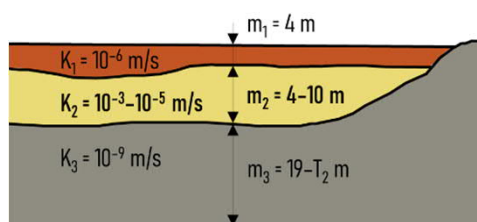


Modelování pro účely projektu ZUMBO

Zadržování vody v krajině pomocí
Umělé infiltrace jako nástroj v BOji proti suchu

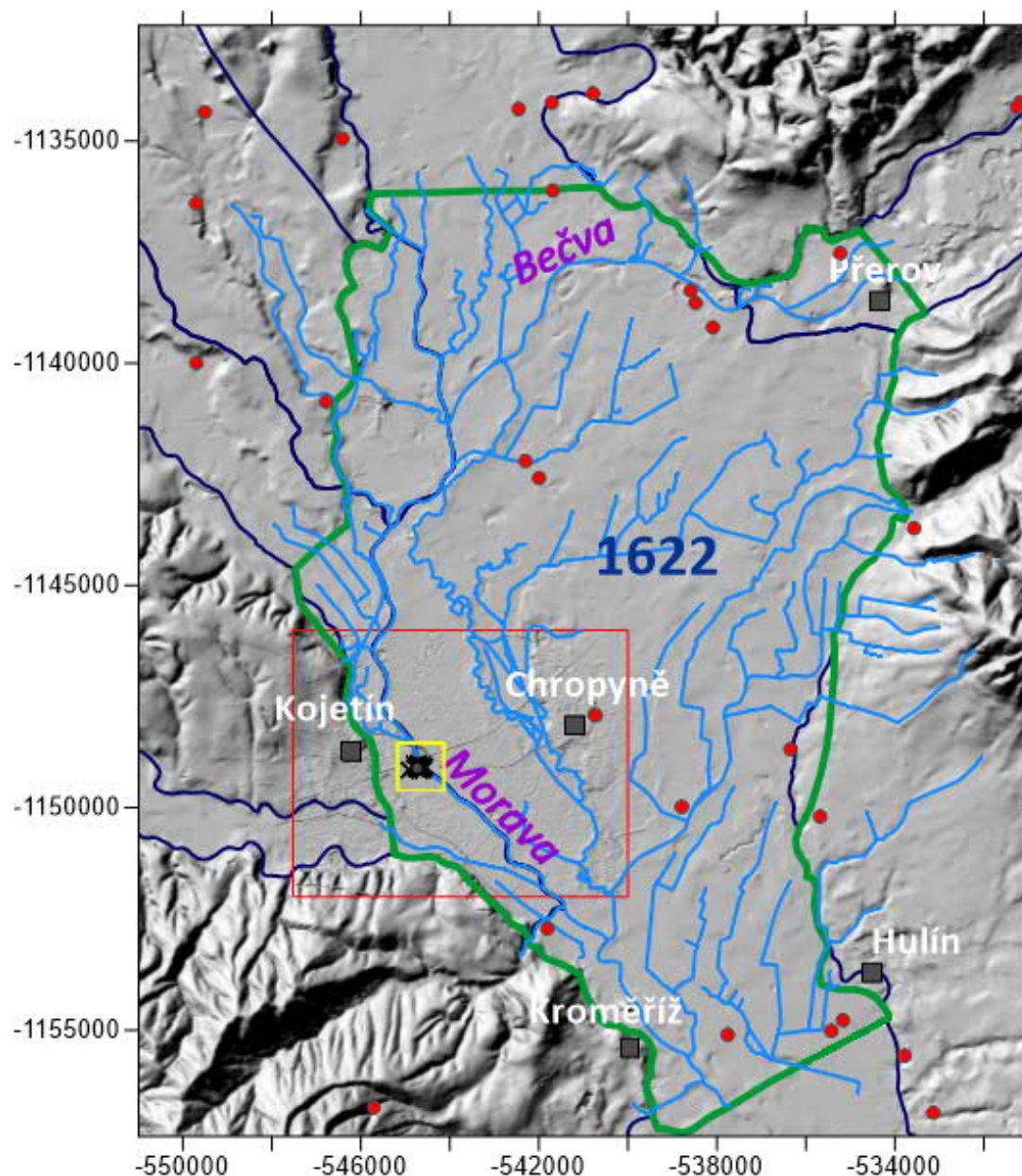


24.4.2025, Studánka
Rychnov nad Kněžnou

Ing. Jan Uhlík Ph.D.
Doc. RNDr. Zbyněk Hrkal, CSc.

ProGeo

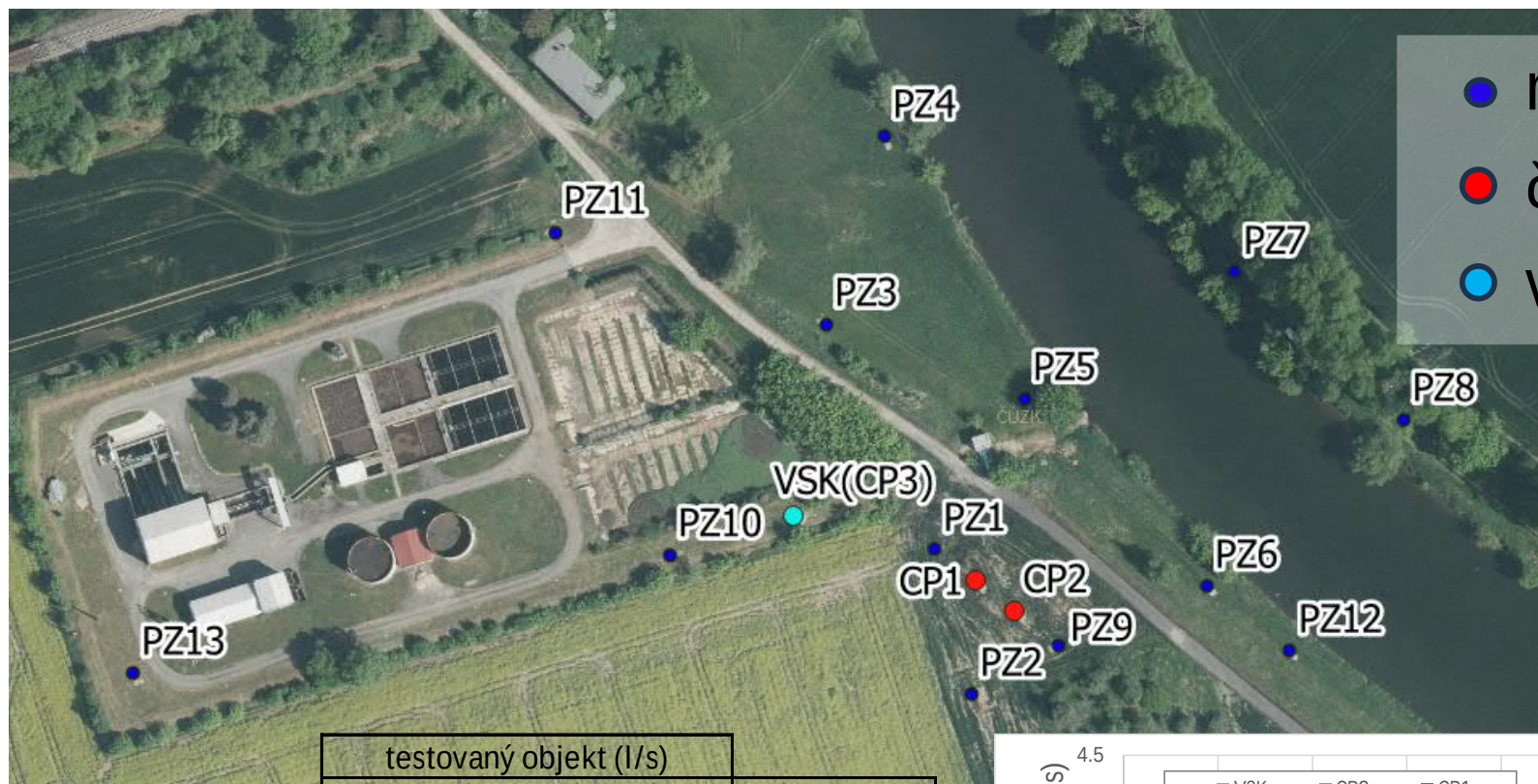
VÚV
TGM



- ❖ 1622 - Pliopleistocén Hornomoravského úvalu, jižní část
- ❖ Morava a Bečva – páteřní říční síť
- ❖ experimentální oblast u ČOV Kojetín □
- ❖ hranice regionálního modelu proudění podzemní vody /
- ❖ lokality odběrů podzemní vody •

- ❖ změna klimatu (růst teplot a pokles infiltrace do p. vod)
- ❖ umělá a břehová infiltrace jsou vhodná adaptační opatření (UBI)
- ❖ vhodné podmínky v propustných sedimentech kvartéru dostatečné mocnosti a rozlohy u vodného toku  niva Moravy
- ❖ technické zázemí v ČOV Kojetín (VaK Přerov, a.s.)
- ❖ území CHOPAV (zákaz odkrývání hladiny podzemní vody)
- ❖ překážky: říční síť je příjemcem odpadních vod obsahujících látky neodbouratelné na ČOV (PPCP - Pharmaceuticals and Personal Care Products) https://is.muni.cz/el/sci/podzim2017/Bi7520/um/13__EVE_-_nove_typy_polutantu_2017.pdf

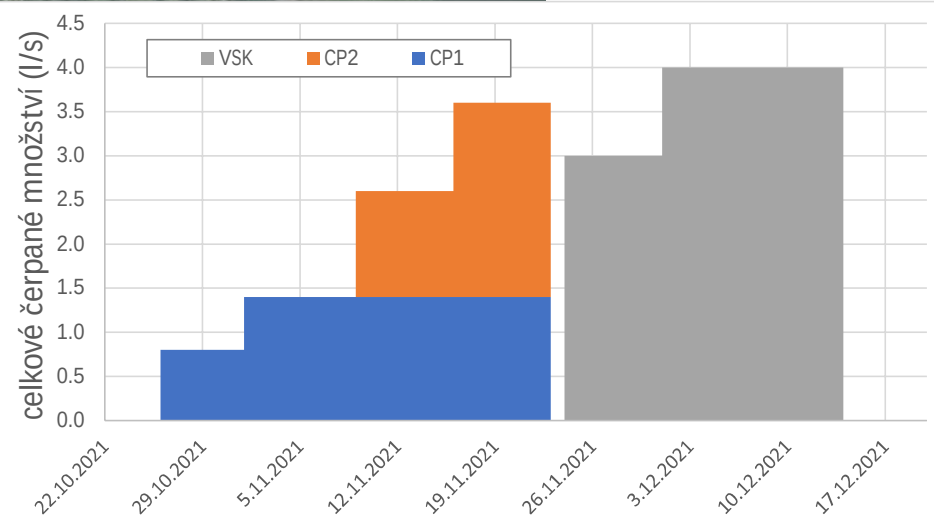
Jak se látky PPCP chovají v podzemní vodě ?



- monitorovací vrty
- čerpací vrty
- vsakovací vrty

	testovaný objekt (l/s)			celkem (l/s)
	CP1	CP2	VSK	
26.10.2021 13:00	0.8	0	0	0.8
01.11.2021 10:30	1.4	0	0	1.4
09.11.2021 11:30	1.4	1.2	0	2.6
16.11.2021 9:15	1.4	2.2	0	3.6
23.11.2021 9:00	0	0	0	0
24.11.2021 10:00	0	0	3	3
01.12.2021 9:00	0	0	4	4
14.12.2021 9:00	0	0	0	0
16.12.2021 9:00	0	0	0	0

tučně jsou zvýrazněny okamžiky změny čerpaných množství



objekt	terén	m pod ter.		m	m n.m.	
		strop kol.	báze kol.	mocnost kol.	strop kol.	báze kol.
CP1	192.95	3.4	6.0	2.6	189.55	186.95
CP2	192.79	2.8	5.8	3.0	189.99	186.99
CP3-VSK	194.7	4.4	8.6	4.2	190.3	186.1
PZ1	192.79	3.0	6.0	3.0	189.79	186.79
PZ2	192.97	3.0	6.4	3.4	189.97	186.57
PZ3	192.49	1.6	7.6	6.0	190.89	184.89
PZ4	192.76	1.4	7.5	6.1	191.36	185.26
PZ5	192.58	1.0	6.4	5.4	191.58	186.18
PZ6	192.57	1.6	6.0	4.4	190.97	186.57
PZ7	192.52	3.0	7.5	4.5	189.52	185.02
PZ8	192.76	3.2	7.6	4.4	189.56	185.16
PZ9	192.94	3.0	6.5	3.5	189.94	186.44
PZ10	194.67	4.8	7.9	3.1	189.87	186.77
PZ11	194.05	4.2	8.0	3.8	189.85	186.05
PZ12	192.52	1.6	6.1	4.5	190.92	186.42
PZ13	194.17	5.4	8.1	2.7	188.77	186.07

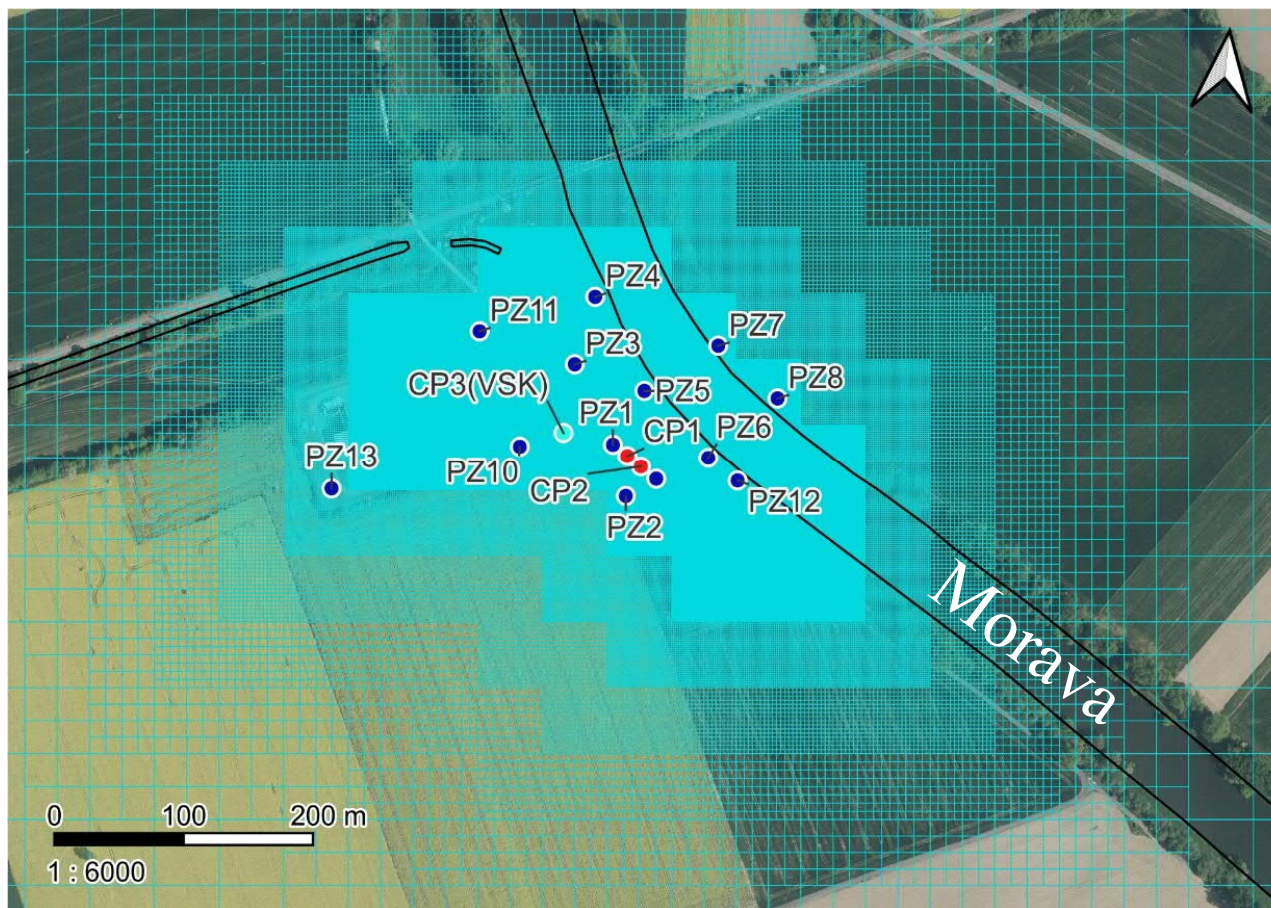
* maximální hodnoty jsou zbarveny zeleně, minimální červeně

- ❖ 13 úzkoprofilových vrtů
- ❖ 3 účelové vrty pro čerpání a vsak
- ❖ mocnost kolektoru šterkopísků 2.6 – 6.0 m
- ❖ báze i strop kolektoru kolísá do 3 m

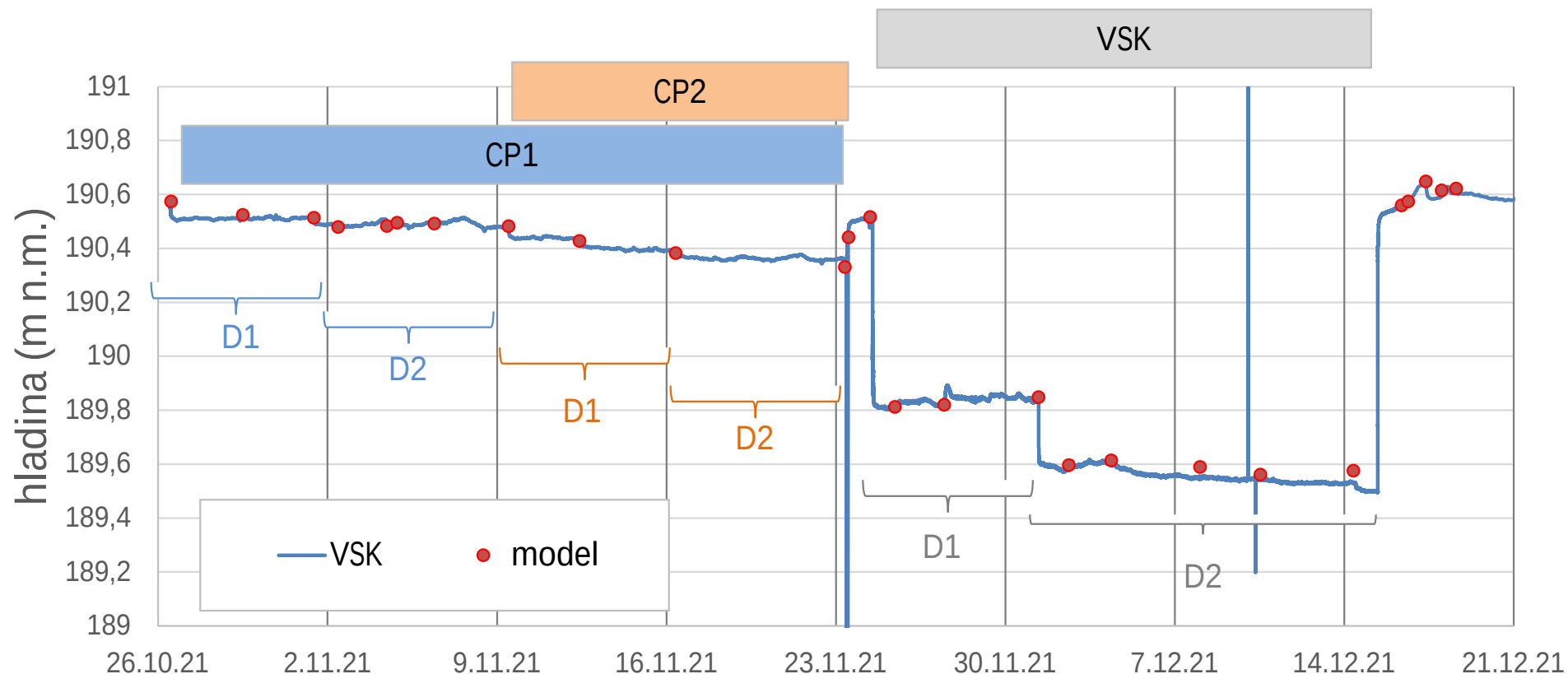
Hydrogeologická tělesa:

- povodňové hlíny (kryt kolektoru)
- šterkopísky (kolektor)
- jíly (tégly) (bazální izolátor)

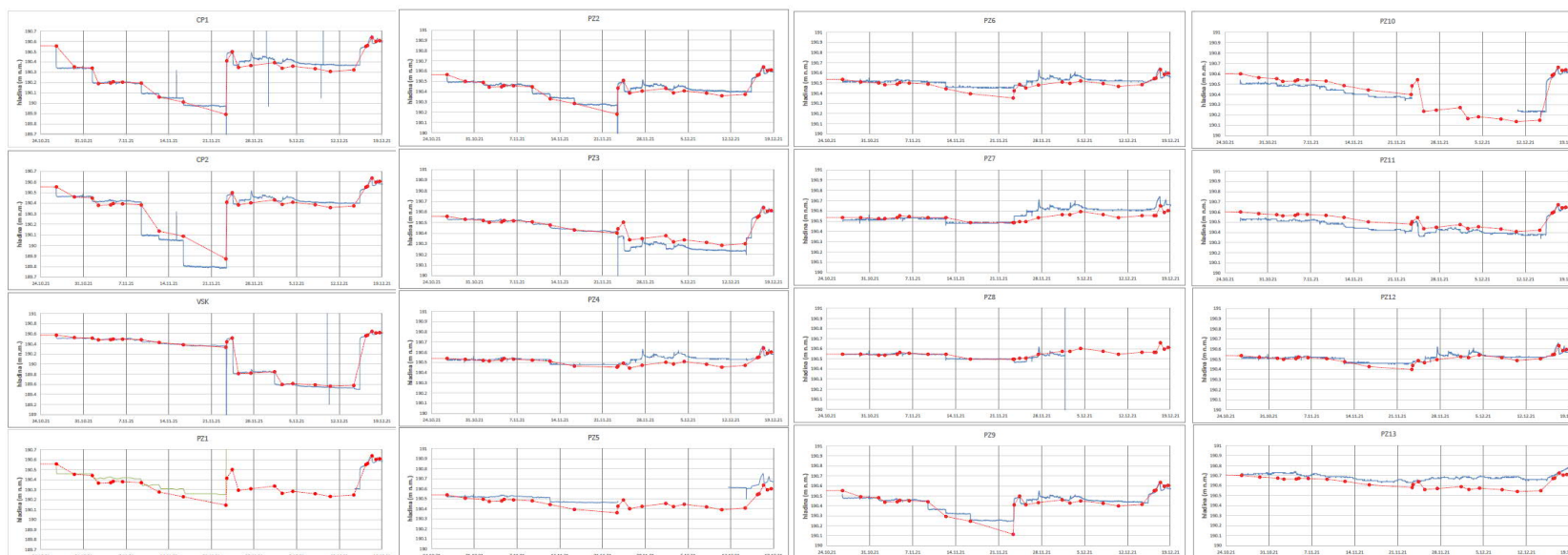
- ❖ přítokové zkoušky jako kombinace neustáleného a ustáleného proudění p. v. (celkem 48 výpočetních period)
- ❖ Dupuitova aproximace proudění podzemní vody
- ❖ testován koncept jediné hodnoty K experimentální oblasti i interpolace (pilot points)
- ❖ simulovány odběry a změny hladiny v Moravě, cílem dosáhnout vyhovující shodu modelových hladin s údaji získanými pomocí dataloggerů pro všechny pozorovací vrty (konce 48 výpočetních period)
- ❖ manuální a automatická kalibrace (PEST, Doherty)



- regionální a detailní koncept
- 1 modelová vrstva
- napjatá a volná hladina podzemní vody
- nejmenší buňky 0.8 m



- ideální shoda měření a modelu v každé depresi
- na konci hydraulických depresí kvazi ustálené proudění
- stoupací zkoušky potvrzují „okamžitou“ změnu poměrů
- dominují poměry s napjatou hladinou podzemní vody



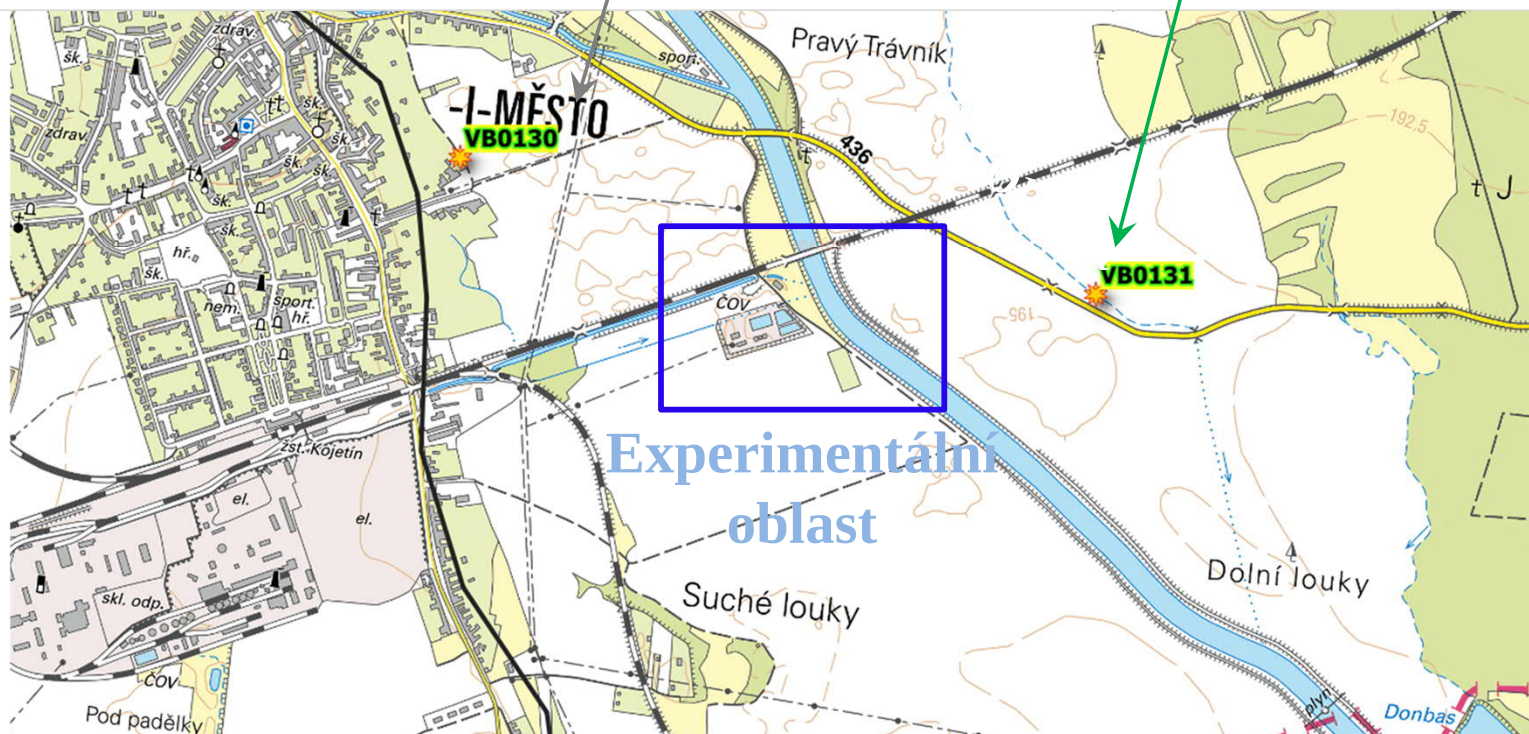
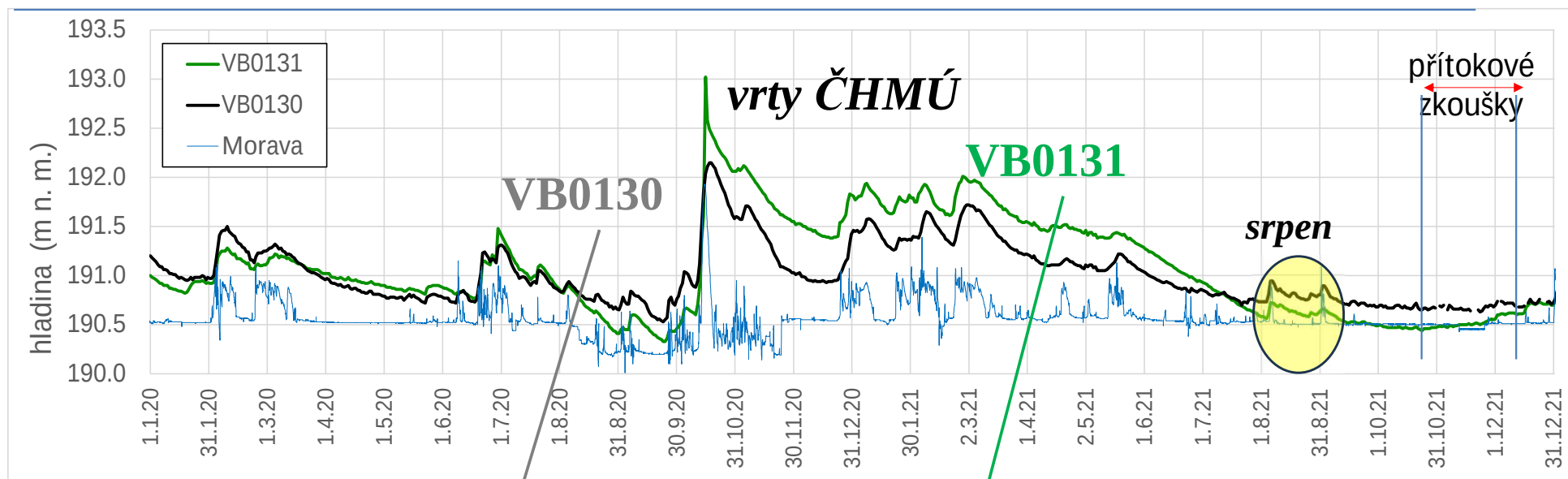
- ❖ úspěšné porovnání modelových a měřených hladin ze všech objektů dává předpoklady vhodné aproximace přírodního systému matematickým modelem
- ❖ čerpací zkouška vyvolala indukci říční vody do vod podzemních, proto došlo k rychlému ustalování hladin

- ❖ vrty 50 m od Moravy, snížení 0.5 m, rozteč 20 m, odběr 1 l/s
- ❖ pozorovány „okamžité“ změny hladiny v kolektoru v reakci na změny hladiny Moravy
- ❖ hydraulická deprese nezasáhla levý břeh Moravy (PZ7, PZ8)
- ❖ v modelu odladěna minimální kolmatace dna a břehů Moravy
=> Morava se hydraulicky blíží okrajové podmínce prvního typu
- ❖ propustnost kolektoru $7.8 \cdot 10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$ ($7.2 - 8.4 \cdot 10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$) jsou meze intervalu pravděpodobnosti P_{95}
- ❖ vcezování povrchové vody do horninového prostředí byl dominantní faktor při ustálení hladin (minimální srážky).

Srážkoměrná stanice Kojetín, měsíční úhrny v roce 2021

měsíc	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
úhrn	21.7	25.8	9.9	28.2	44	57.6	49.5	135.7	22.2	4.9	44	21.4

Zhodnocení experimentu



Získané množství vody a její kvalitu z břehové infiltrace ovlivňuje

- ❖ **mocnost** a **hydraulická vodivost** (propustnost) kolektoru
- ❖ **nízká kolmatace** dna a břehů toku,
- ❖ **kvalita vody** a **dostatečný průtok** v toku, **šířka toku**
- ❖ **rozteč** jímacích objektů a jejich **vzdálenost od toku**
- ❖ **pórovitost** kolektoru

optimum:

max

min

neutrální

Technická zpráva: „Průvodce implementace umělé a břehové infiltrace, souhrnná výzkumná zpráva“

Mnoho, ne-li všechny mělké vodní zdroje v nivách toků částečně využívají indukované zdroje podzemní vody



Děkuji za pozornost