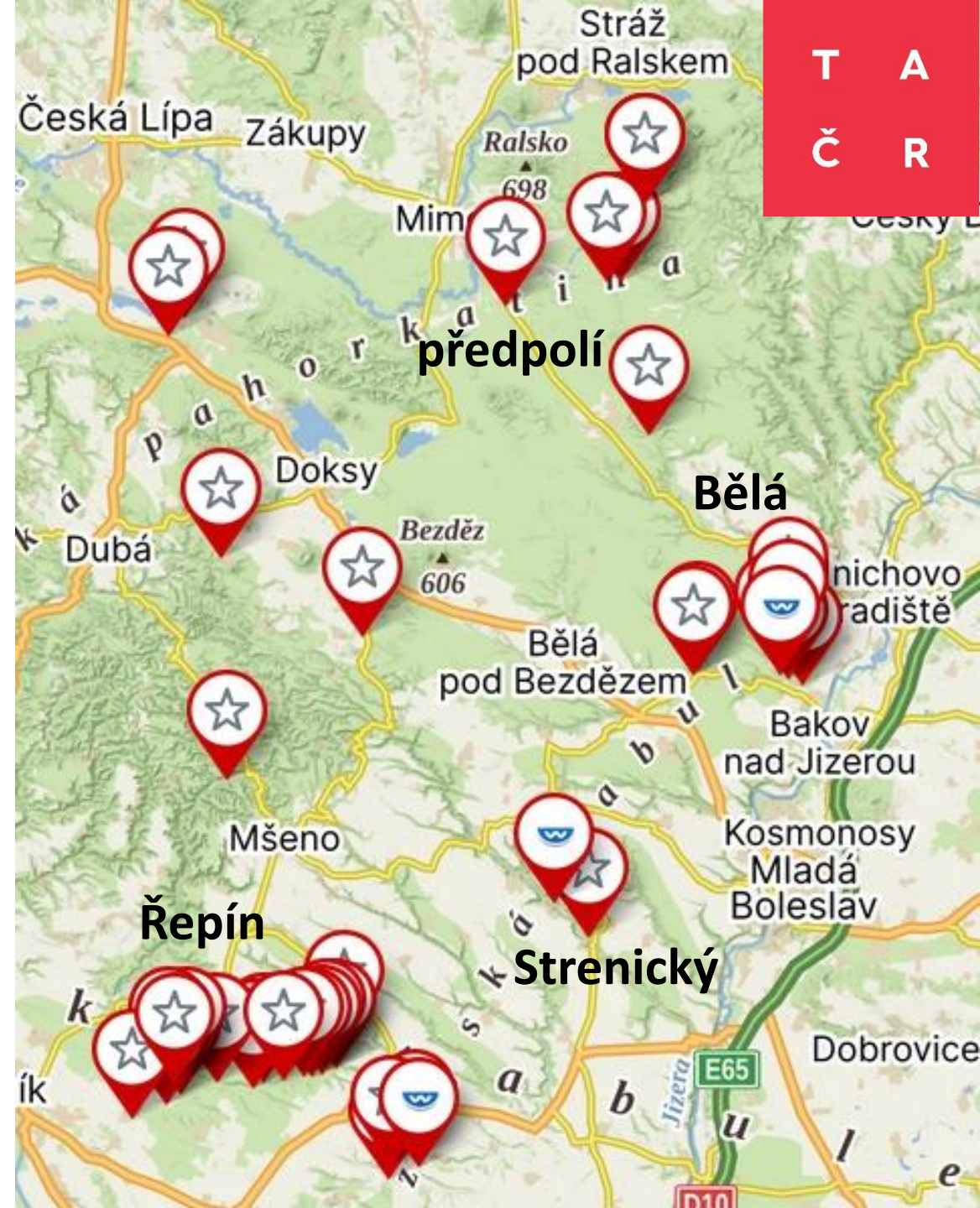
Sestavení HG řezů

- podle metodiky Uličného na základě karotáže, přidána hydrokarotáž

Objektivní odlišení kolektorů

- podle hladin p.v., přiřazení podle nadmořské výšky otevřených úseků do jednotlivých TUR jednotek vymezených a poskytnutých pro zájmové území Dr. Uličným (800+ vrtů s HPV); 120 vrtů s úrovněmi TUR1-TUR5

Rozdělení hladin do kol. Ca a Cb a vykreslení v ploše



Odběry na ^{39}Ar a ^{85}Kr

speciální stopovače z objektů s nejvyšším podílem staré vody pro upřesnění její doby zdržení i jejího původu (^{39}Ar , ^{85}Kr) vzácné plyny (Xe, Kr) pro upřesnění nadmořské výšky infiltrace, atd; analýzy USA, Čína



T A
Č R

Odběry na Xe a Kr

- voda protékána měděnou trubicí dodanou laboratoří
- přiškrcováním ventilu na odvodní straně zvýšen tlak
- pak šrouby rozmáčkne měděná trubice do plynotěsného stavu (USGS)



Analýza probíhá na Utah state university,
USA

Odběry v předpolí výskytu starých vod

- infiltrační oblast a srovnávací vzorky
- náročné, protože jen monitorovací vrty které bylo nutné odčerpat





Analysis Report

Joint Laser Laboratory for Trace Analysis,
Institute of Advanced Technology, University of Science and Technology of China,
Hefei, China, 230026 <http://atta.ustc.edu.cn>



Samples supplied by: Martin Slavík (Charles University), Josef Datel (TGM Water Research Institute)

Research tasks: ^{85}Kr & ^{39}Ar analysis and Kr, Ar purification

Project name: 20250808CZE01-CU

Report No.: Kr-2025-022&Ar-2025-005

杨国民

Report Date: 12 Sep 2025

Sample No.	Sampling Date	Comments	^{85}Kr				^{39}Ar			
			Trace Number	Sample Used (μL STP, Kr)	Analysis Date	^{85}Kr (dpm/cc)	Trace Number	Sample Used (mL STP, Ar)	Analysis Date	^{39}Ar (pMAR)
KL7	8 Jul 2025	N/A	B11165	~ 2.6	25 Aug 2025	<0.46	AA10272	~ 2.8	29 Aug 2025	$43.5^{+2.8}_{-2.6}$
POD	8 Jul 2025	N/A	B11166	~ 2.5	26 Aug 2025	3.52 ± 0.15	AA10273	~ 1.8	04 Sep 2025	$48.0^{+3.6}_{-3.6}$
R8A	8 Jul 2025	N/A	B11167	~ 2.6	29 Aug 2025	1.36 ± 0.10	AA10274	~ 1.8	08 Sep 2025	$40.2^{+3.1}_{-3.0}$
Air	28 Jul 2025	N/A	B11170	~ 2.4	01 Sep 2025	87.8 ± 2.0	N/A	N/A	N/A	N/A

obsah ^{85}Kr ve vodě je nízký, malá příměs moderní (po 1950) vody

vzduch

Contact person: Guomin Yang (杨国民)
Tel: +86-551-63607562, Email: yanggm@ustc.edu.cn

^{39}Ar stáří

330 let

290 let

360 let

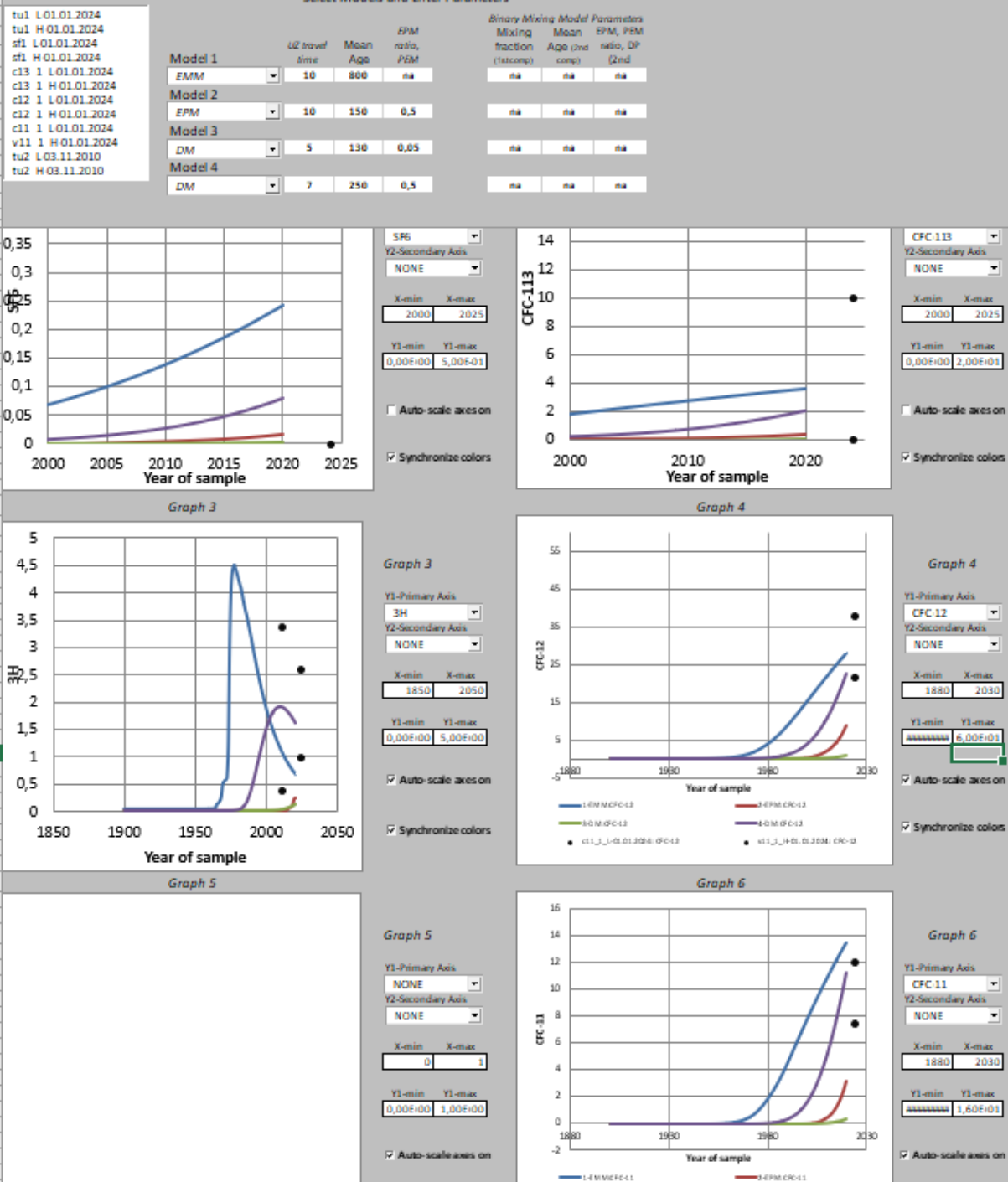
Staré vody mají tedy střední dobu zdržení okolo 300-350 let

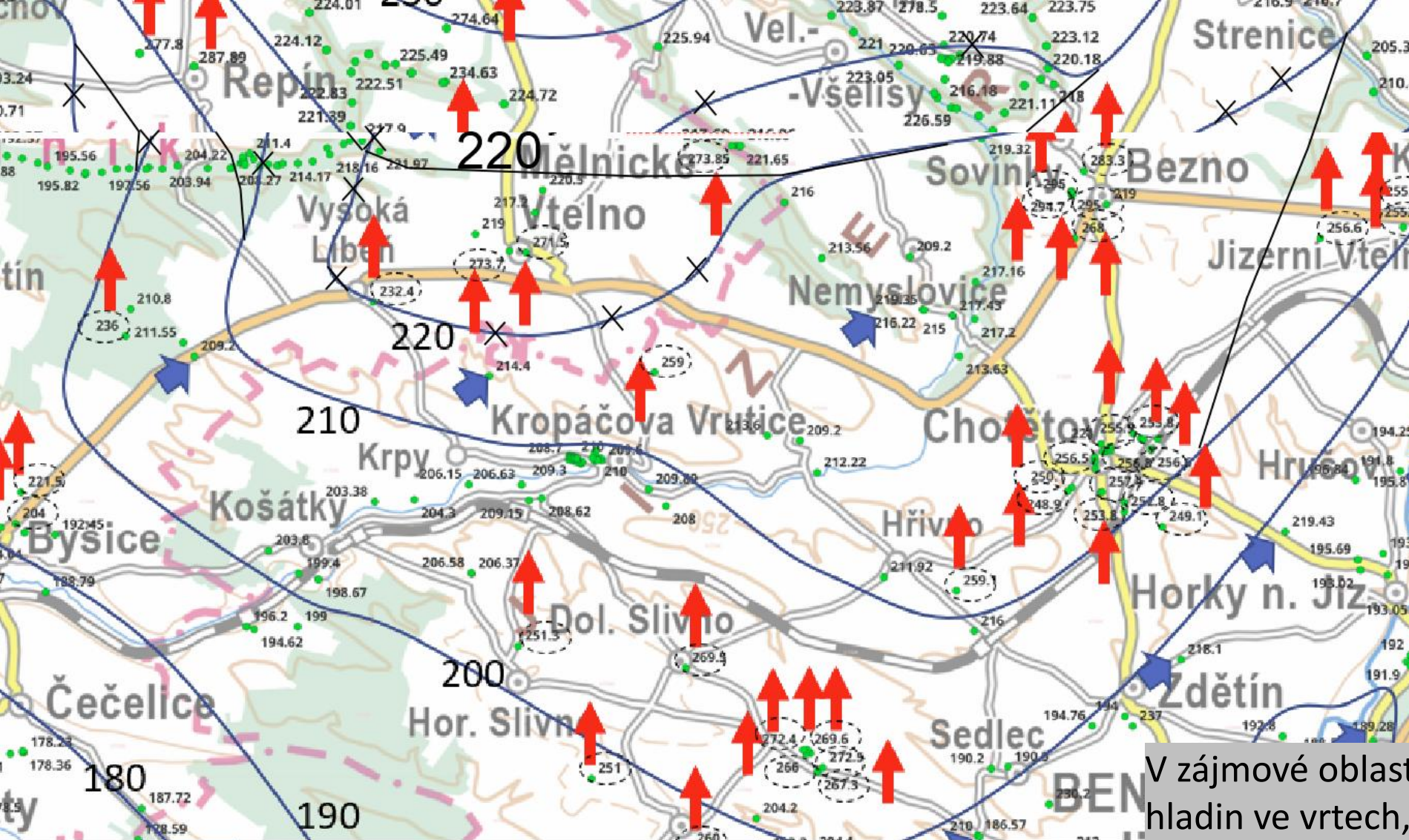
Notes

- Reported errors are 1- σ errors. Upper limits have a 90% confidence level.
- ^{85}Kr ($t_{1/2} = 10.74 \pm 0.02$ yr) abundance is reported in the units of dpm/cc (decays per minute per cc STP of krypton).
 - Conversion: 100 dpm/cc corresponds to $^{85}\text{Kr}/\text{Kr} = 3.03\text{E-}11$.
 - The reported ^{85}Kr value is as measured on the ATTA analysis date. It may be significantly lower than the value on the sampling date due to radioactive decay in between the two dates.
- ^{39}Ar ($t_{1/2} = 268 \pm 8$ yr) abundance is reported in the units of pMAR (percent Modern argon).
 - The ^{39}Ar abundance of an atmospheric sample is 100 pMAR, using 2018 as the year of reference.
 - Occasionally, ^{39}Ar abundance in groundwater can exceed 100 pMAR due to underground nuclear production. See R. Yokochi, N. C. Sturchio and R. Purtschert, Geochim. Cosmochim. Acta 88, 19-26 (2012).

Datování vody pomocí stopovačů

- využito až 7 různých stopovačů doby zdržení: 3H, SF6, freonů 11, 12, 113, 39Ar, 85 Kr
- program LPM tracer (USGS), metoda sdružených parametrů
- celkem cca 60 objektů vč. starších dat z Rebilancí
- výsledky ve formě binárního míšení a exponenciálního modelu



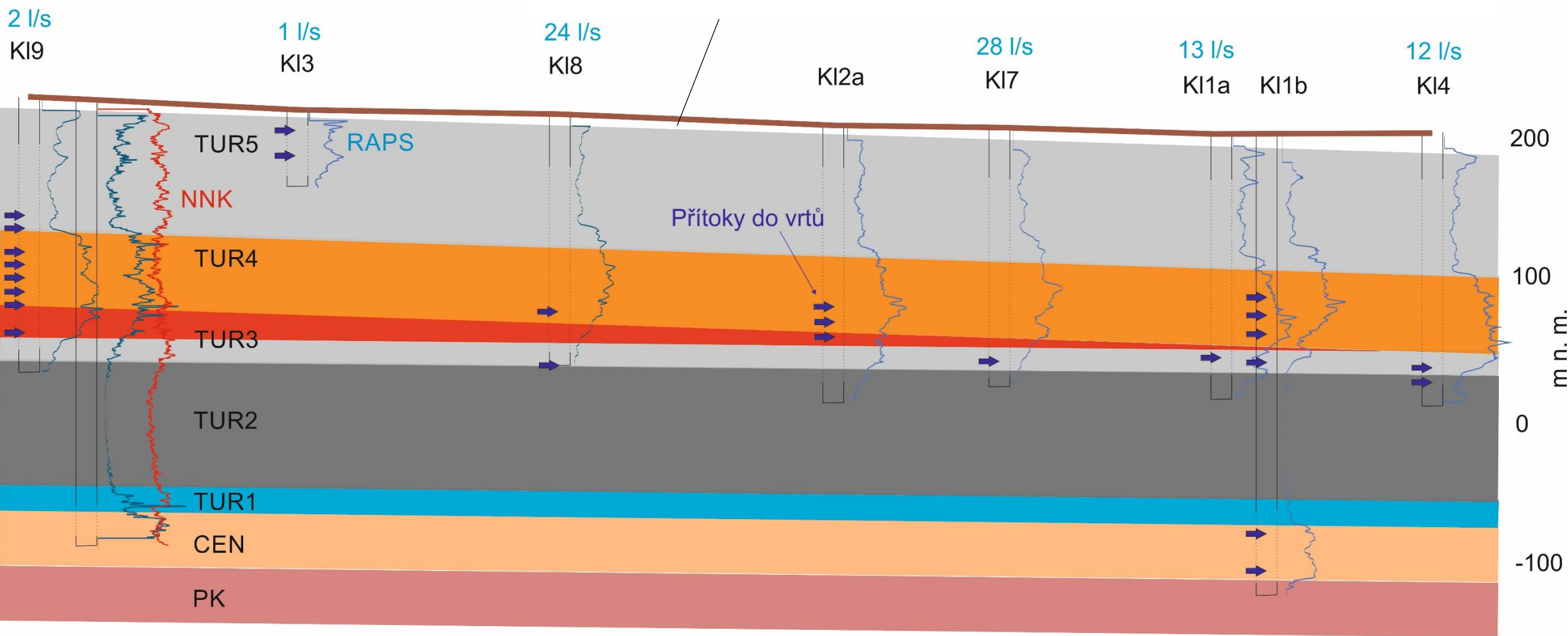


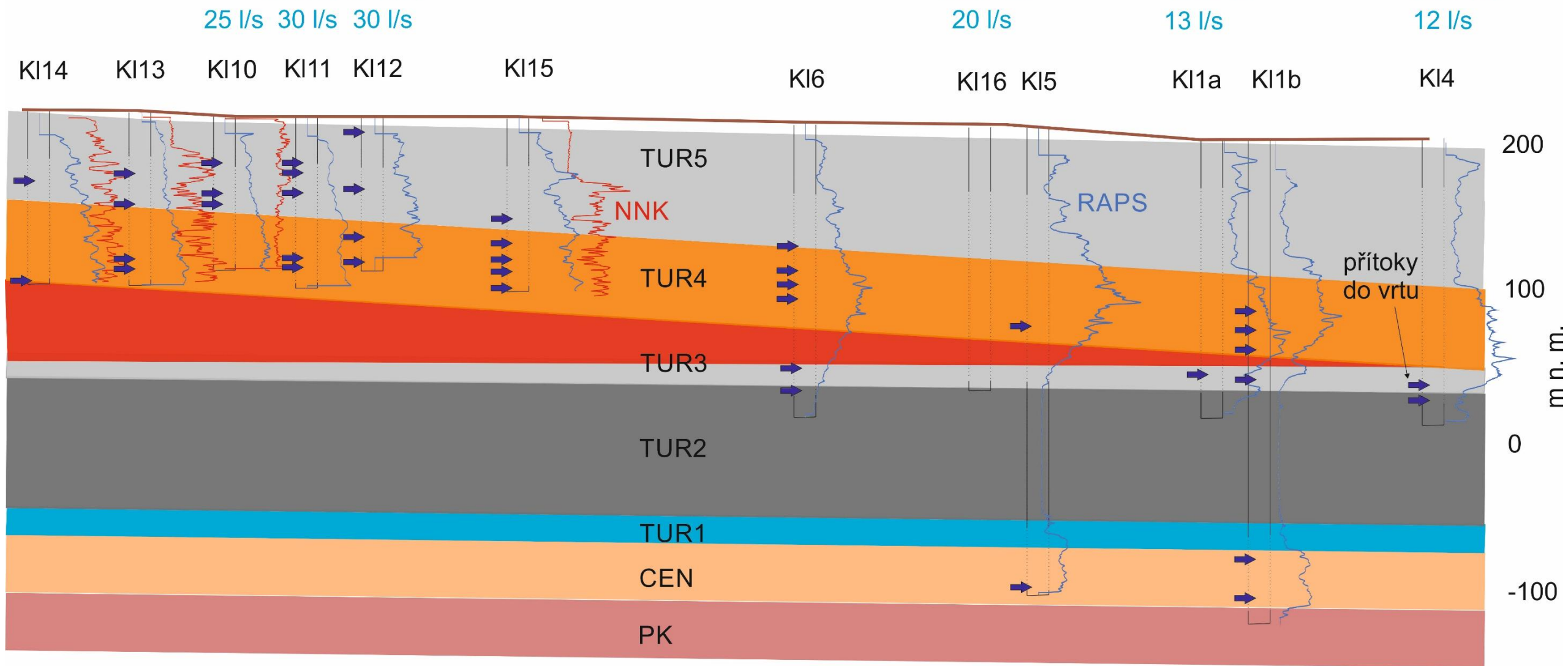
V zájmové oblasti existuje asi 1000 změřených hladin ve vrtech, problémem je že **hladiny netvoří jednotný povrch** (viz červené šipky s vyšší úrovní hladiny)

Je tak nutné prostředí rozdělit do kolektorů podle jednotlivých TURů (část hladin byla dosud ignorována)

Sestavení detailních hydrogeologických řezů

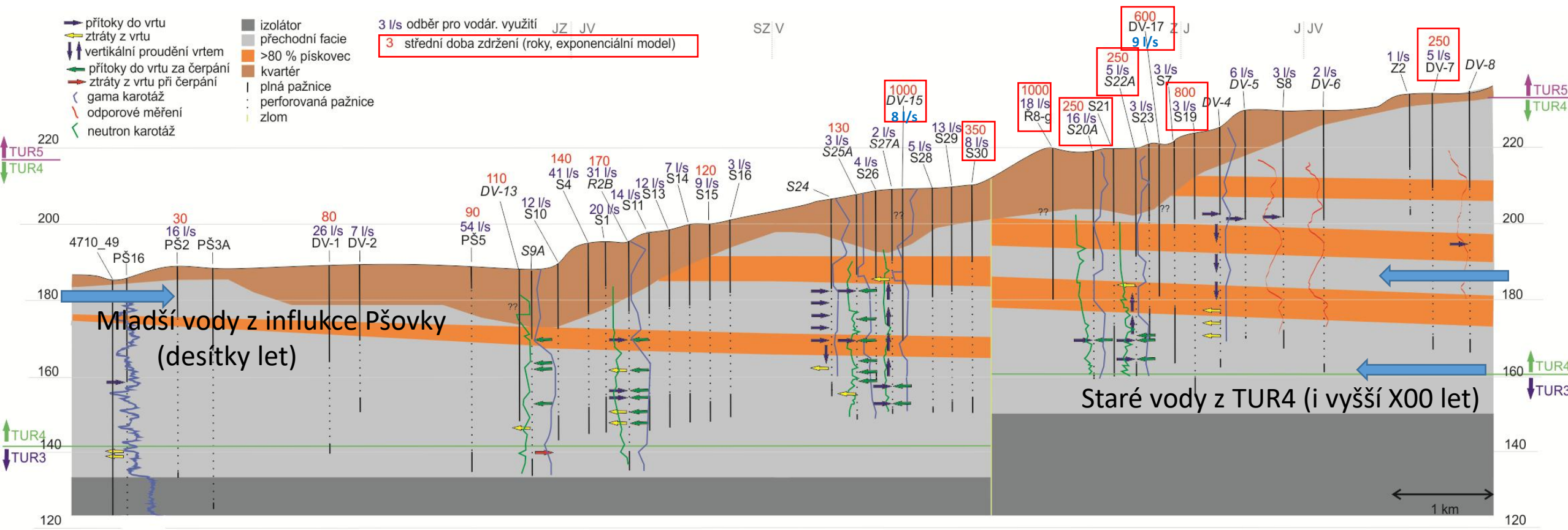
- na základě dat z vrtného vystrojení, karotáže a navázání na Uličného řezu z rebilancí jsou konstruovány detailní řezy jakými subkolektory proudí nízko tritiové vody
- v JÚ Bělá (dole), jsou přítoky nízkotritiových vod z kol. Ca (TUR3+4), zatímco přípovrchový kolektor Cb (TUR5) má běžné vody s běžnou aktivitou tritia (prameny)





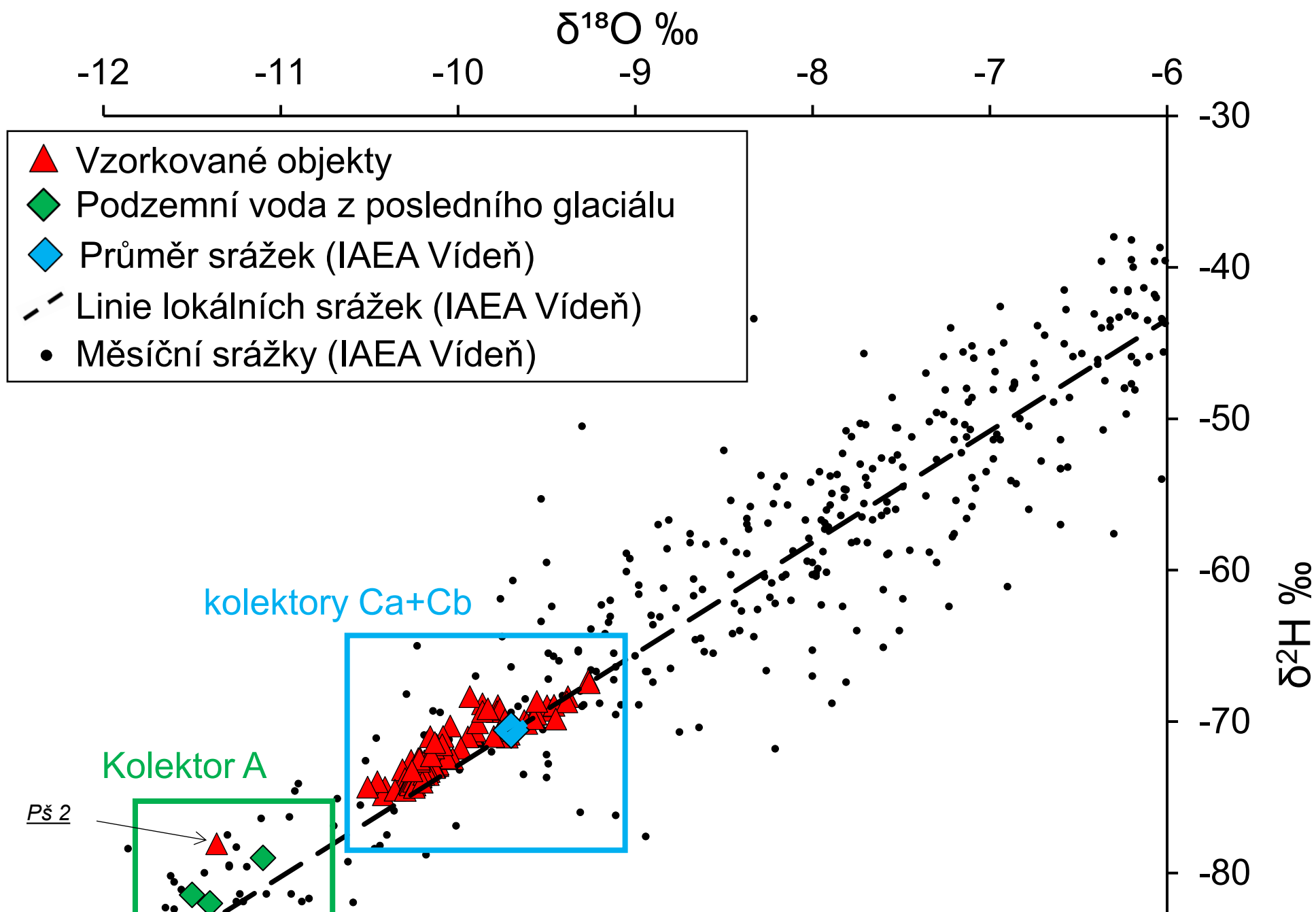
Sestavení detailních hydrogeologických řezů

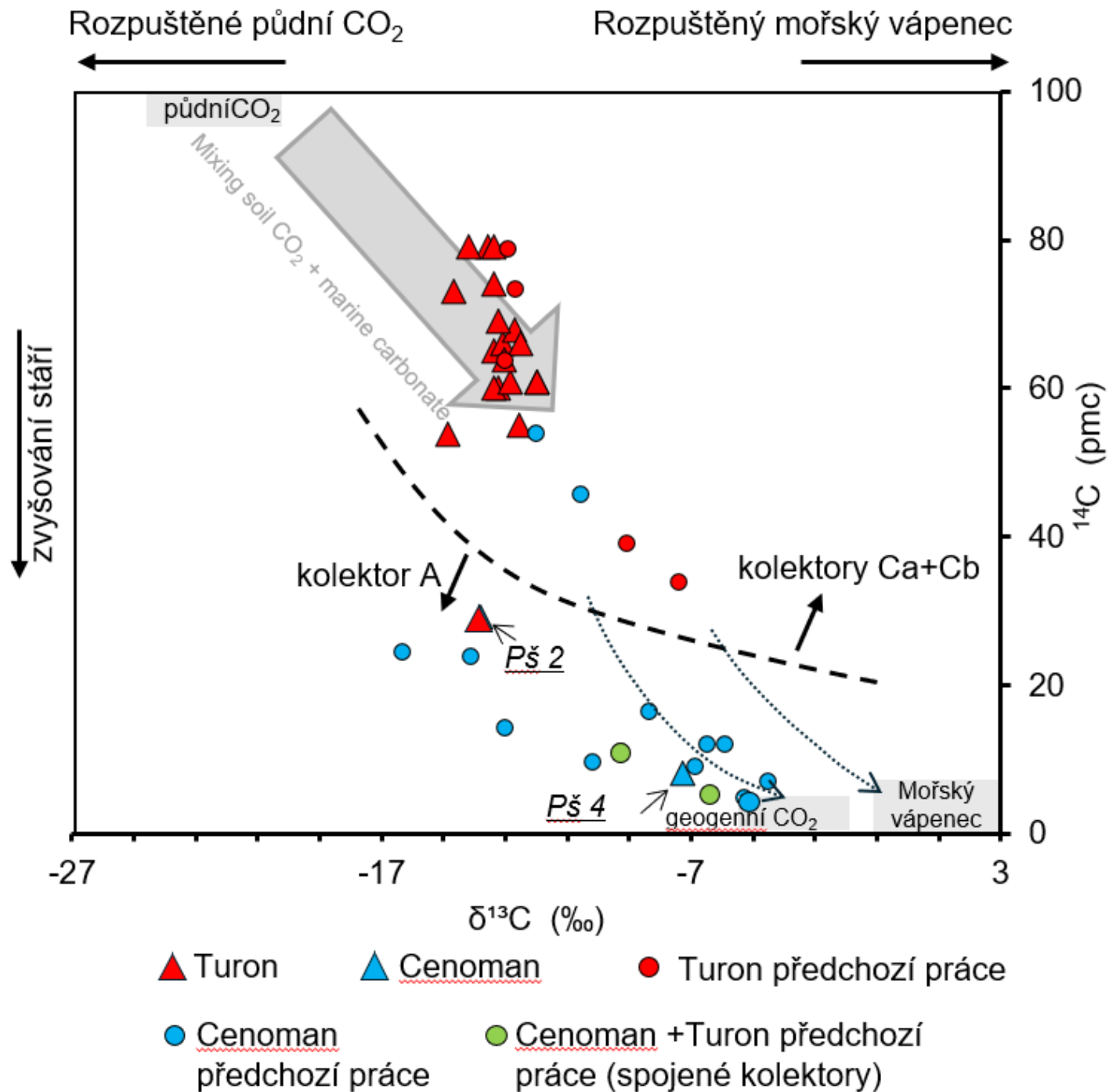
- nově konstruovaný detailní HG řez pro Řepínský důl, vytyčeny otevřené úseky, přítoky do vrtů
- voda vytéká z přechodní facie, méně z kvádrů



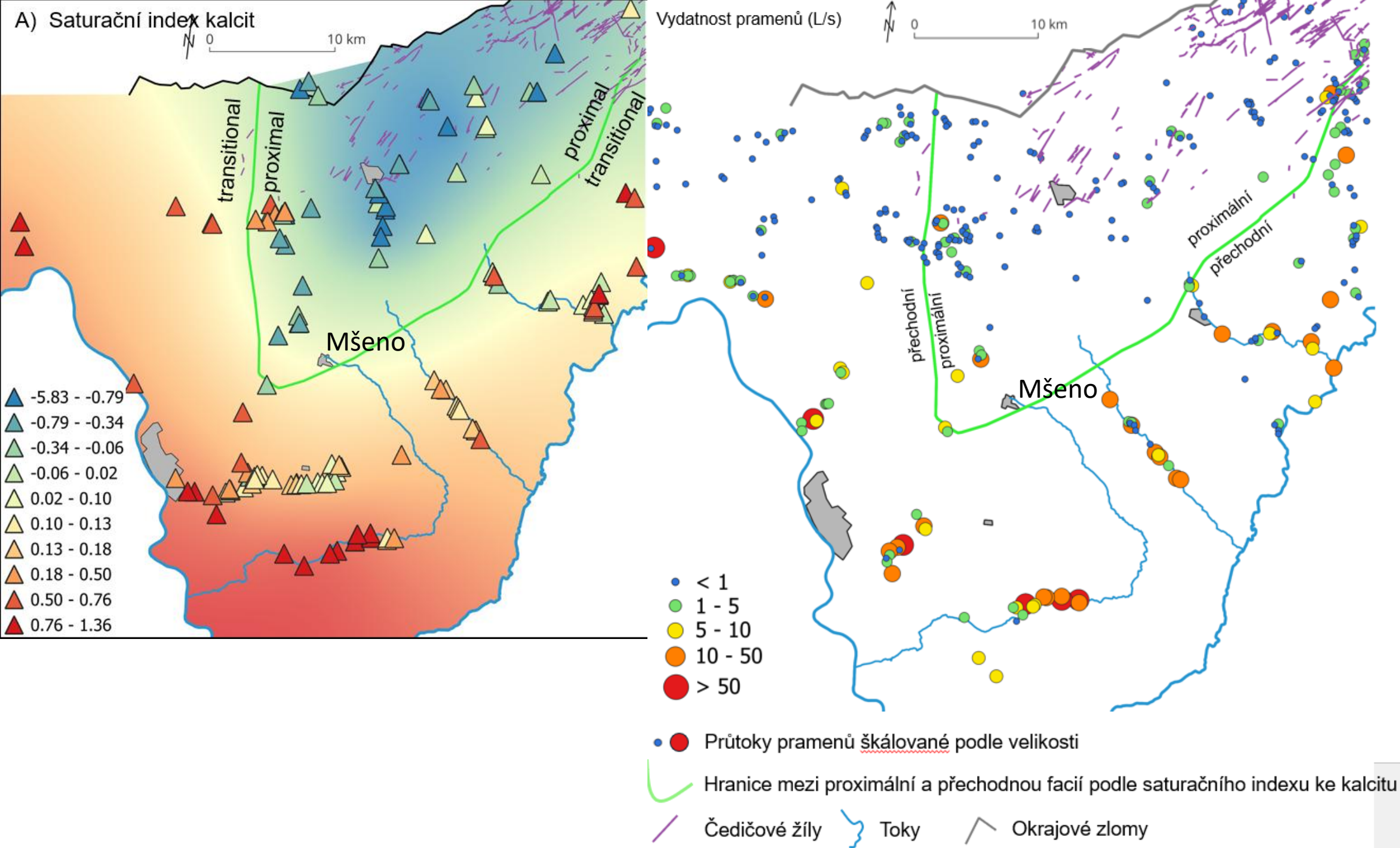
Vody kolektoru A se od nadložních kolektorů Ca a Cb zásadně liší O a H izotopovým složením

T A
Č R

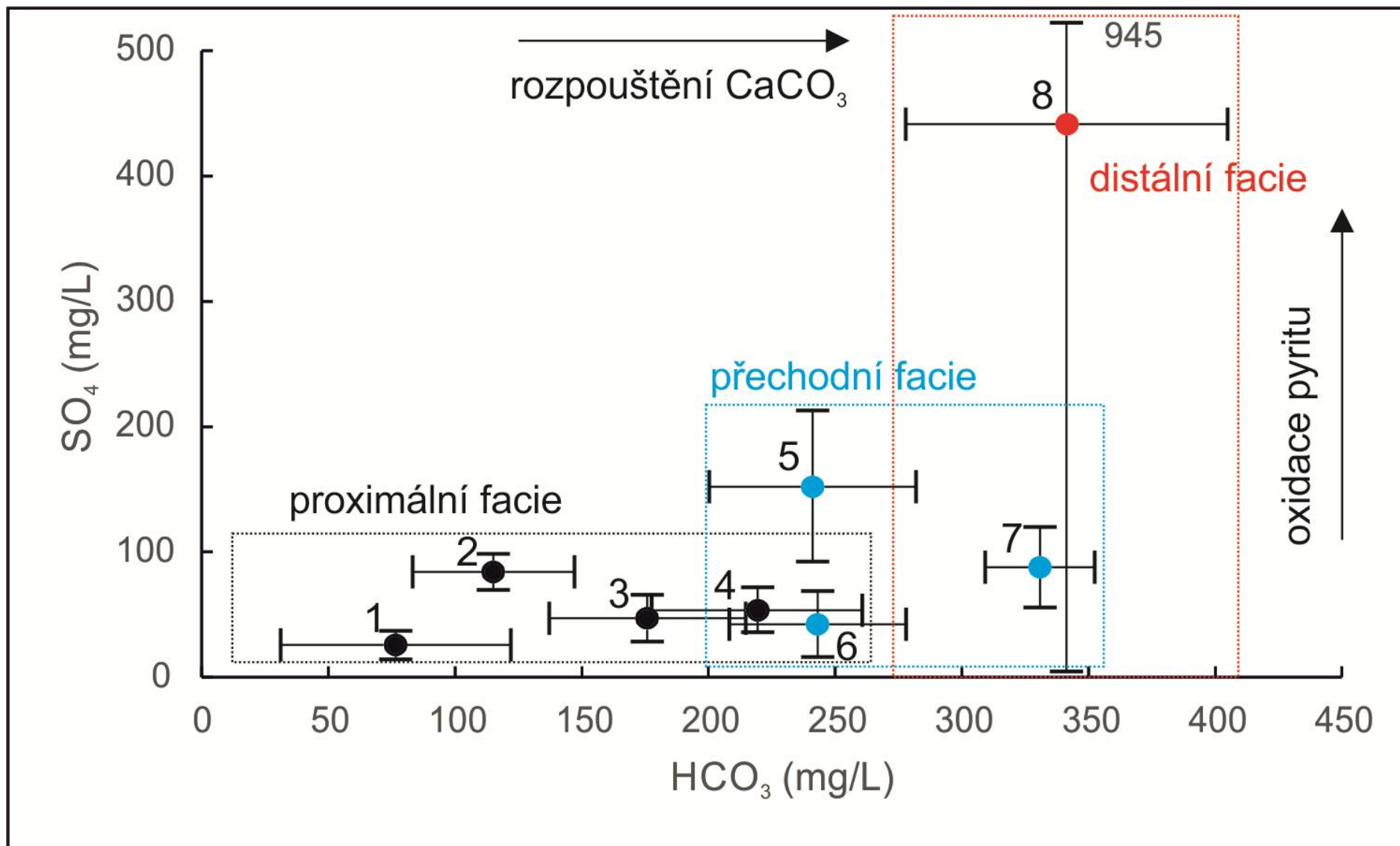


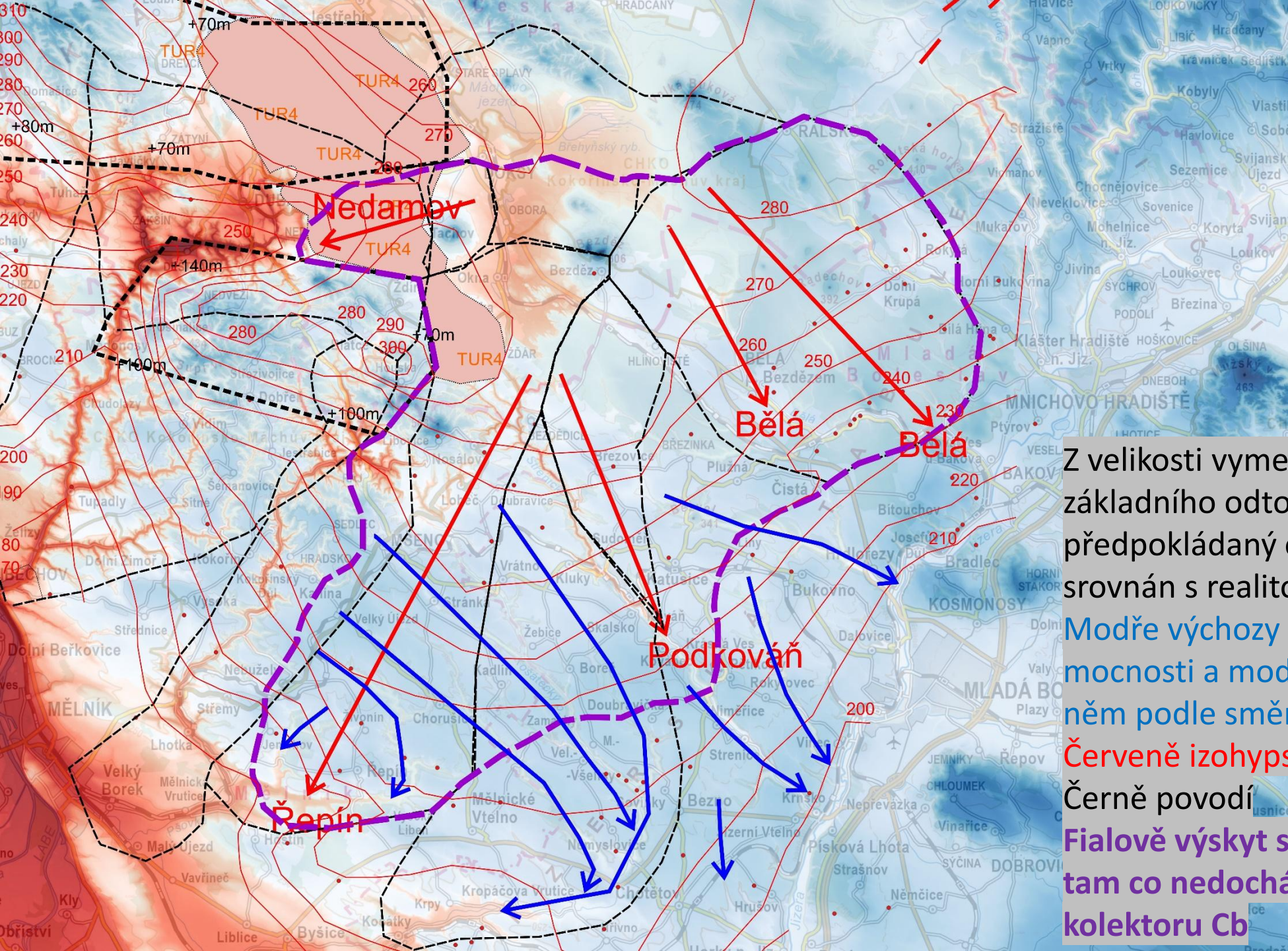


Vody kolektoru A se od nadložních kolektorů Ca a Cb zásadně liší ¹³C a ¹⁴C izotopovým složením



I na základě chemizmu lze rozlišit původ vody v jednotlivých faciích





Z velikosti vymezených povodí a základního odtoku byl vypočten předpokládaný odtok z povodí a ten byl srovnán s realitou

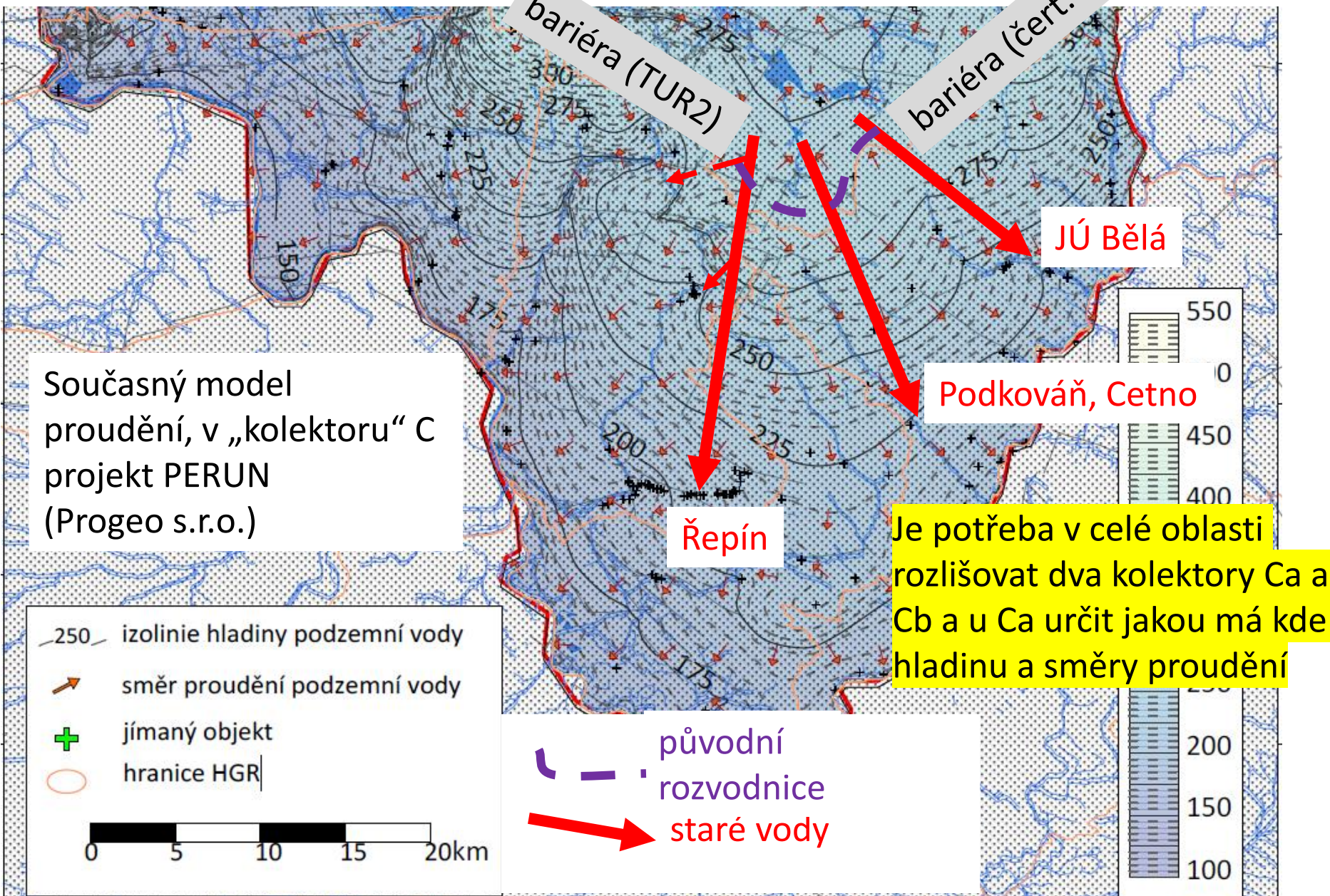
Modře výchozy kolektoru Cb s izoliniemi mocnosti a modrými šipkami proudění v něm podle směru důlů

Červeně izohypsy v Ca
Černě povodí

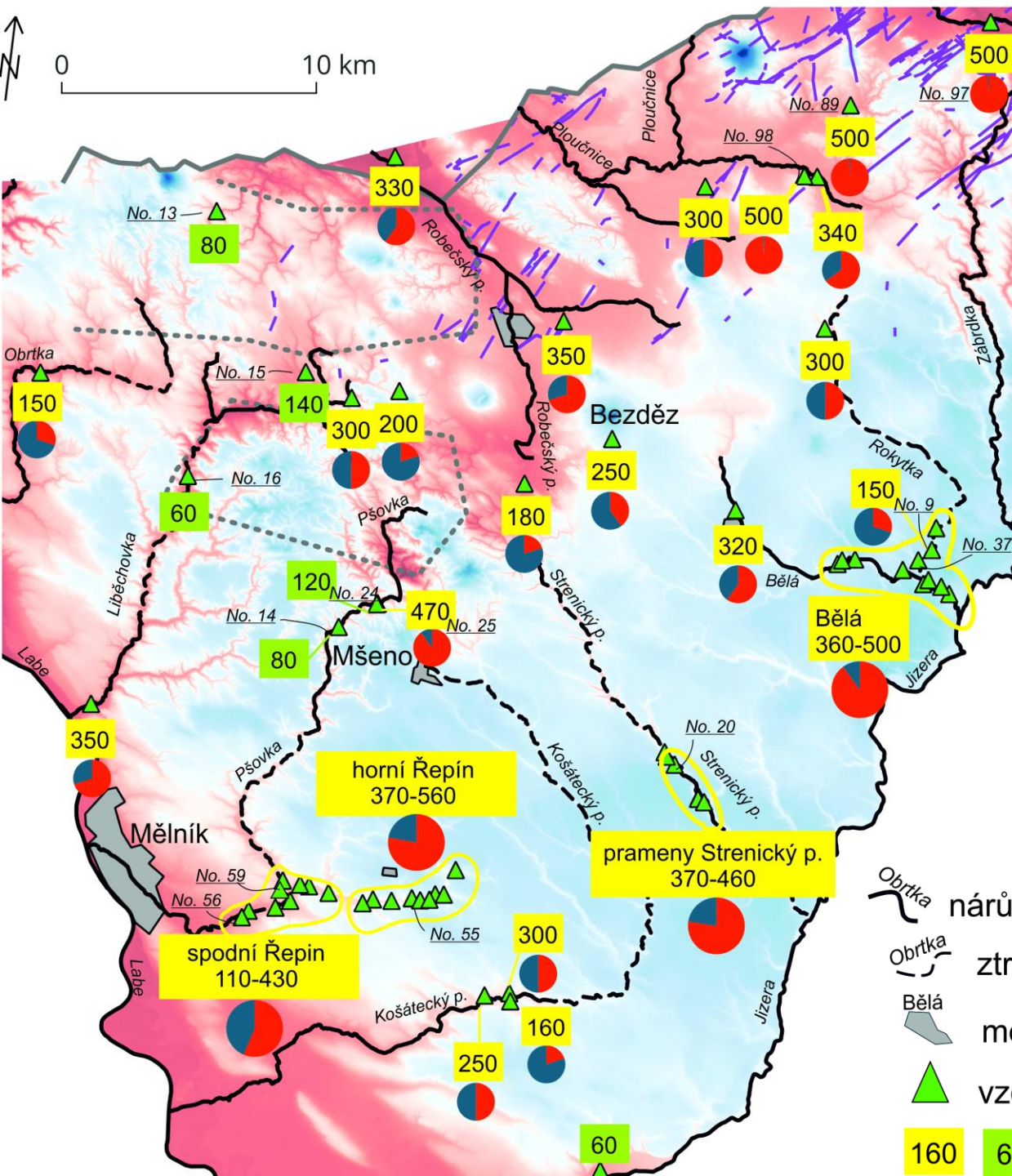
Fialově výskyt starých vod, ty se vyskytují tam co nedochází k ředění vodou z kolektoru Cb

Proudění v TUR3, 4 zřejmě podtéká rozvodnici v TUR5 z HG4640!

T A
Č R



Obrázek 182 Modelové izolnie hladiny podzemní vody v kolektoru středního turonu (C, v menší části území BC).



Střední doba zdržení podzemní vody v zájmové oblasti

- červeně výchozy kolektoru Ca, modře výchozy kolektoru Cb
- zelenými trojúhelníky vzorkované objekty
- žlutě střední doba zdržení podle modelu binárního míšení, zeleně podle exponenciálního modelu (roky)
- v mezikruží červeně zastoupení staré vody (500-600 let) modře mladé vody
- v bělé, Řepíně a okolí Podkováně převažuje stará složka

čedičová žíla

vzvedlé hrástě

města

vzorkované objekty

střední doba zdržení (žlutá binární míšení, zelená exponenciální model)

čedičová žíla

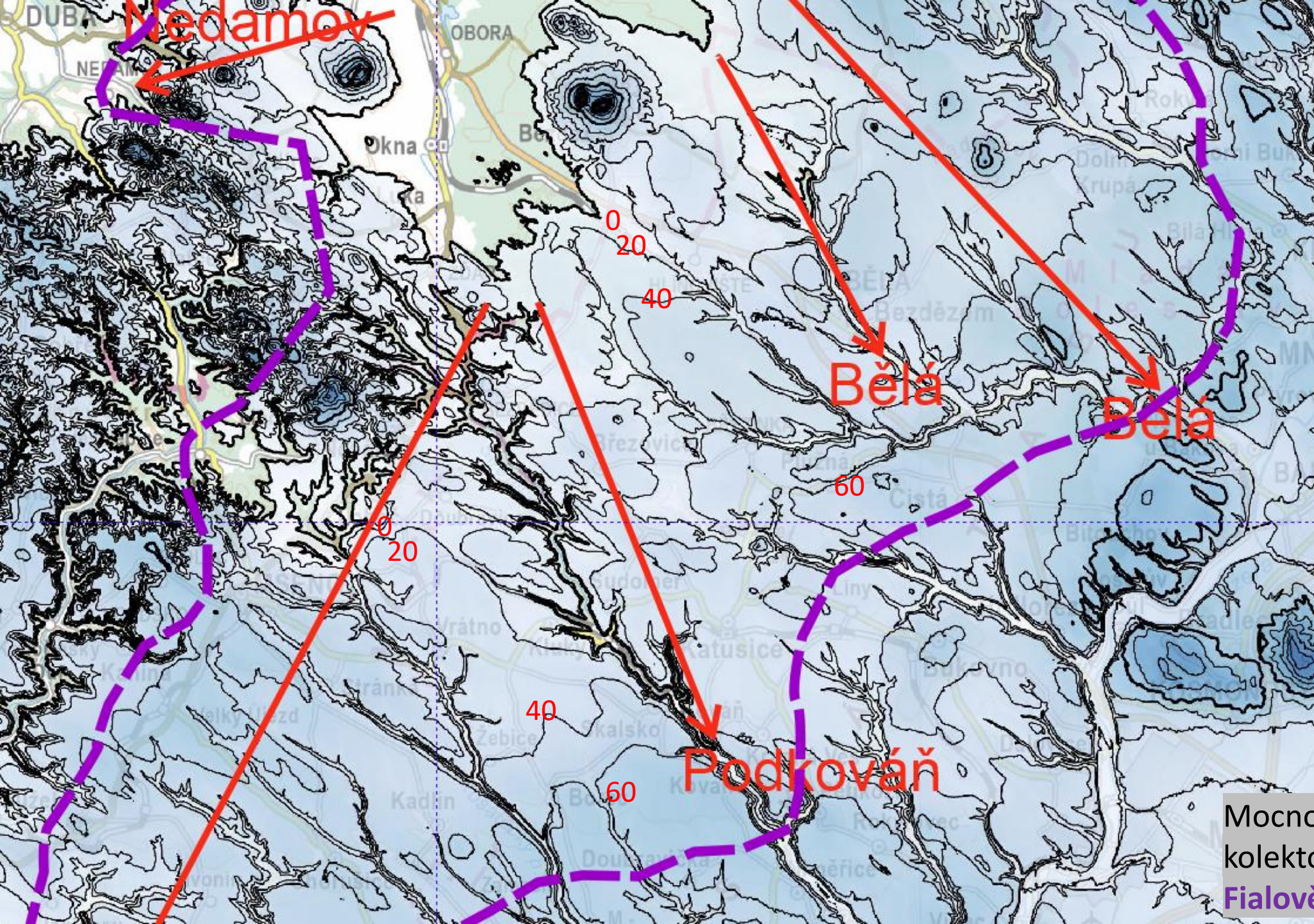
vzvedlé hrástě

výchozy kolektoru Ca

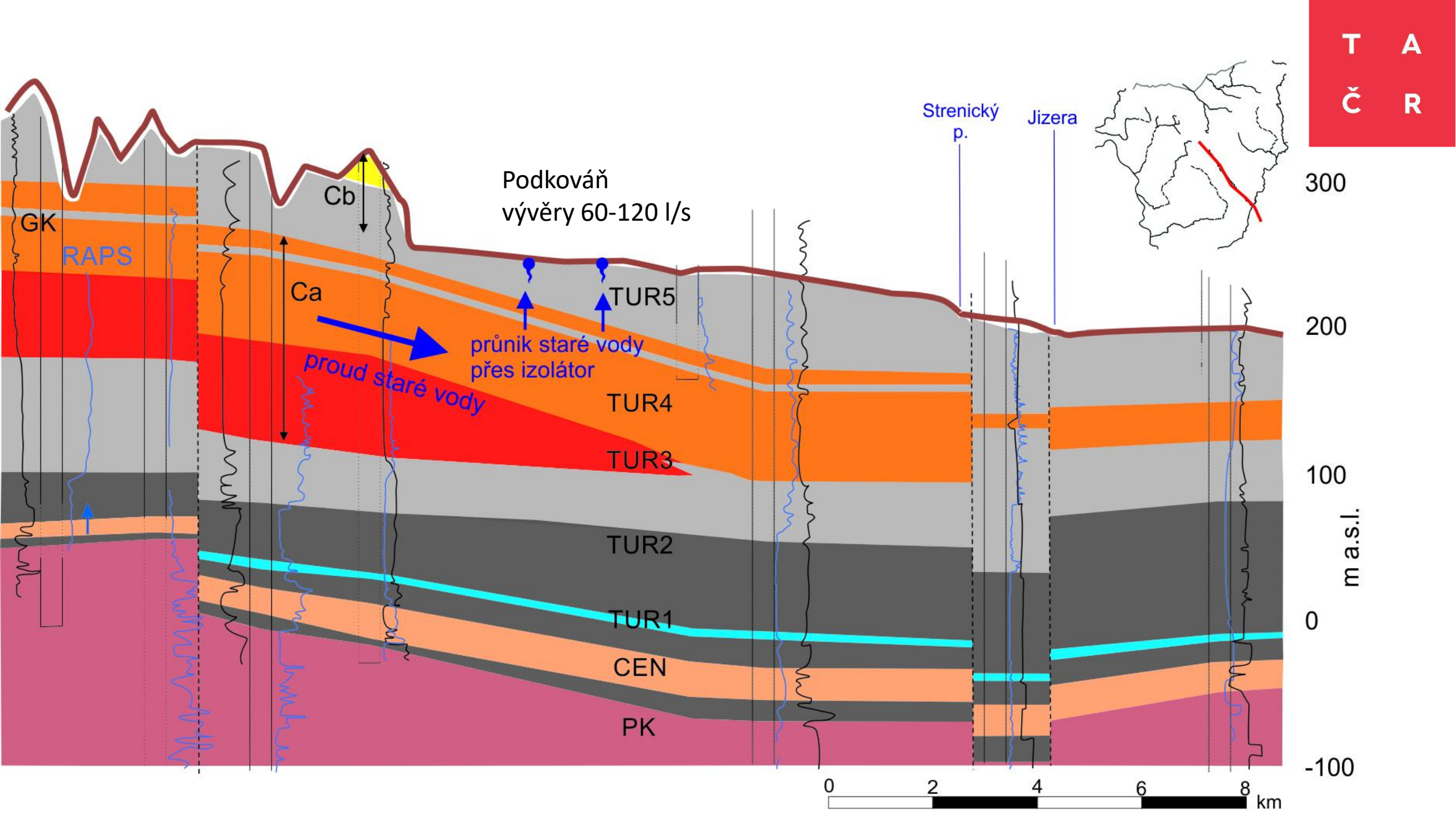
výchozy kolektoru Cb

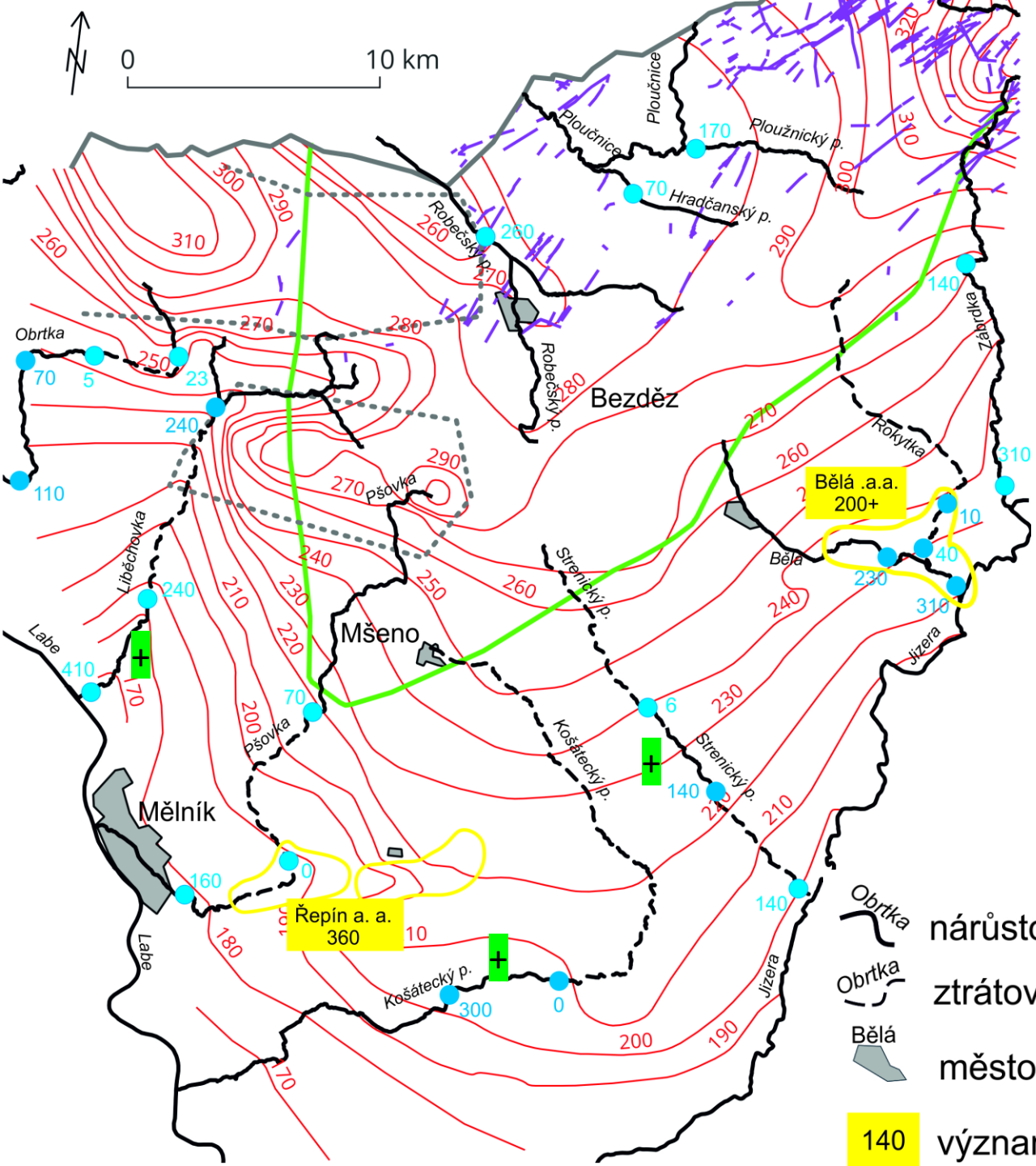
zastoupení staré (červeně) a mladé (modře) vody

zlomy



Mocnosti nadloží nad
kolektorem starých vod
Fialově výskyt starých vod





Průtoky toků a rozložení nárůstových a ztrátových úseků

nárůstový tok

ztrátový tok

město

140

významný odběr podzemní vody (L/s)

hranice facií

vzvedlé hrástě

průtok toku (L/s)

čedičové žíly

okrajové zlomy

Závěr

- vodárenské vrty v povodí Bělé, v Řepínském důlu, na horní Pšovce a pr. na Strenickém potoce a horní Liběchovce, v širším okolí Bezdězu byly vzorkovány na chemické složení, stabilní izotopy O a H, ^{13}C , ^{14}C , tritium, freony, SF_6 , ^{39}Ar , ^{85}Kr
- byly sestaveny detailní hydrogeologické řezy (Bělá, Řepín, Strenický apod).
- ukázalo, že v oblasti mezi údolím Bělé, Horní Liběchovkou a údolím Strenického potoka jsou v kolektoru C **dva samostatné kolektory Ca, Cb**
- stratigrafické jednotky dr. Uličného TUR3 a TUR4 tvoří spodní kolektor Ca, kterým proudí relativně **staré a často velmi čisté vody do jímacích vrtů na Bělé a části Řepínského důlu a do pramenů u Cetna a Podkováně na Strenickém potoce**
- horniny TUR5 hostí **kolektor Cb**, kde jsou **mladé vody**
- kolektor Ca je třeba chránit před propojováním s Cb
- I v dalších územích v ČR je vhodné použít stopovače doby zdržení pro otestování, zda se jedná o jednu souvislou zvedň, či oddělené proudové systémy

Děkuji za pozornost!

Poděkování:

Výzkum v rámci projektu č. SS06010268 „Poznání, kvantifikace a ochrana strategických zdrojů podzemní vody české křídové pánve hlubokého oběhu v hydrogeologických rajonech 4410 a 4522“ je spolufinancován Technologickou agenturou České republiky. Děkujeme panu Ing. S Kloučkovi z VAK Mladá Boleslav a ing. L Kozlové a Bc. V. Jáskovi a dalším z Vodáren Kladno Mělník, Ing. J. Průšovi, Mgr. V Ekertovi, za umožnění odběrů stopovačů z jímacích a monitorovacích vrtů. Dr D Uličnému, Dr. L Špičákové a Mgr. J. Bohadlovi děkujeme za poskytnutíází stratigrafických sekvencí CEN a TUR1-5. Mgr. O Nolovi a Mgr. I Kůrkové děkujeme za poskytnutí dat z archivu ČGS.

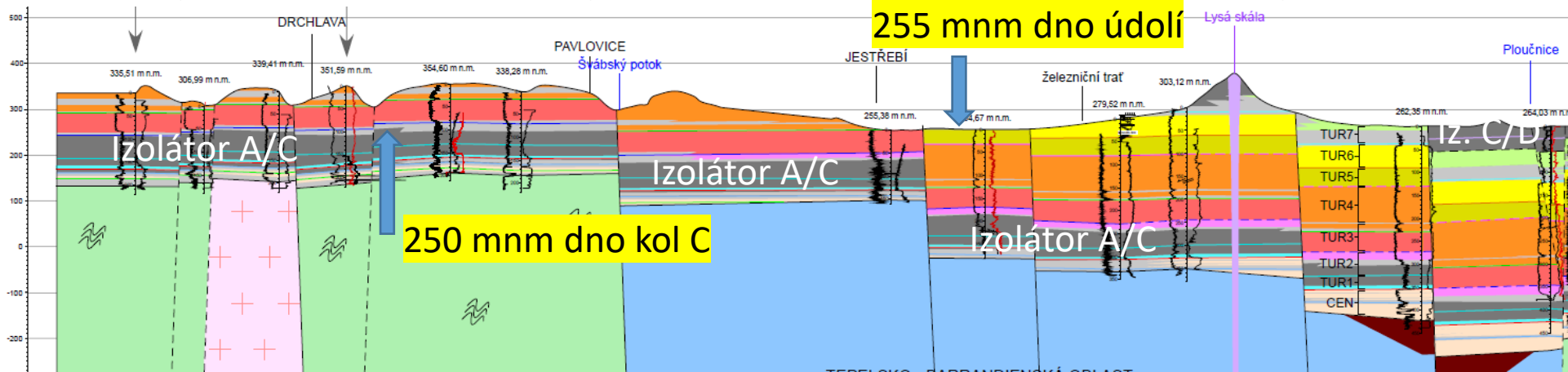
Kontakt: Jiří Bruthans,
Martin Slavík

bruthans@natur.cuni.cz

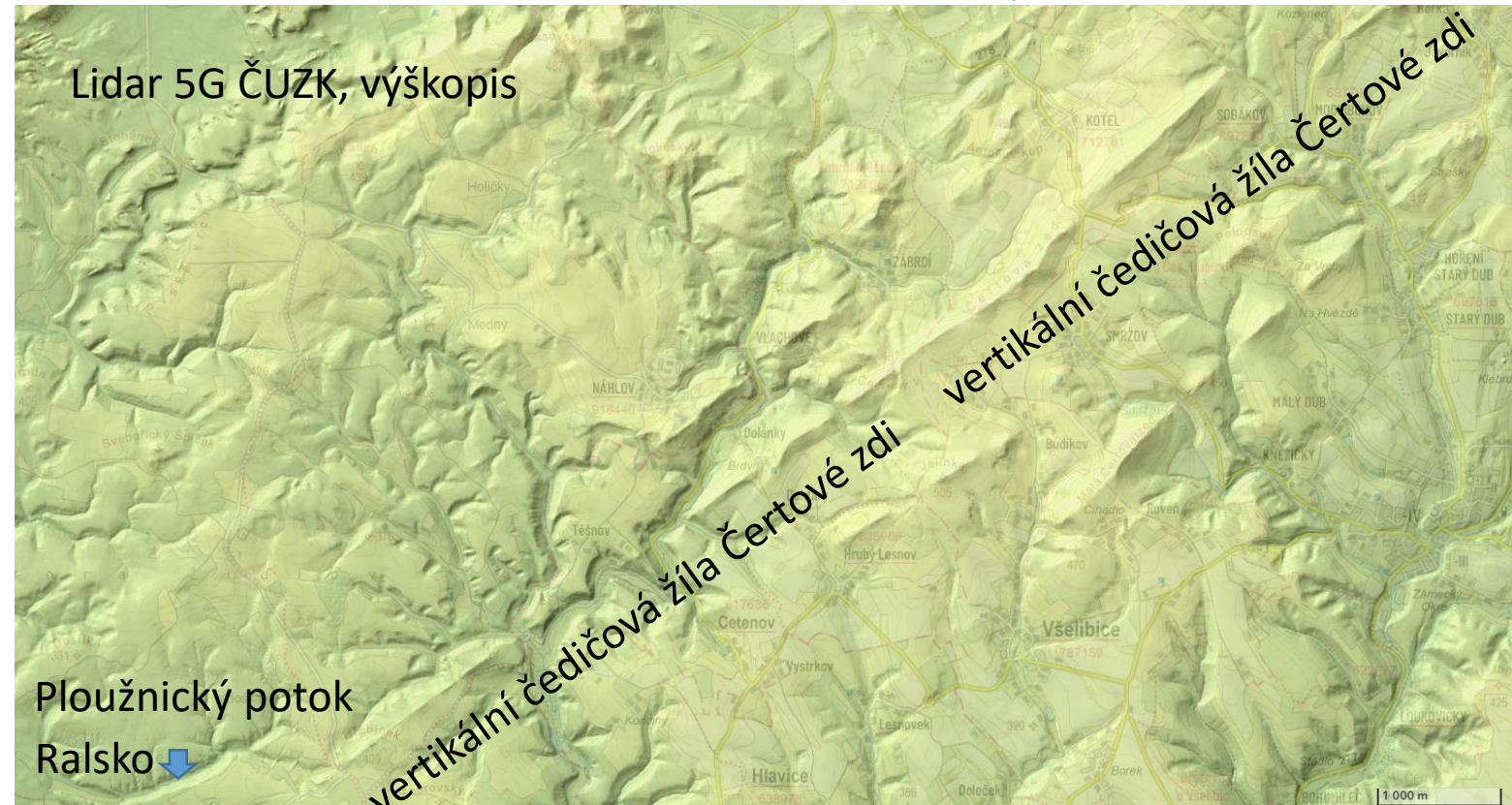
martin.slavik@natur.cuni.cz

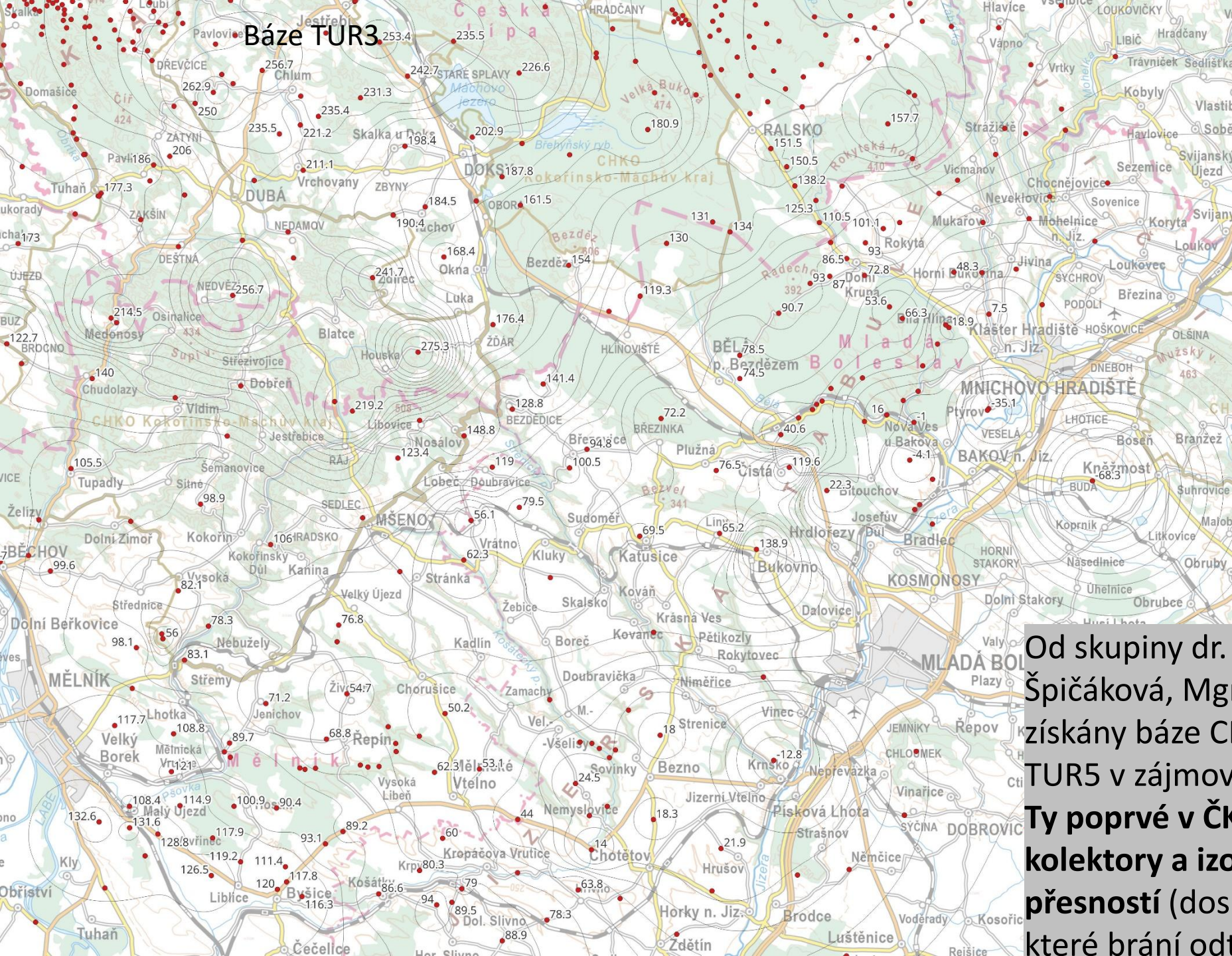
T A
Č R

Proč podzemní voda neteče přímo od Máchova jezera do Liběchovky?



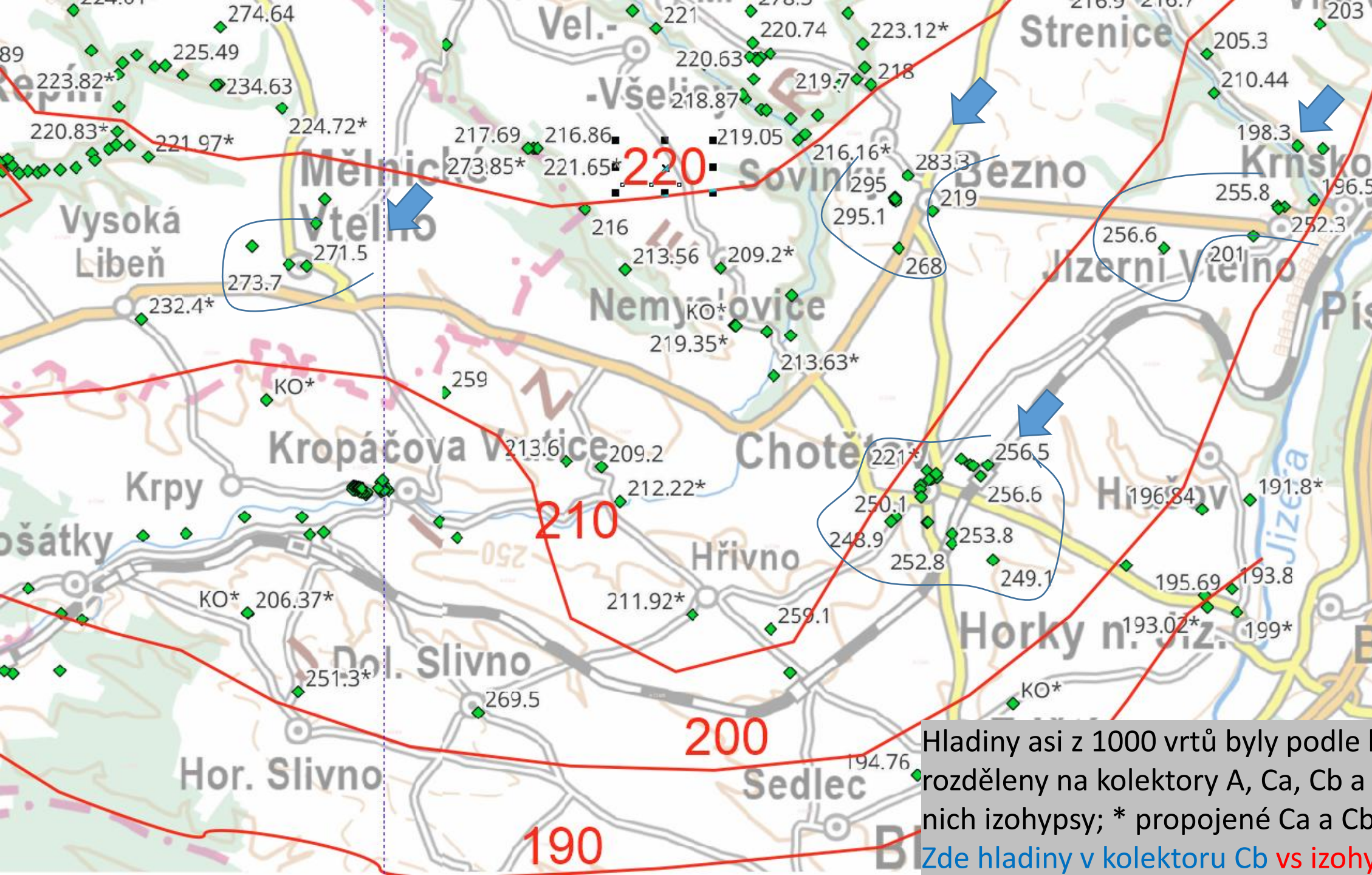
Proč podzemní voda neteče z horní Ploučnice (Osečná) do Jizery?





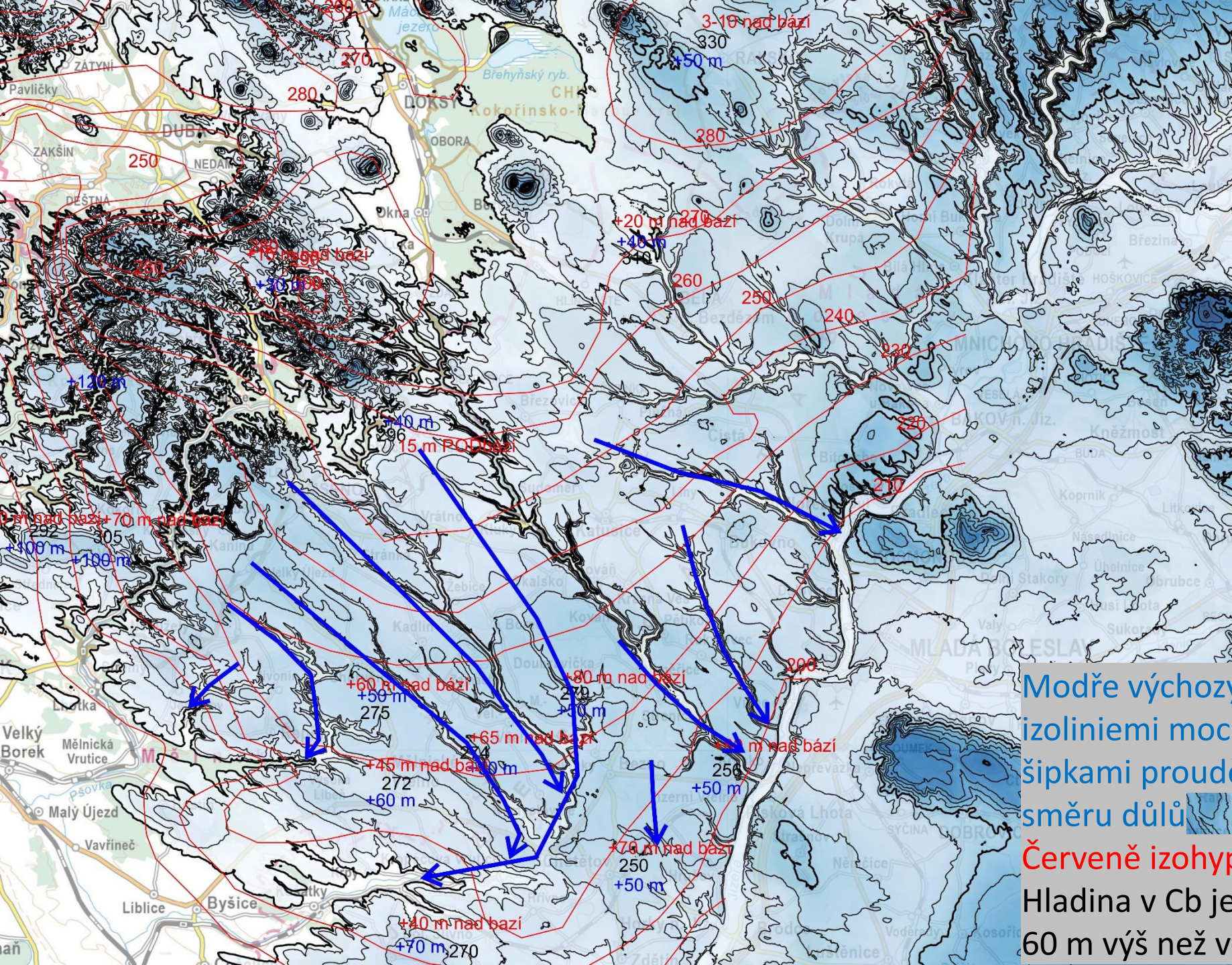
Od skupiny dr. Uličného (dr. Uličný, dr. Špičáková, Mgr. Bohadlo) byly až 28.11.2025 získány báze CEN, TUR1, TUR2, TUR3, TUR4, TUR5 v zájmovém území. Ty poprvé v ČKP umožnily objektivně vymezit kolektory a izolátory s bezprecedentní přesností (dosud byly pouze řezy) a též hrástě, které brání odtoku podzemní vody.

T A
Č R



Hladiny asi z 1000 vrtů byly podle bází TURů rozděleny na kolektory A, Ca, Cb a vykresleny z nich izohypsy; * propojené Ca a Cb

Zde hladiny v kolektoru Cb vs izohypsy Ca



Modře výchozy kolektoru Cb s izoliniemi mocnosti a modrými šipkami proudění v něm podle směru důlů

Červeně izohypsy v Ca

Hladina v Cb je obvykle o 40 až 60 m výš než v Ca

