

Aktualizace

analýzy rizika kontaminovaného území
pro lokalitu Dolu chemické těžby
DIAMO, s.p.



Zbyněk Vencelides

spolupráce a podklady DIAMO, s. p., o. z. TÚU:

Ing. J. Mužák, Ph.D., P. Kolář, Ing. V. Mužík, Mgr. V. Ekert, et al.

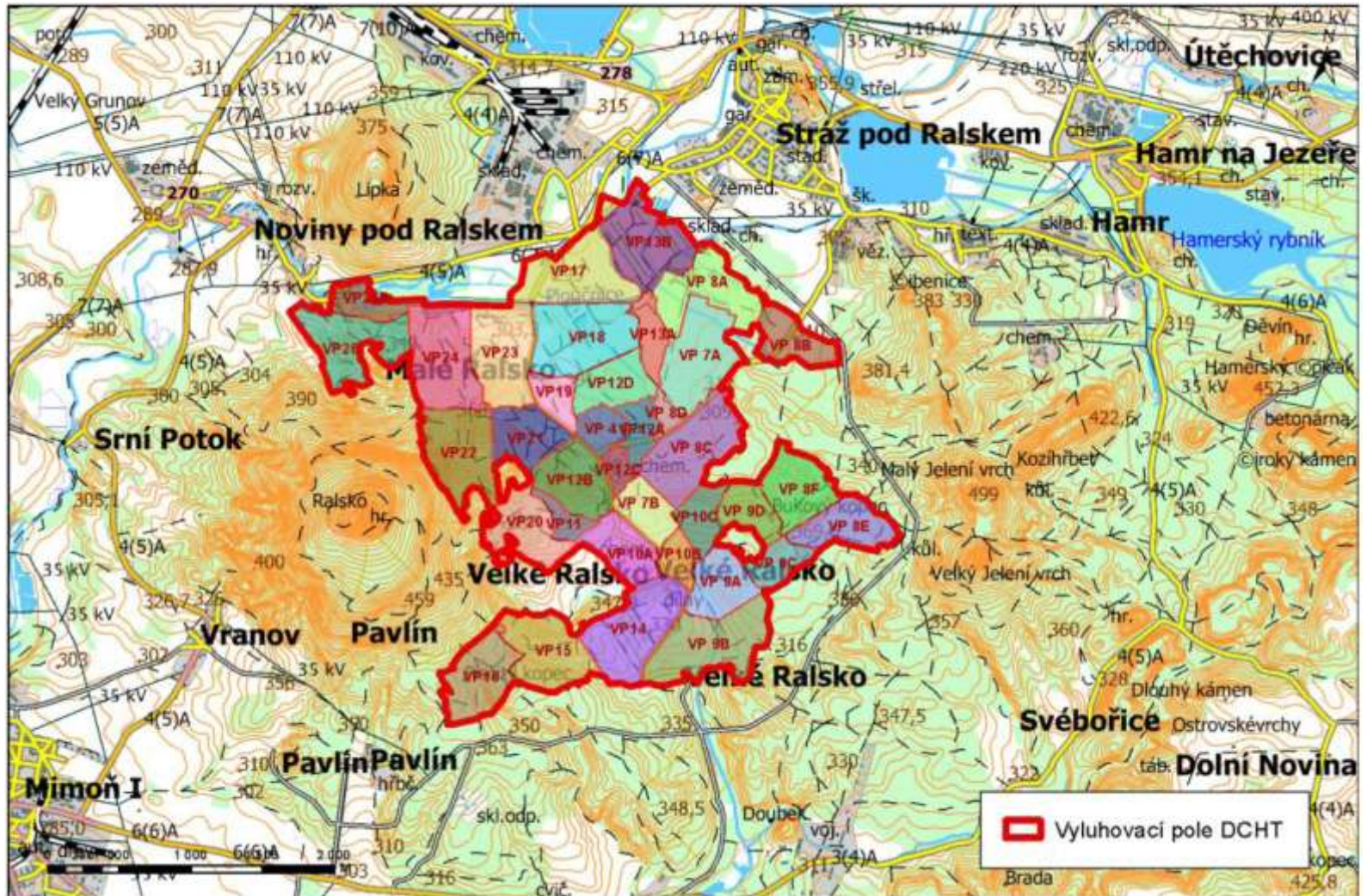
Výchozí stav

- Práce navazují a aktualizují komplexní analýzu rizik, zpracovanou pro zájmové území v roce 1997:
 - Franta, P. a Lietava P. (1997): Komplexní model hodnocení rizika na obyvatelstvo a životní prostředí ve vazbě na sanaci chemické těžby v oblasti Stráž pod Ralskem, ÚJV, a.s.
- Nutnost aktualizace
 - Prozatímní cílové limity stanoveny pro cenomanský kolektor na dobu 10 let (TDS, sírany, amonné ionty)
 - Zkušenosti z provozu sanačních technologií
 - Rozsáhlý pokrok v poznání zájmového území a probíhajících procesů
 - Aktualizace Plánu likvidace loužících polí

Cíle AAR

- Vychází z Metodického pokynu MŽP pro analýzu rizik kontaminovaného území (Věstník MŽP, částka 9, září 2005):
 - **Cílem analýzy rizik bylo komplexně popsat existující a reálná potenciální rizika plynoucí z existence znečištění životního prostředí a na základě posouzení jejich závažnosti stanovit nápravná opatření, resp. strategii řízení rizika.**
 - Rizika byla posouzena s ohledem na existující, předpokládaný nebo možný způsob funkčního využívání kontaminované lokality i okolního území v možném dosahu migrace a vlivů kontaminace.
 - Součástí návrhu nápravných opatření v závěrech analýzy rizik byly **návrhy cílových parametrů, po jejichž dosažení bude v budoucnu možné využívat území v souladu s územním plánem, resp. způsobem v území obvyklým.** Návrh cílových parametrů přitom musí být podložen i reálnou možností jejich dosažení – musí být zohledněna technická, legislativní, finanční a časová hlediska

Situace DCHT

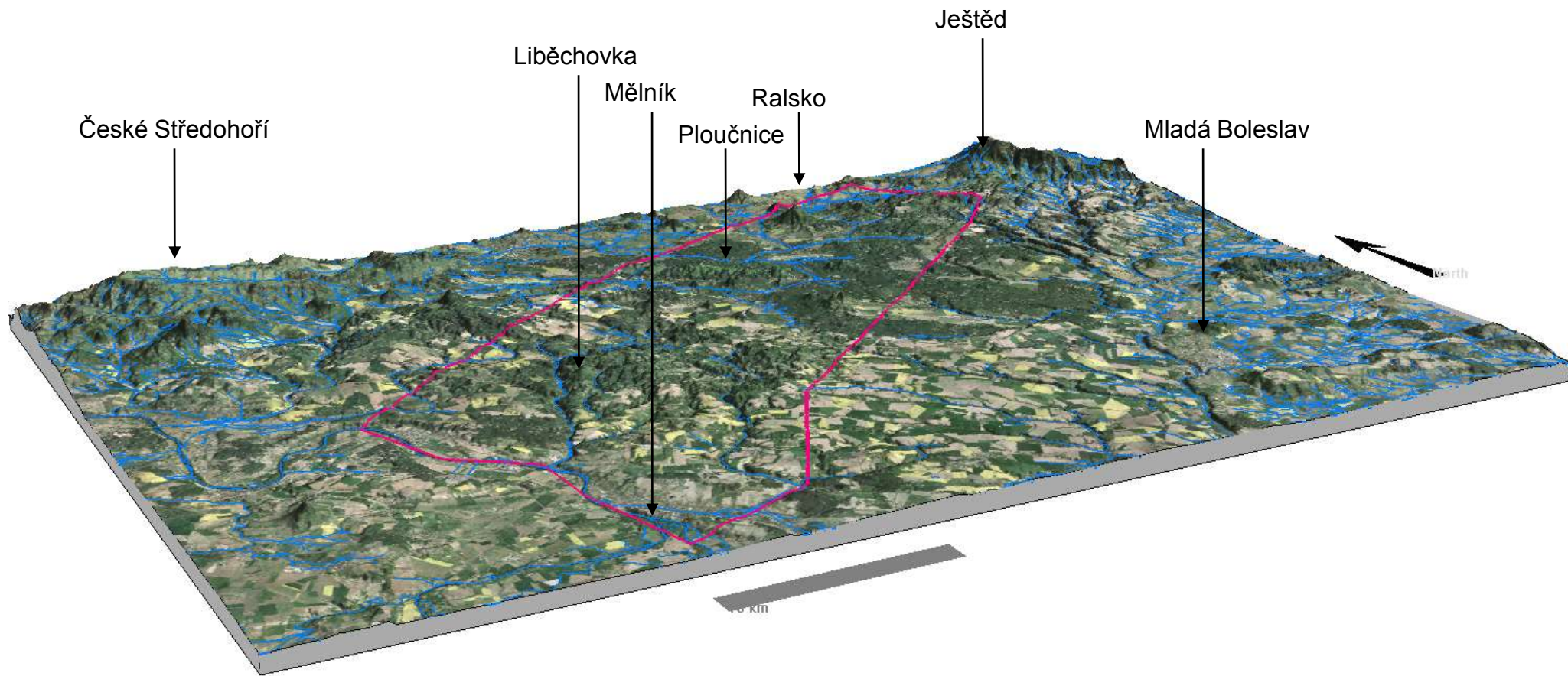


Širší zájmové území

Příloha č. 1 - Vymezení zájmového území



Širší zájmové území

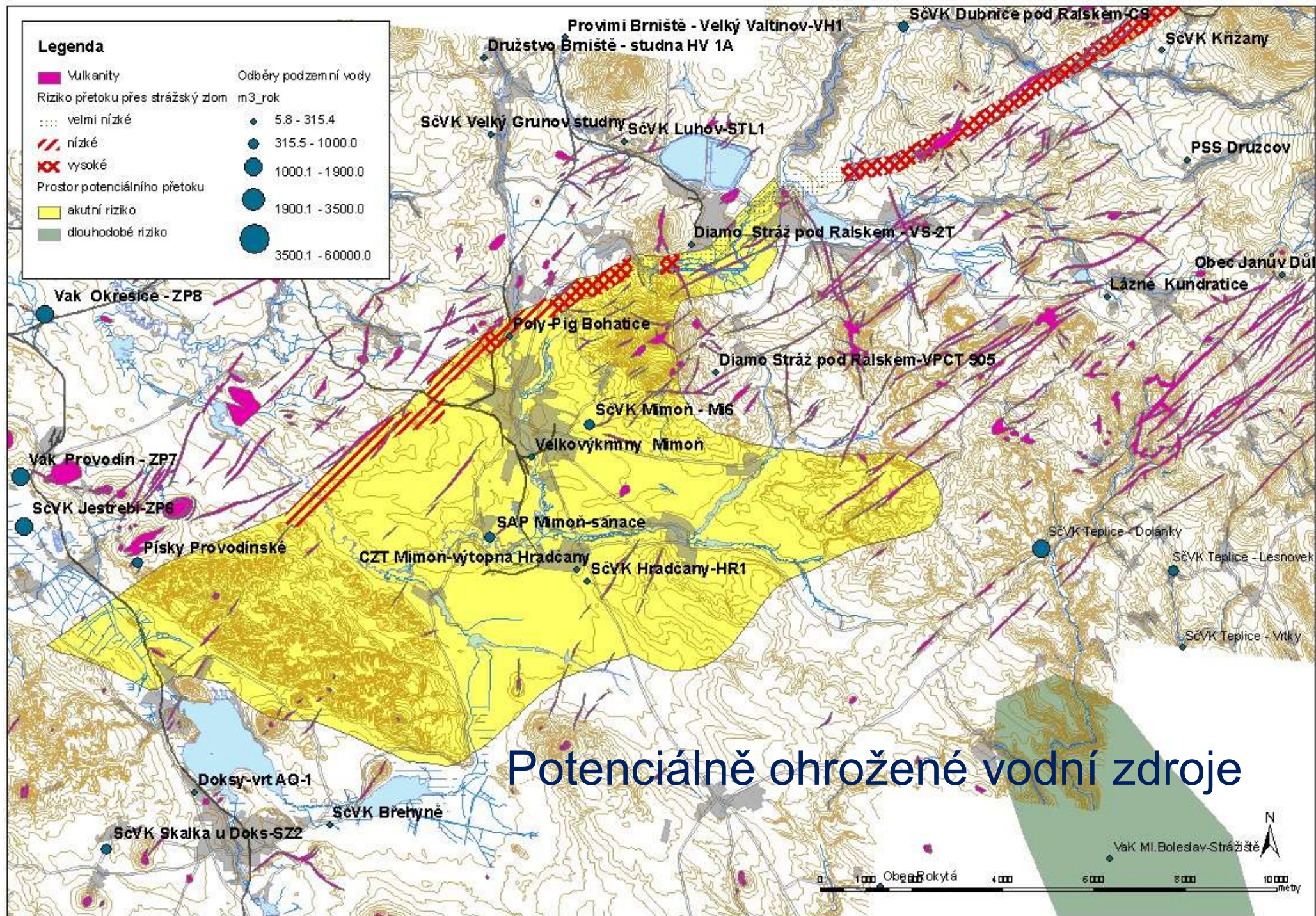


Zaměření AAR

- Pouze horninové prostředí:
 - Cenomanský a turonský kolektor
 - Zásoby podzemních vod
 - Vodohospodářsky využívané vodní zdroje
 - Lidské zdraví
 - Potenciální indukované vlivy na povrch
 - Drenáž potenciálně kontaminované podzemní vody do toků
 - Vodní a na vodu vázané ekosystémy

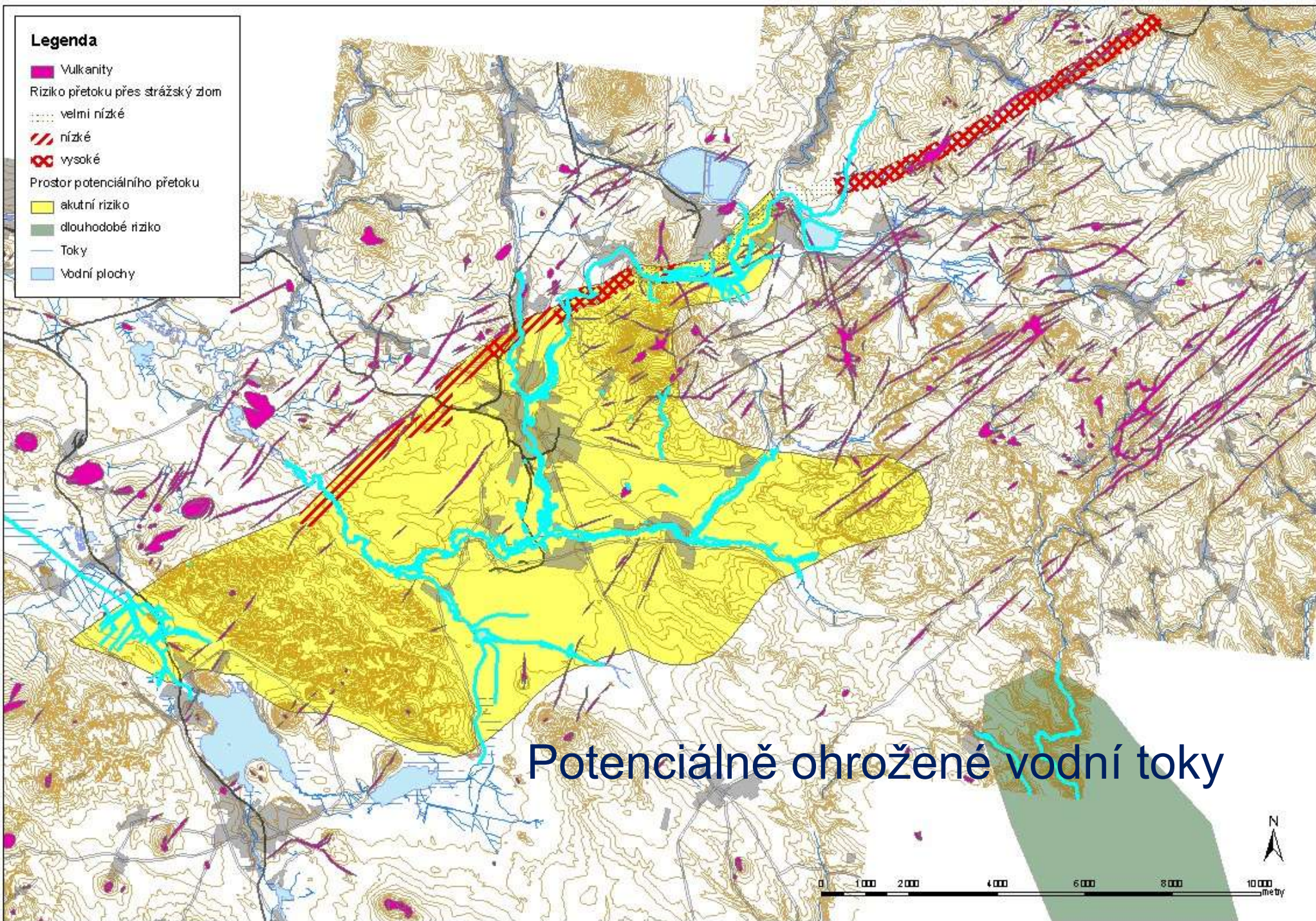
Definice příjemců rizika

- Jako potenciálně ohrožené byly hodnoceny prioritně subjekty v prostoru se souběhem nepříznivých přirozených a antropogenních rizikových faktorů:
 - **Potenciál přetoku cenoman -> turon**
 - Přítomnost preferenčních cest proudění (tektonika atd.)
 - Přítomnost příjemců rizik
 - Vodní zdroje
 - Vodní a na vodu vázané ekosystémy



Legenda

- Vulkanity
- Riziko přetoku přes strážský zlom
 - velmi nízké
 - nízké
 - vysoké
- Prostor potenciálního přetoku
 - akutní riziko
 - dlouhodobé riziko
- Toky
- Vodní plochy

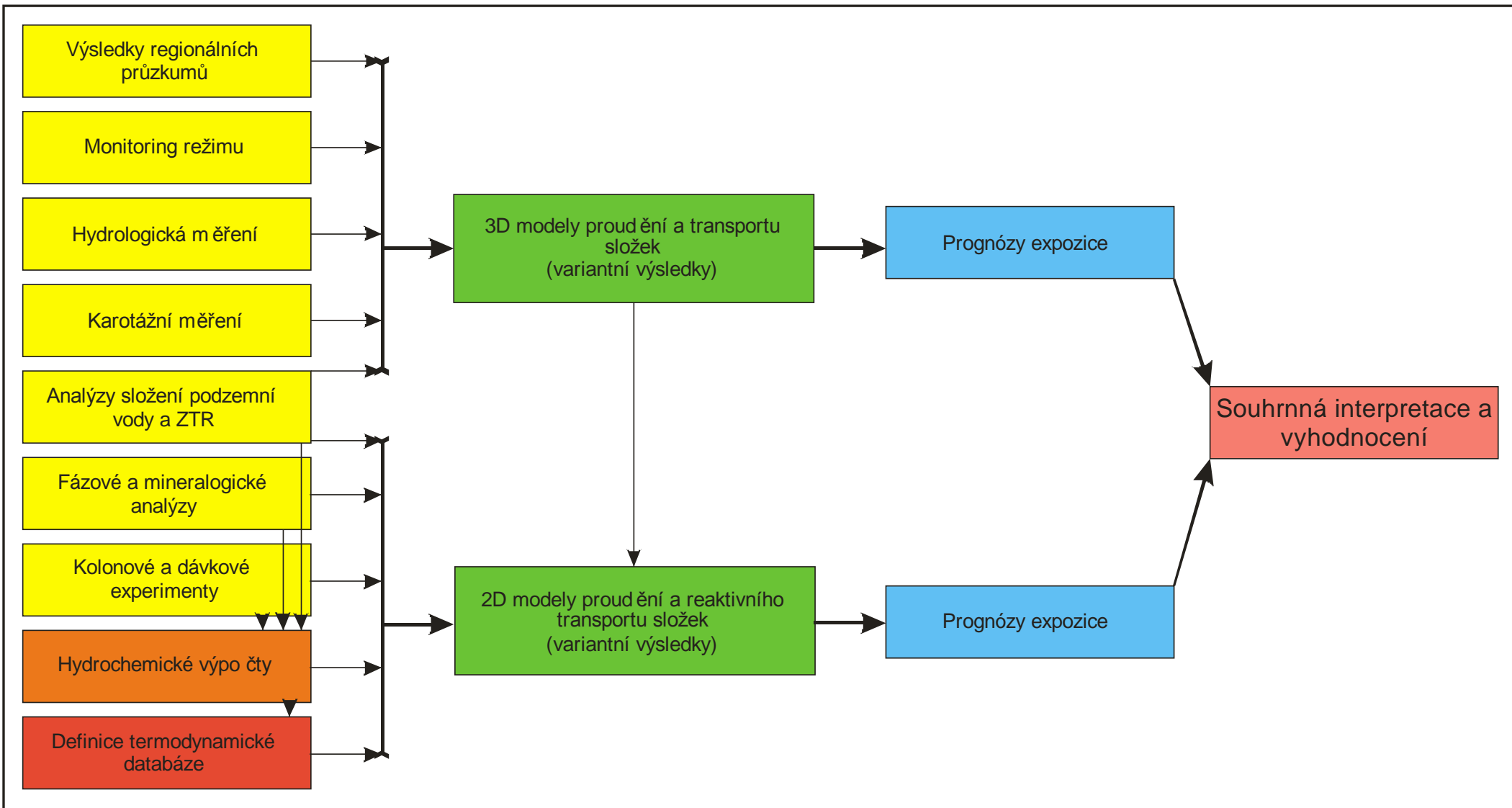


Potenciálně ohrožené vodní toky

Odhad expozice

- Souhrnná interpretace numerických modelů proudění a transportu
 - Modely DIAMO, s. p., o. z. TÚU
 - Účelové modely vyvinuté DIAMO
 - Model MODFLOW
 - Archivní modely Aquatest, a.s.
 - Model Aquifem -N (1993 – 1996)
 - Modely OPV, s.r.o
 - 2D, komplexní reaktivní transport

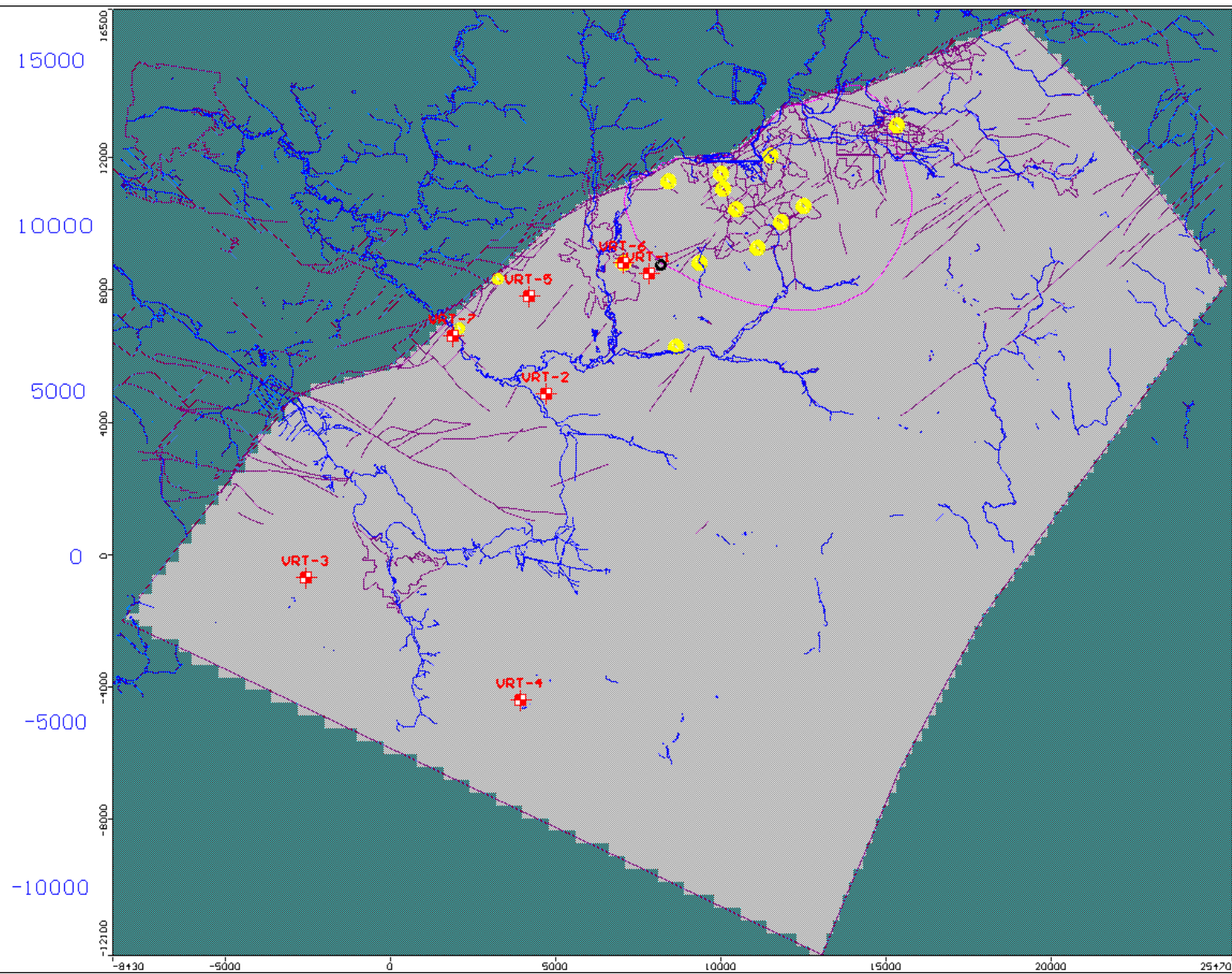
Postup zpracování modelů



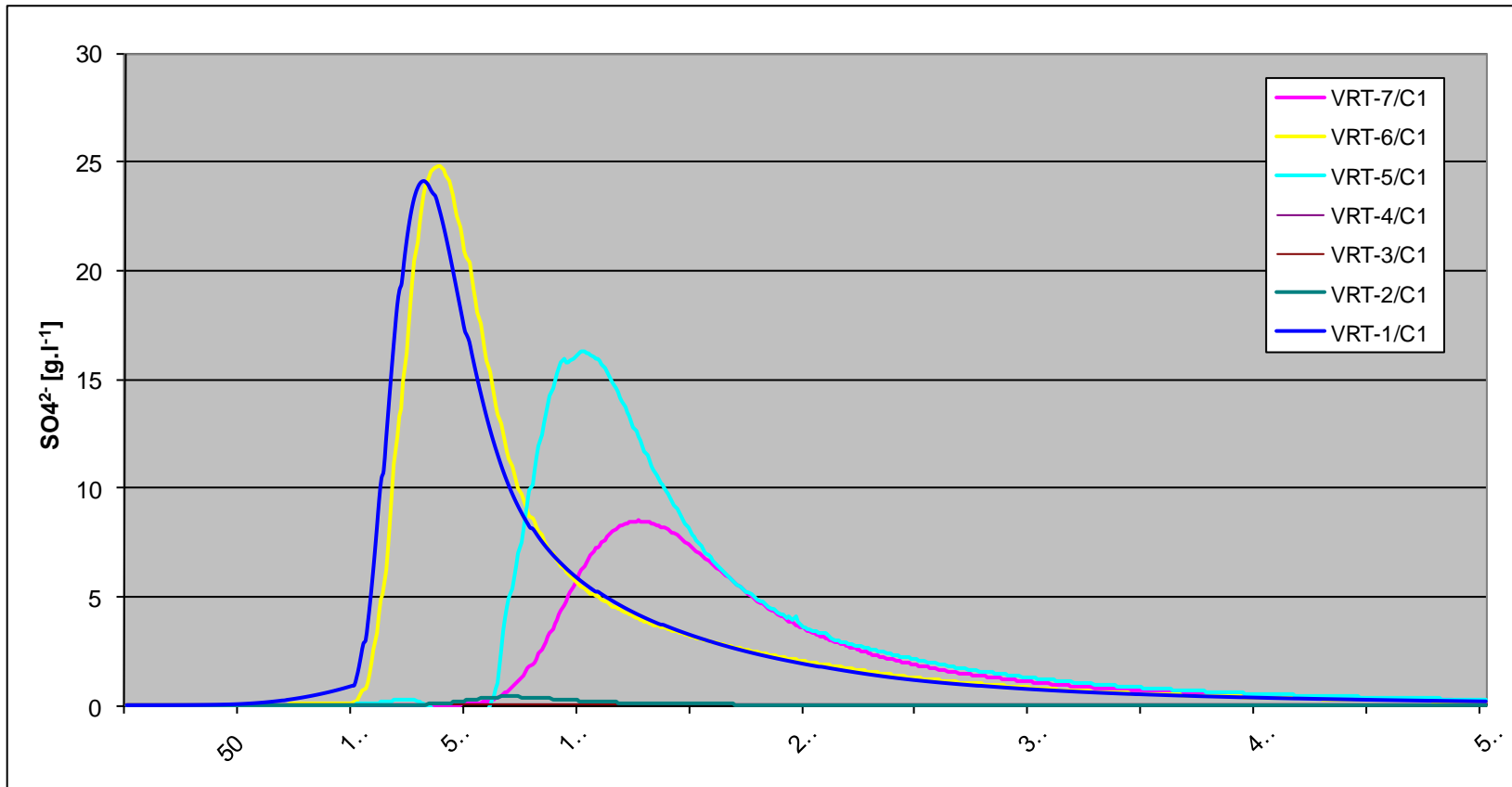
Expoziční scénáře

- Pro další hodnocení byly vybrány základní scénáře:
 - Nulová varianta
 - Současný rozsah a intenzita znečištění, TDS \approx 60 g/l, SO_4^{2-} \approx 37 g/l, pH \approx 1.7
 - Sanace dokončena na limity dle AR 1997
 - Průměrná hodnota TDS v rozp. pískovcích 8 g/l, SO_4^{2-} 6.9 g/l, NH_4^+ 0.160 g/l
 - Sanace dokončena na hodnoty dosažitelné technologickým zařízením DIAMO, dle platného plánu sanace

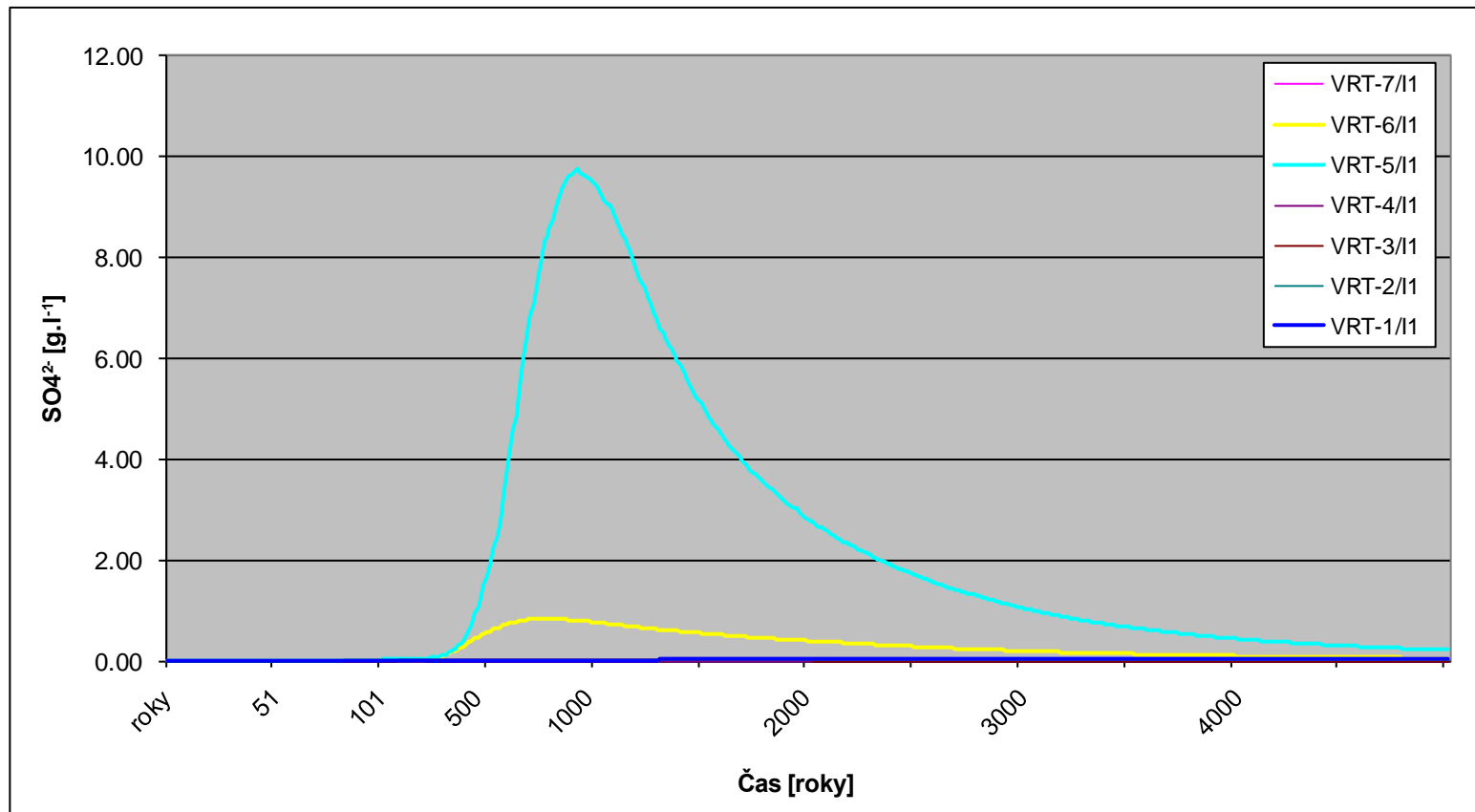
Model MODFLOW DIAMO, s.p., o. z. TÚU



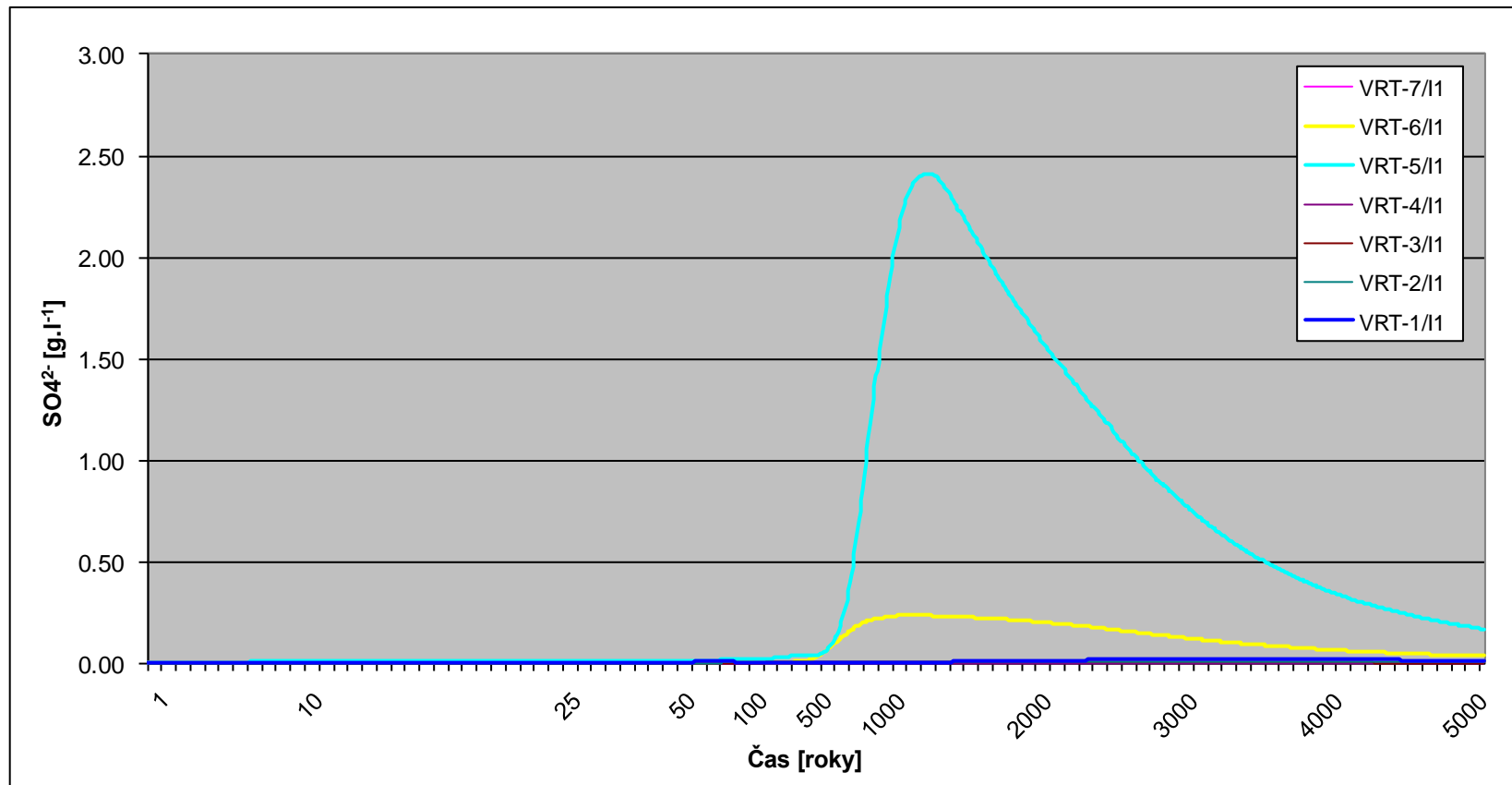
Průnikové křivky síranů bez sanace - cenoman



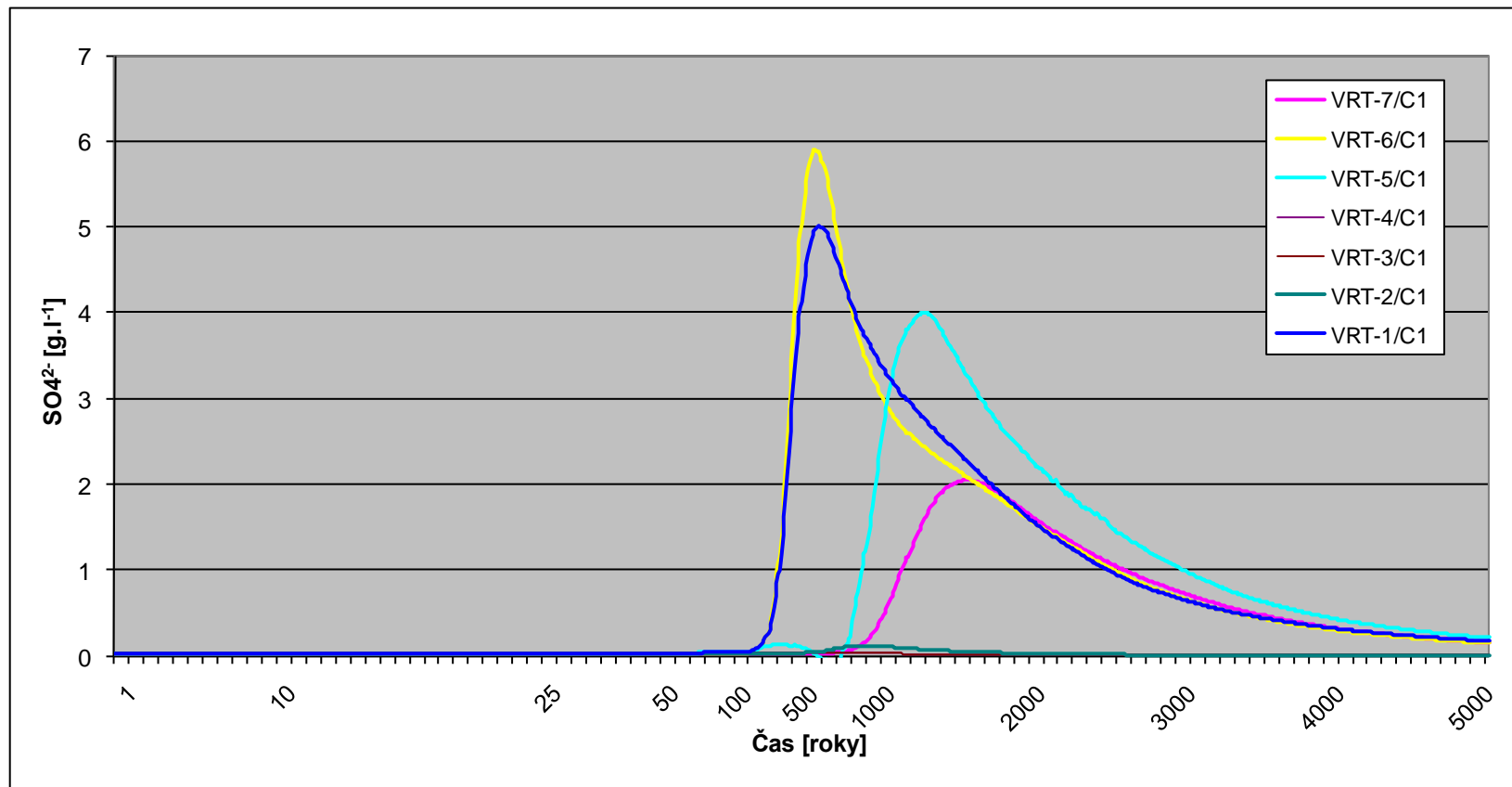
Průnikové křivky síranů bez sanace - turon



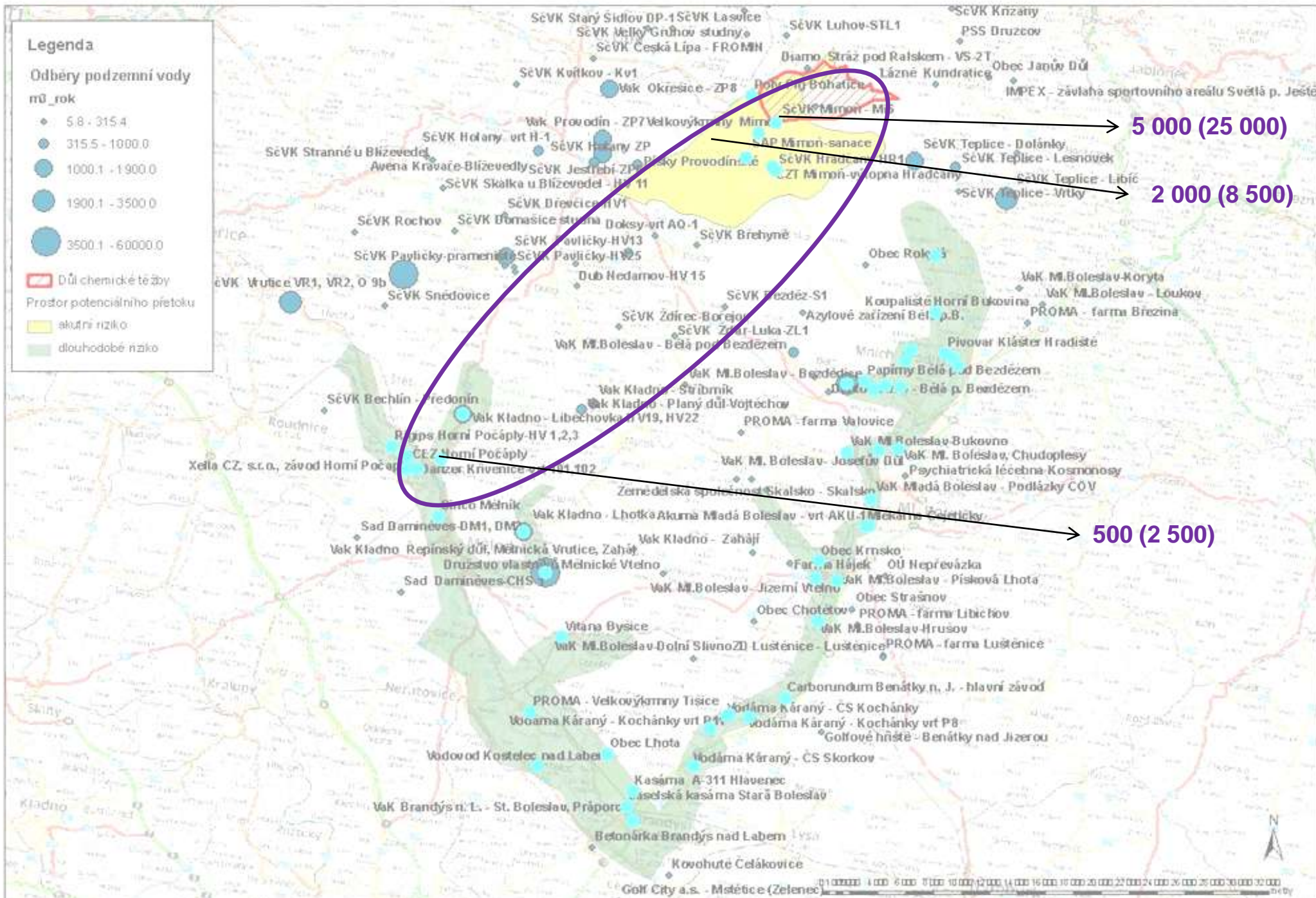
Průnikové křivky síranů po sanaci - turon



Průnikové křivky síranů po sanaci - cenoman



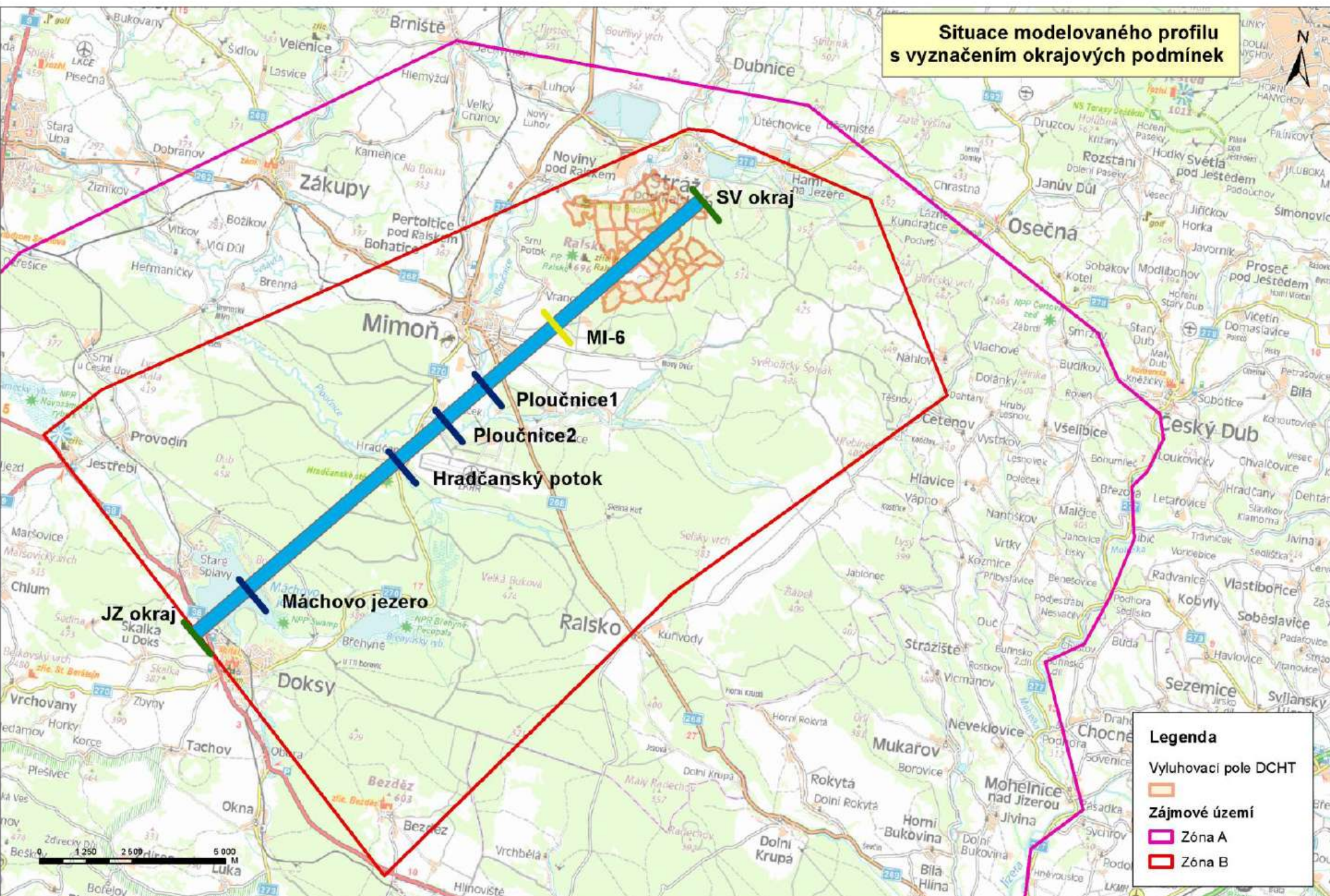
Výsledky dálkového transportu síranů (mg/l)



Modely OPV

- 2D modely reaktivního transportu
 - Rozpouštění/srážení minerálů
 - Rovnovážně
 - Kineticky
 - Výměna kationtů
 - Povrchová komplexace
- Založeny na programu PHAST (USGS)
 - Kombinace modelů HST3D a PHREEQC
 - Popisují většinu probíhajících reakcí na termodynamickém základě

Situace modelovaného profilu s vyznačením okrajových podmínek

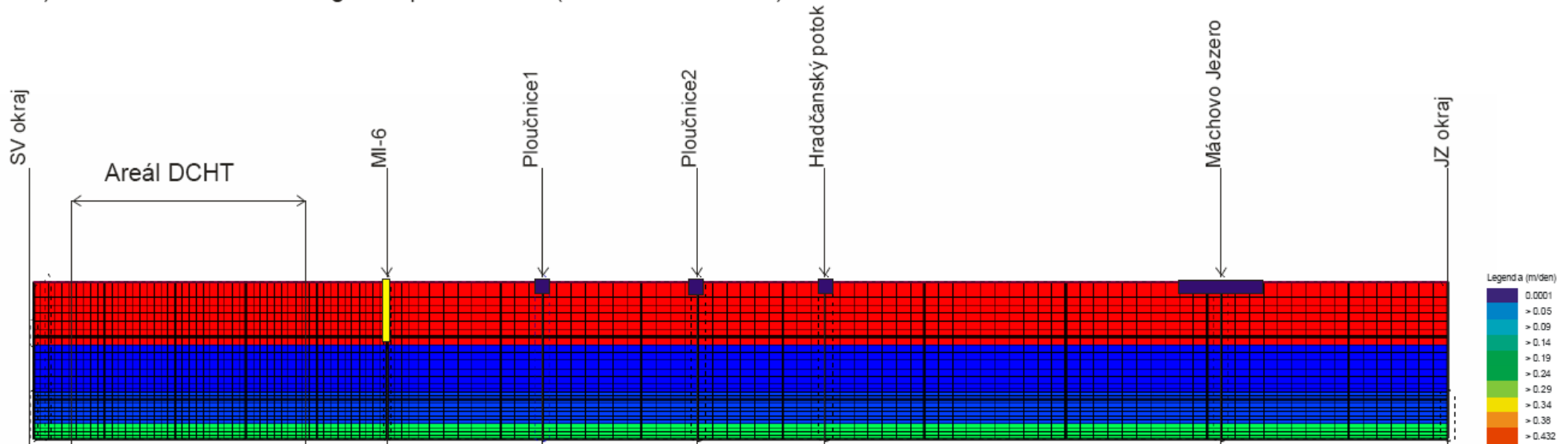


Legenda

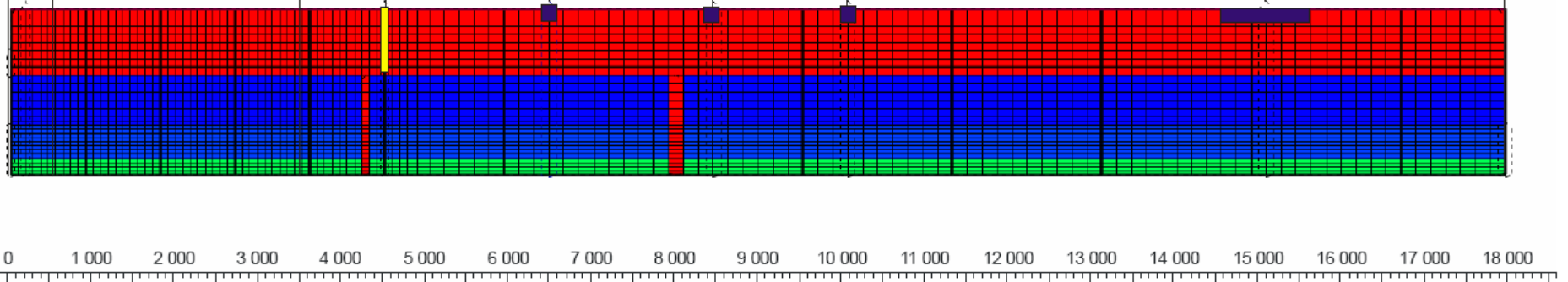
- Vyluhovací pole DCHT
- Zájmové území
- Zóna A
- Zóna B

Rozložení koeficientu filtrace

a) rozložení K_v bez nehomogenit v poloizolátoru (verze modelů A a C)



b) rozložení K_v včetně nehomogenit v poloizolátoru (verze modelů B a D)



Reaktivní minerály

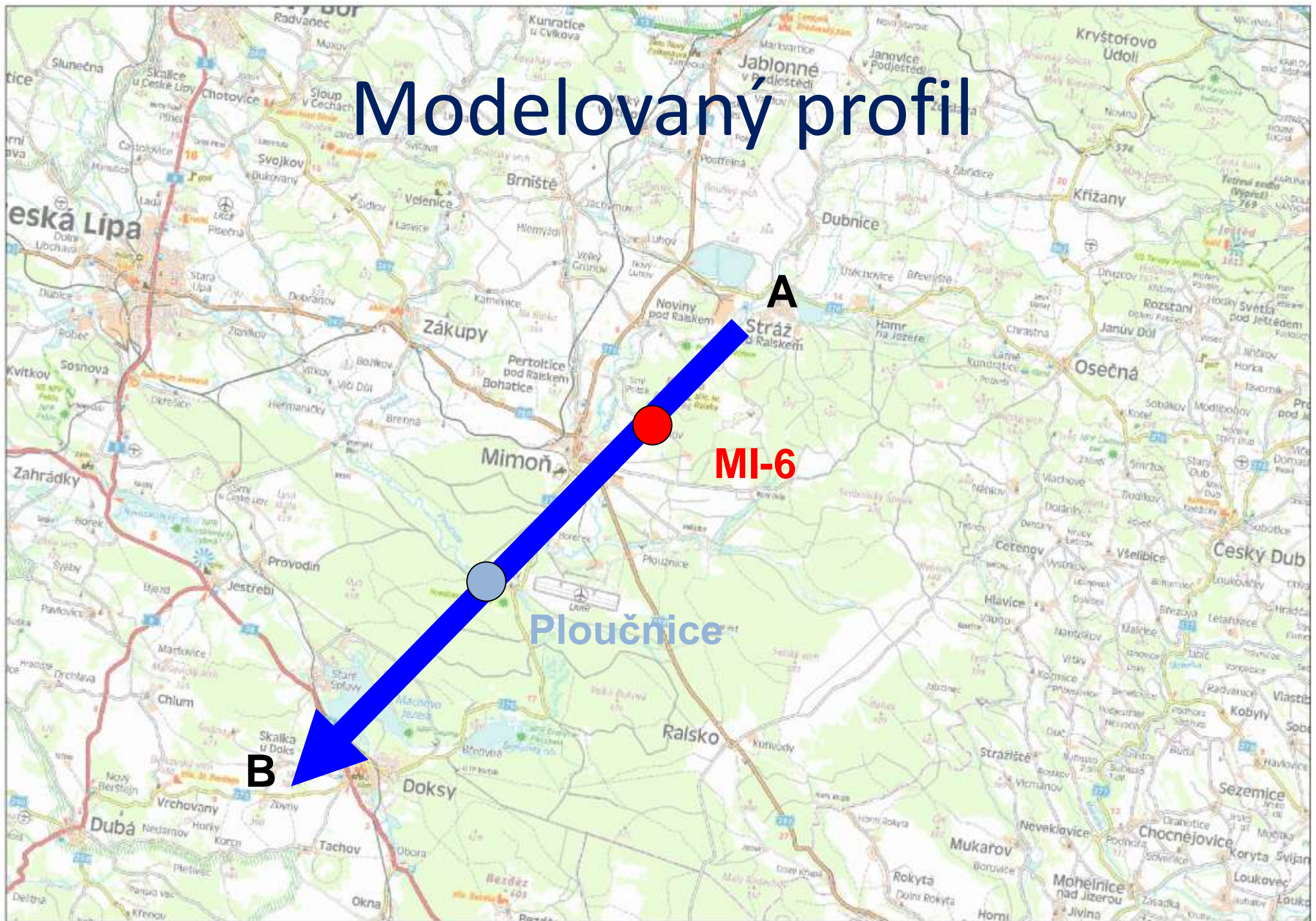
Fáze	Vzorec	Typ	Kinetika	M ₀ (mol.l ⁻¹)
Pyrit	FeS _{1,9976} As _{0,0024} *	P/S	kineticky	0,25
Goethit	FeOOH	P/S	rovnovážná	0,05
Kaolinit	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄	P/S	kineticky	1,36
Muskovit (illit)	KAl ₃ Si ₃ O ₁₀ (OH) ₂	P	rovnovážná	0,08
Jurbanit	AlOHSO ₄	S	rovnovážná	0
K-Jarosit	KFe ₃ (SO ₄) ₂ (OH) ₆	S	rovnovážná	0
Sádrovec	CaSO ₄ .2 H ₂ O	S	rovnovážná	0
Gibbsit	Al(OH) ₃	S	rovnovážná	0
SiO ₂ (am)	SiO ₂	S	rovnovážná	0
Fluorit	CaF ₂	S	rovnovážná	0
Kalcit	CaCO ₃	P	rovnovážná	0.1

Poznámky: P primární minerál
 S sekundární minerál
 M₀ počáteční množství
 * (Leichmann 2009)

Verze modelu

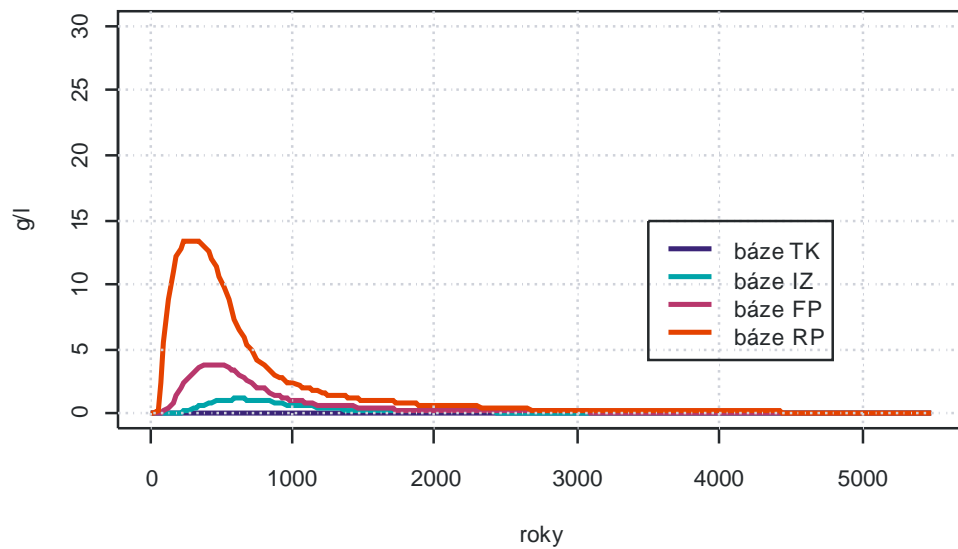
Reakce	Počáteční koncentrace 60 g/l		Reakce	Počáteční koncentrace 8g/l	
	Preferenční cesty			Preferenční cesty	
	ne	ano		ne	ano
ne	Verze A60	Verze B60	ne	Verze A8	Verze B8
ano	Verze C60	Verze D60	ano	Verze C8	Verze D8

Modelovaný profil

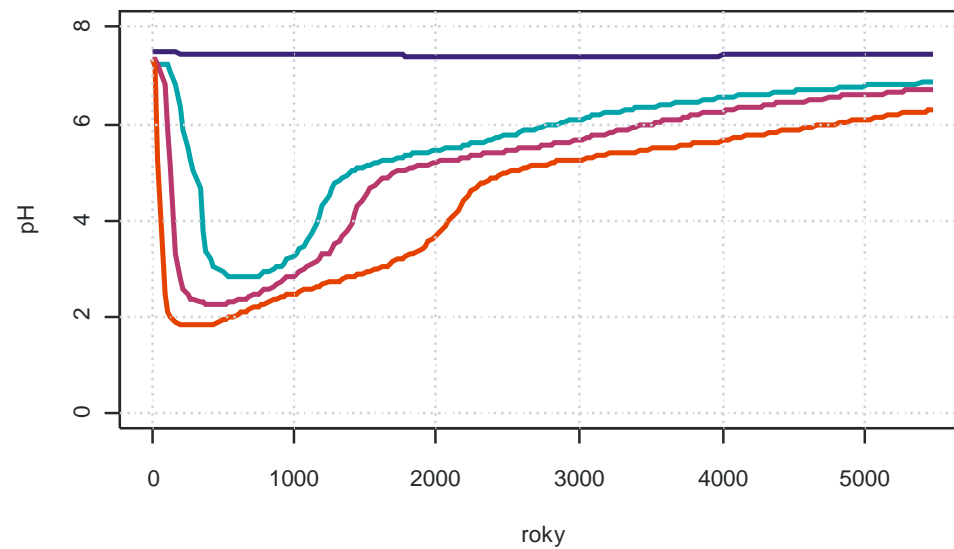


Průnikové křivky MI-6 – konzervativní transport

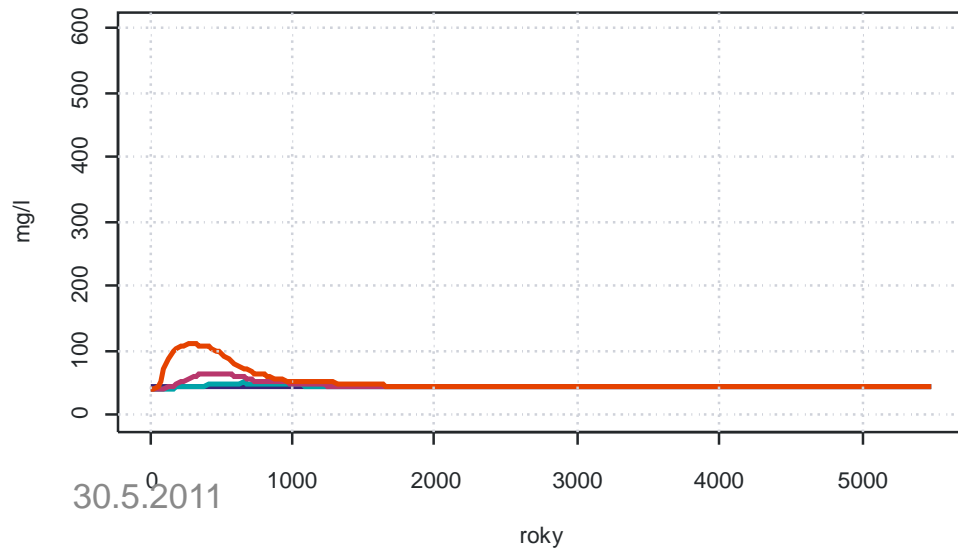
SO₄



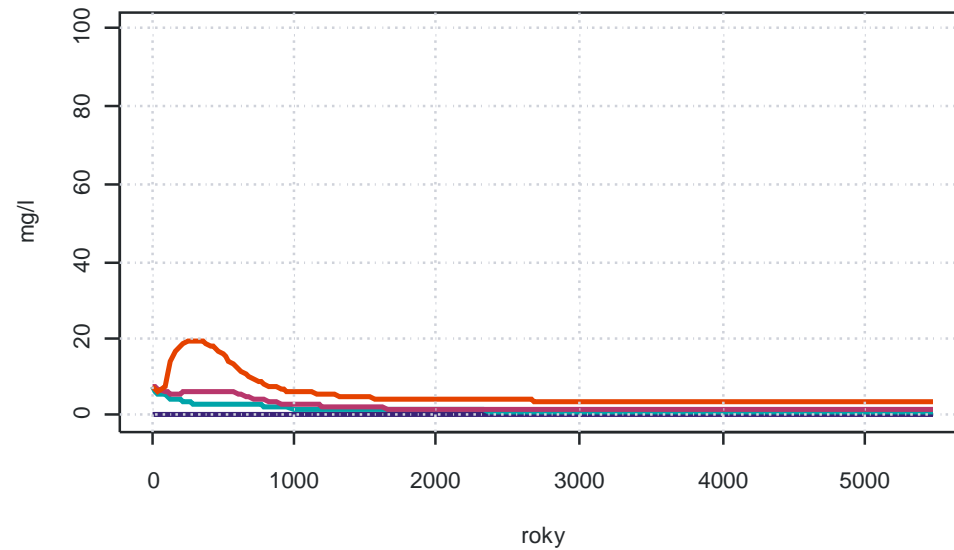
pH



Ca

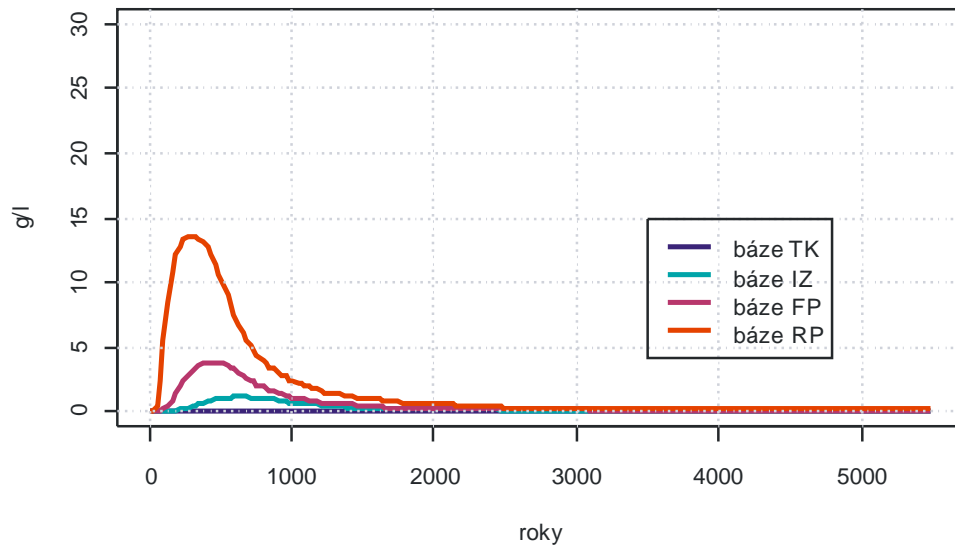


Mg

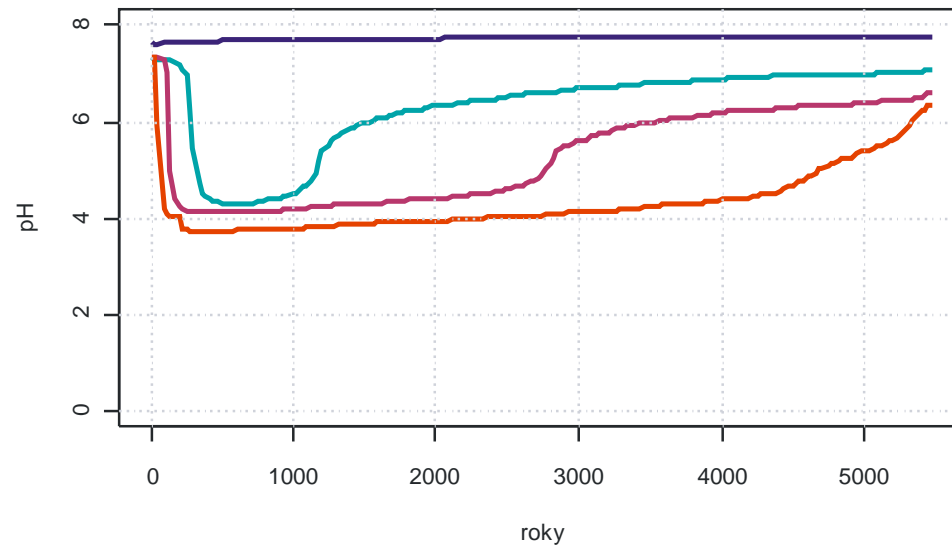


Průnikové křivky MI-6 - reaktivní transport

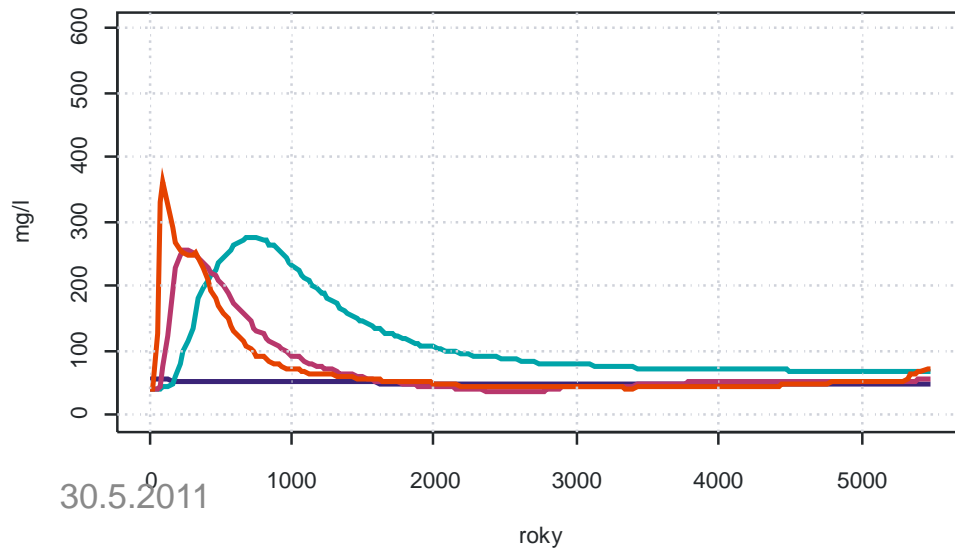
SO4



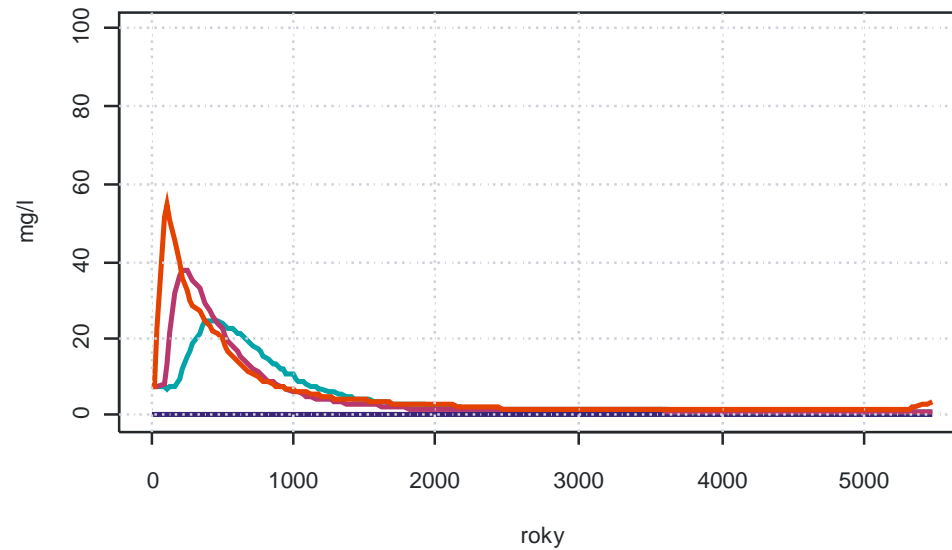
pH



Ca

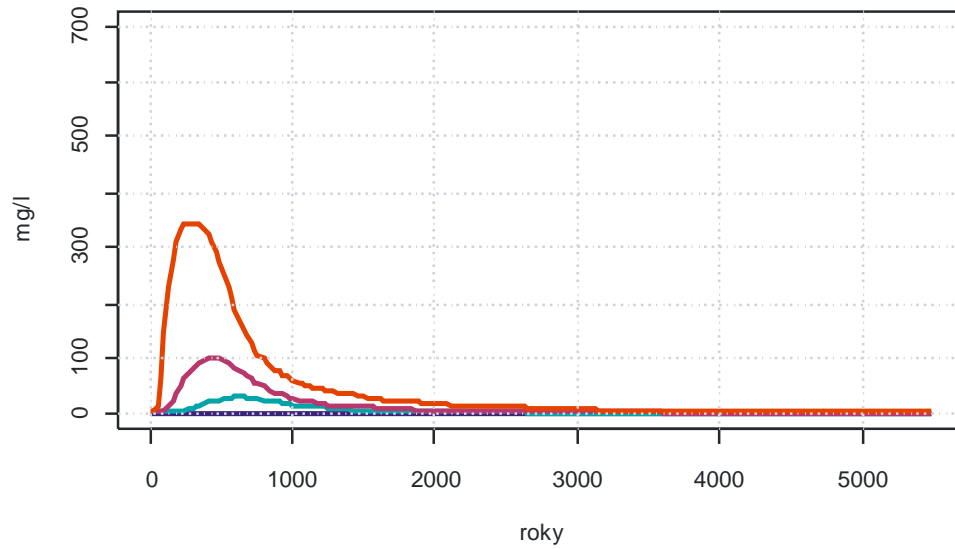


Mg

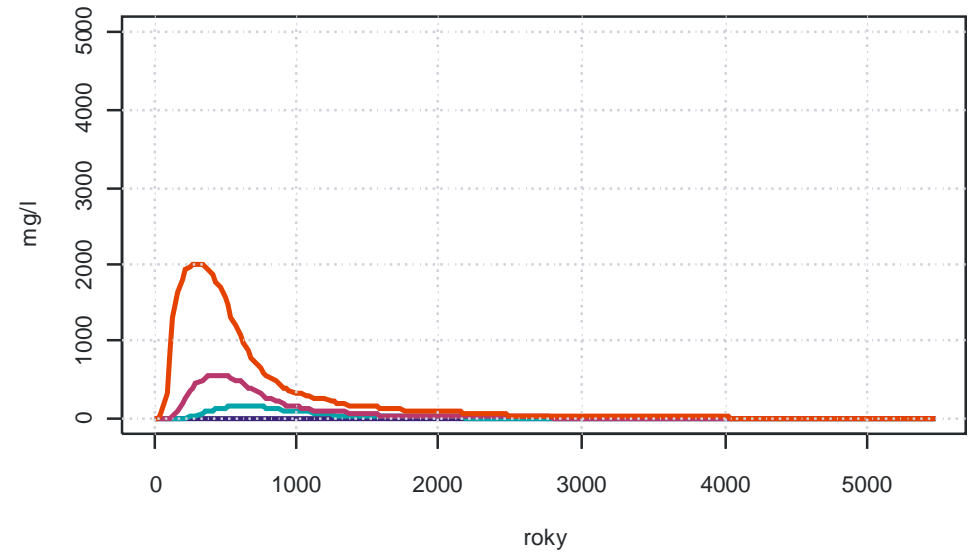


Průnikové křivky MI-6 – konzervativní transport

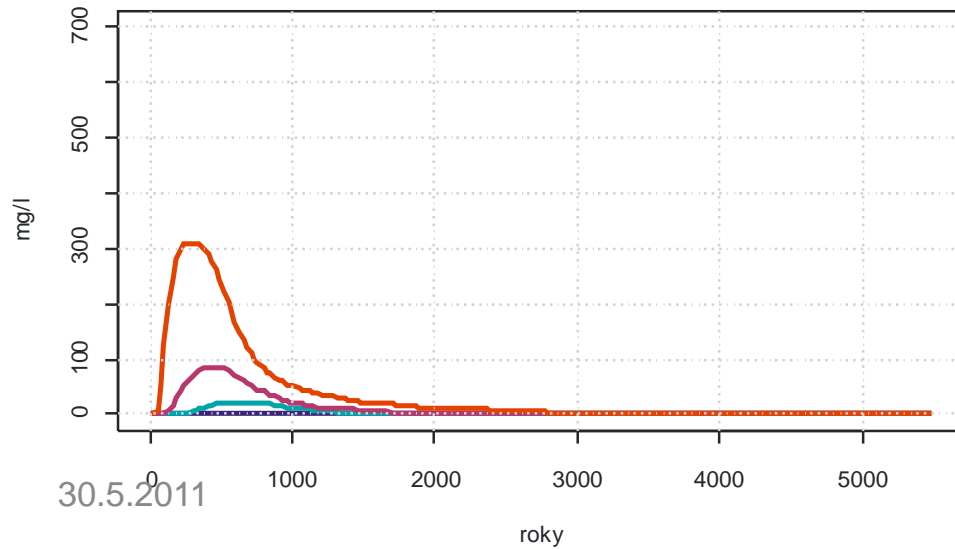
Fe



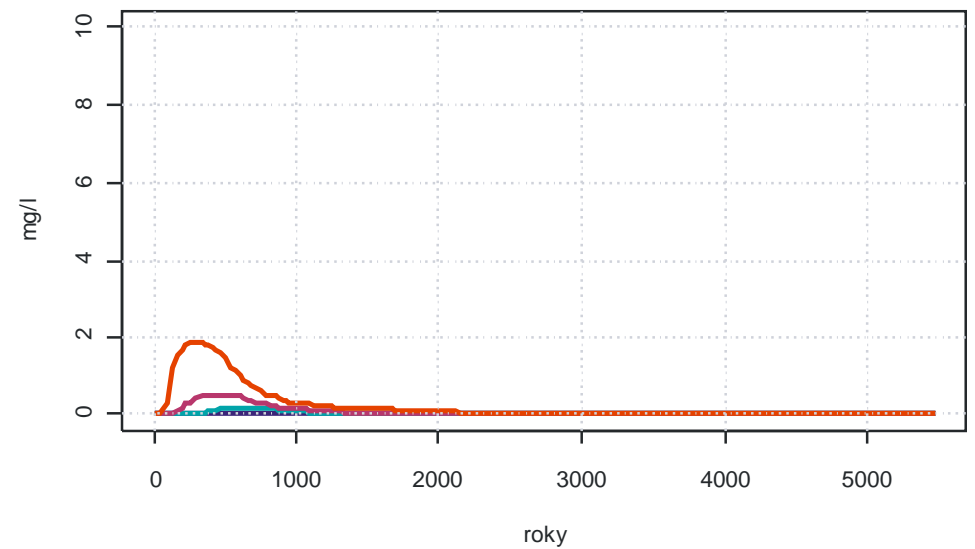
Al



NH4

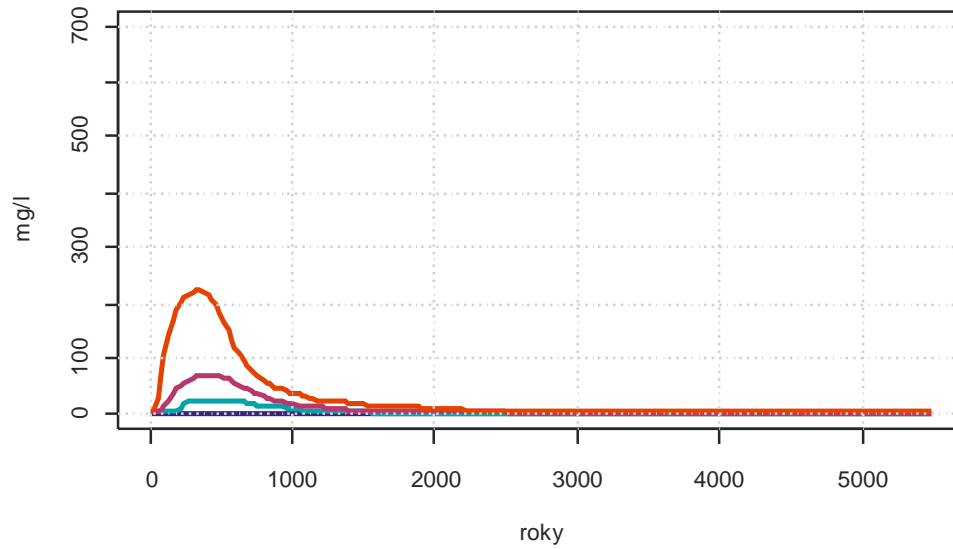


As

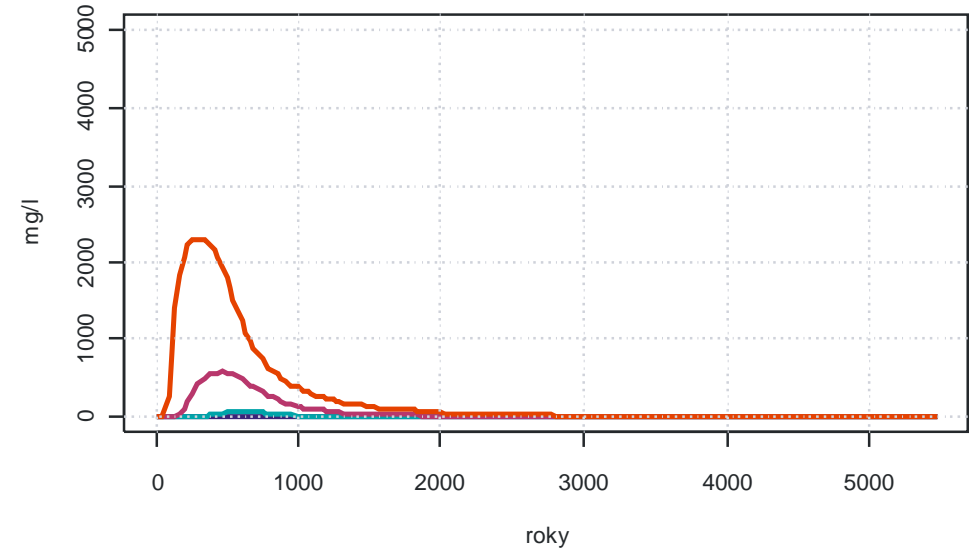


Průnikové křivky MI-6 - reaktivní transport

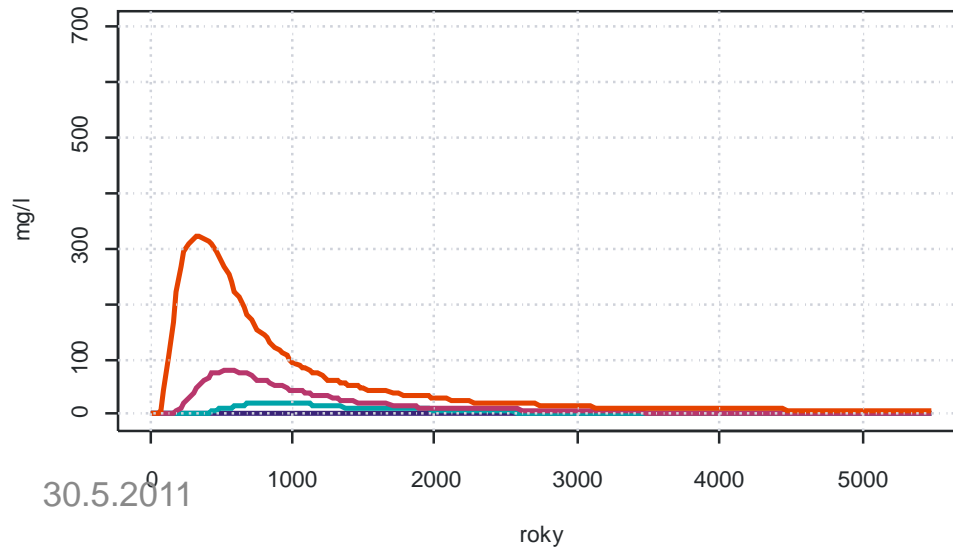
Fe



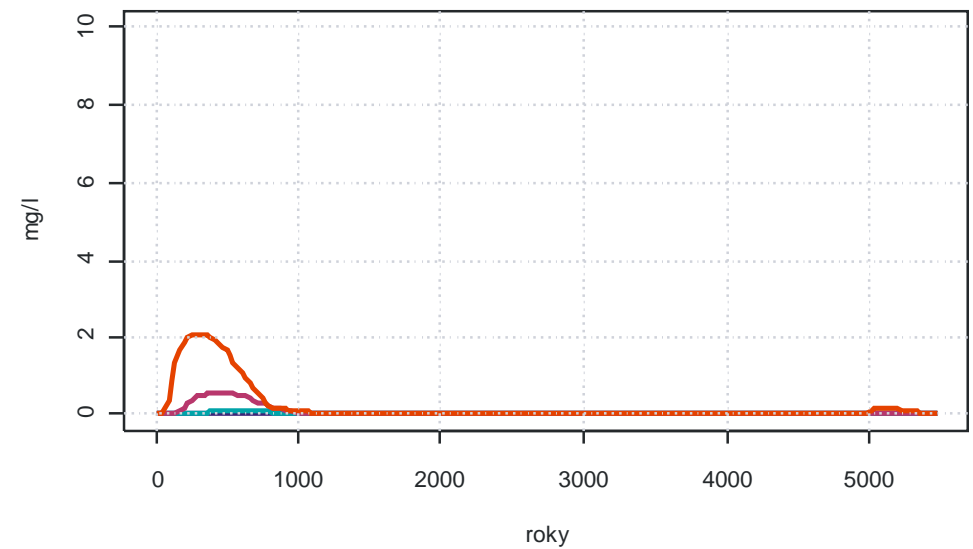
Al



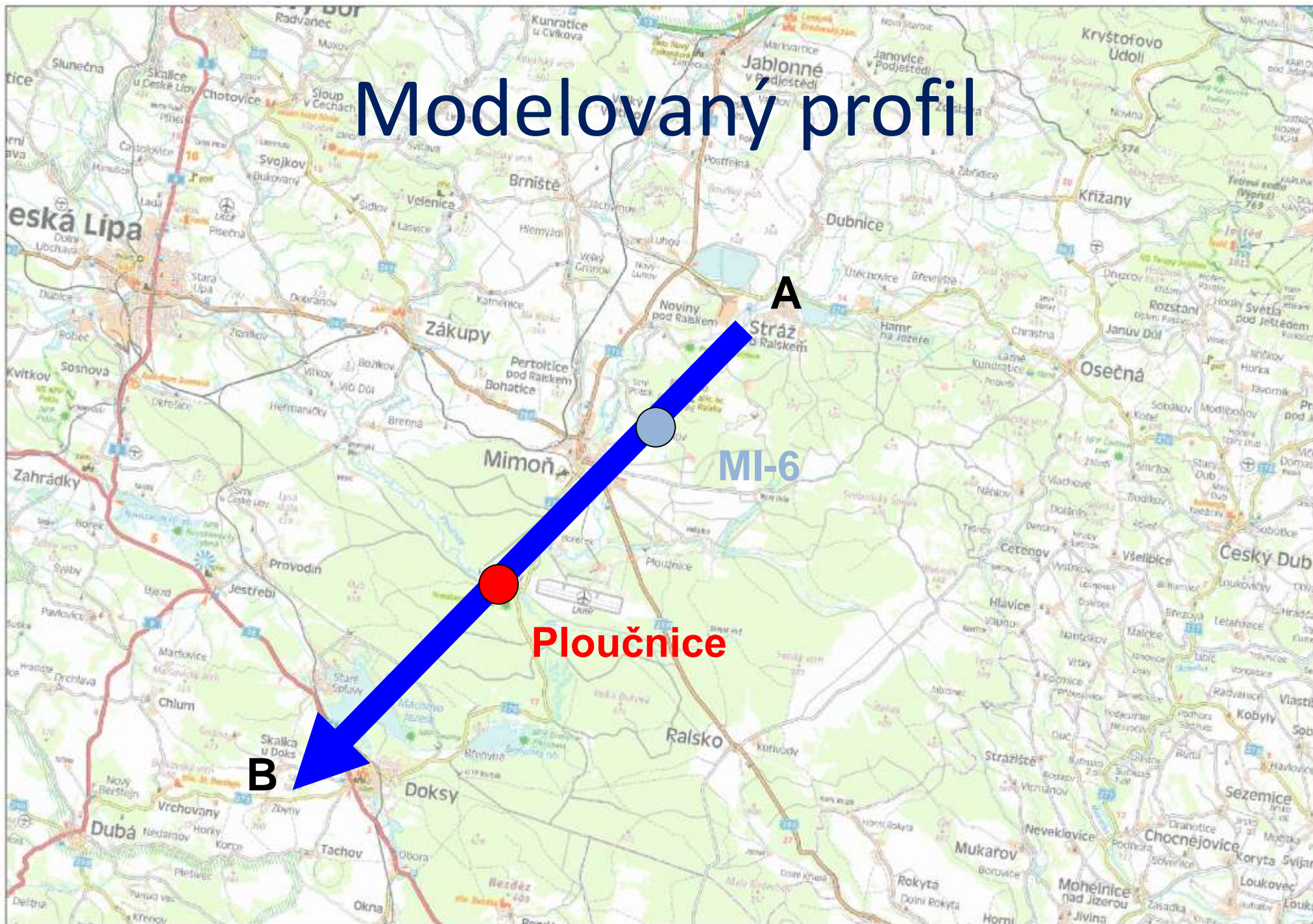
NH4



As

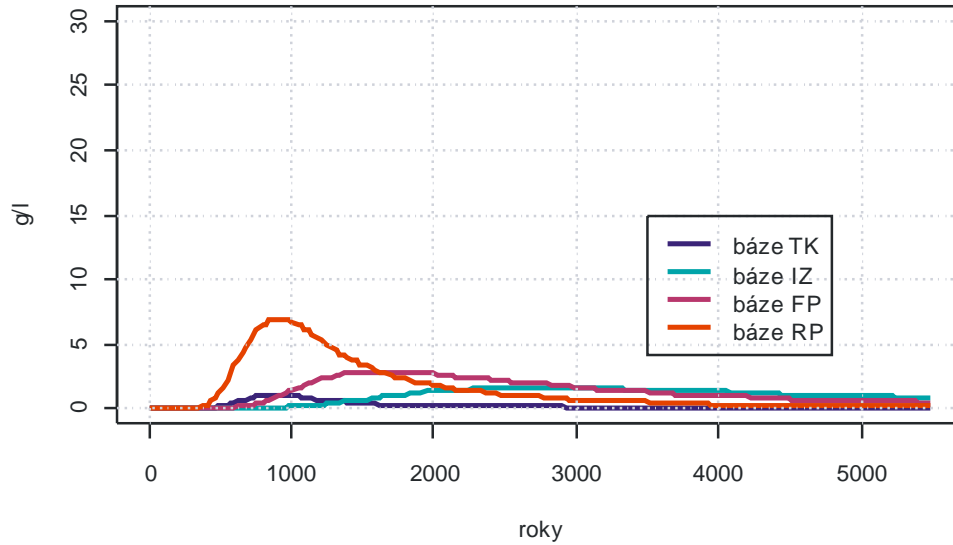


Modelovaný profil

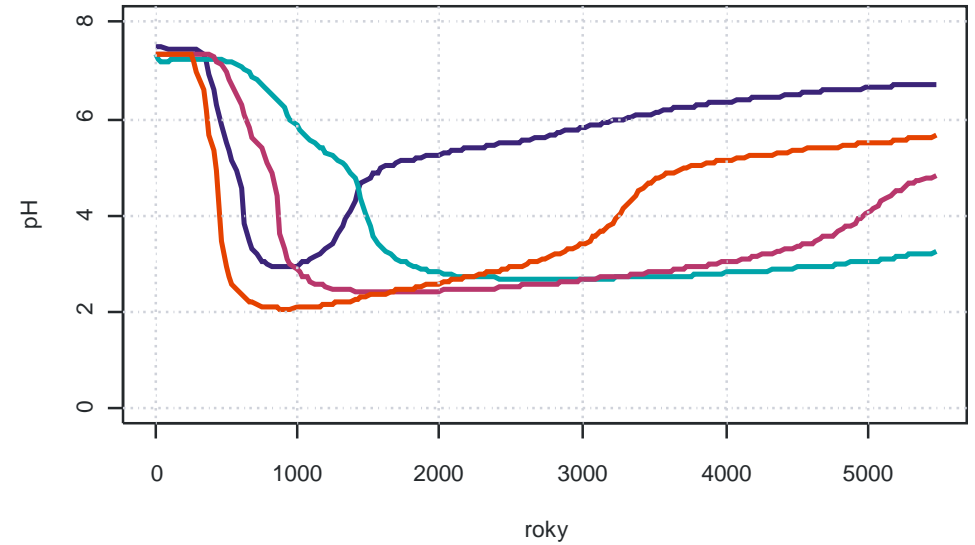


Průnikové křivky Ploučnice – konzervativní transport

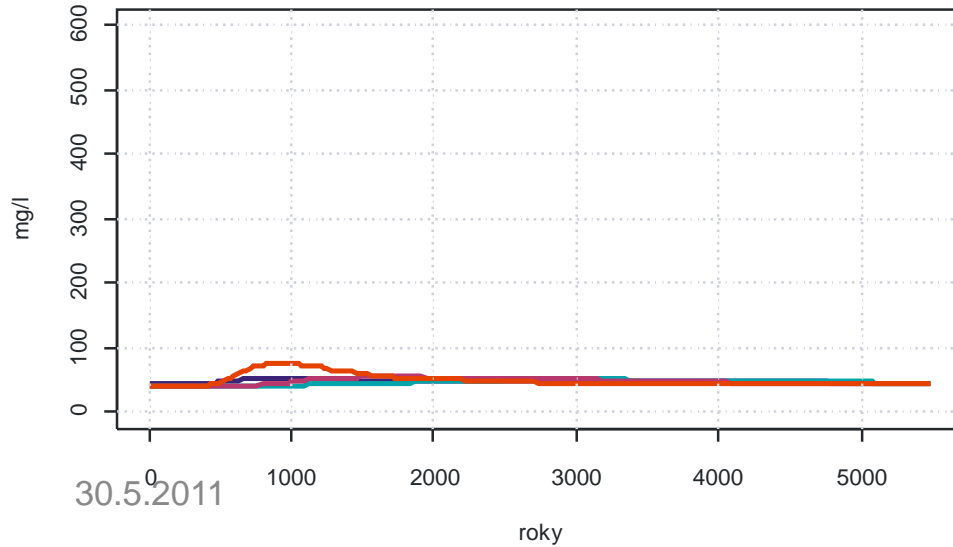
SO4



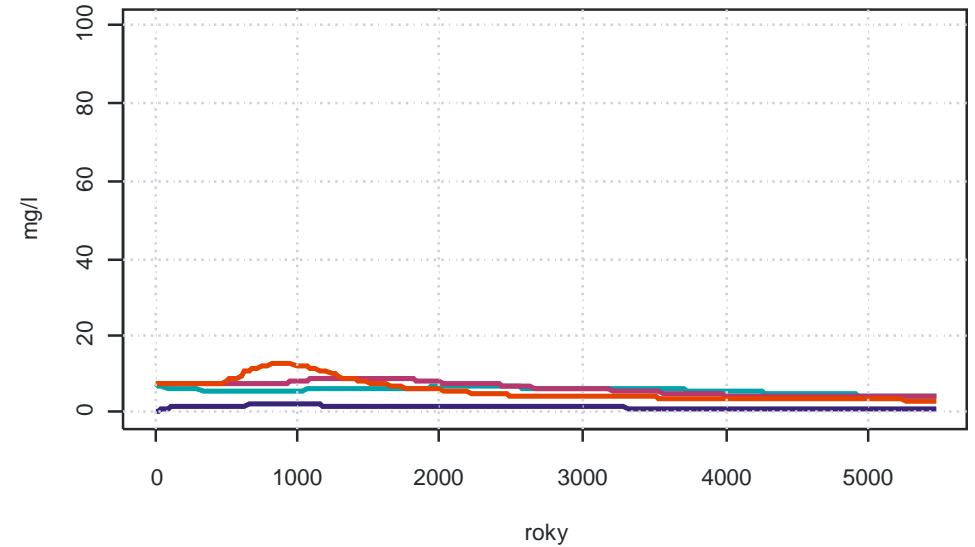
pH



Ca

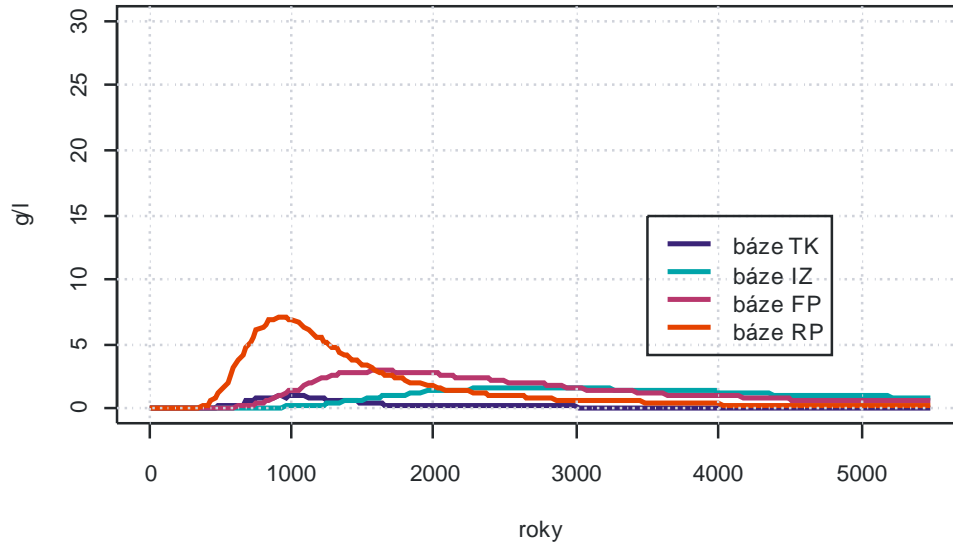


Mg

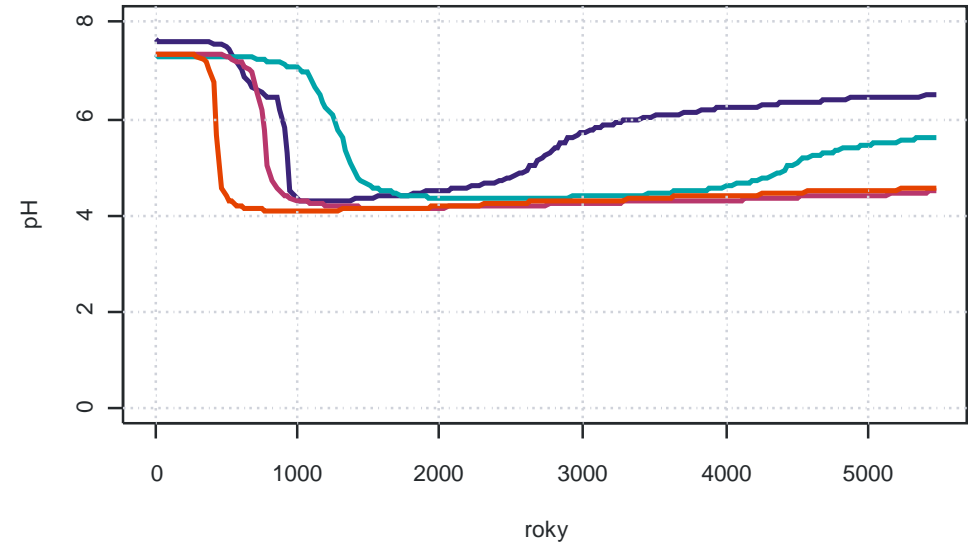


Průnikové křivky Ploučnice – reaktivní transport

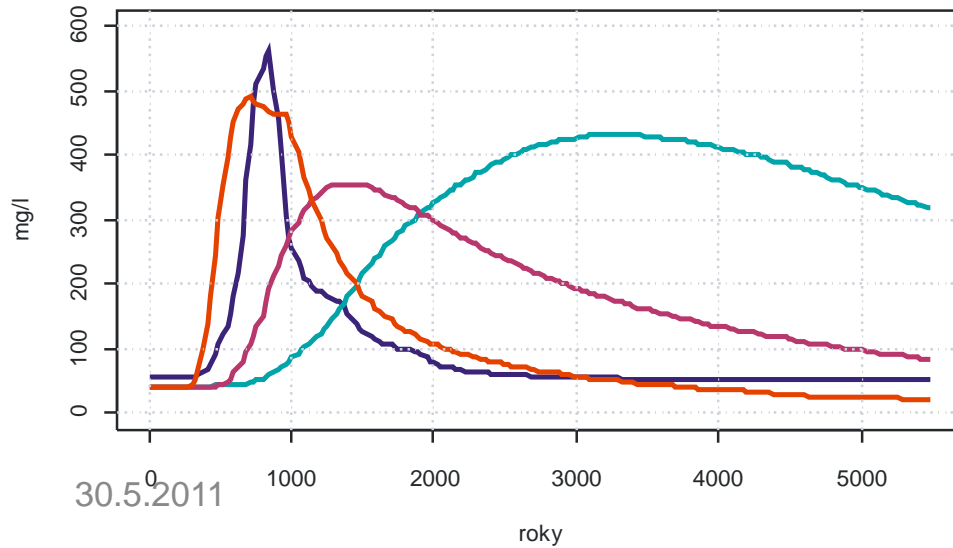
SO4



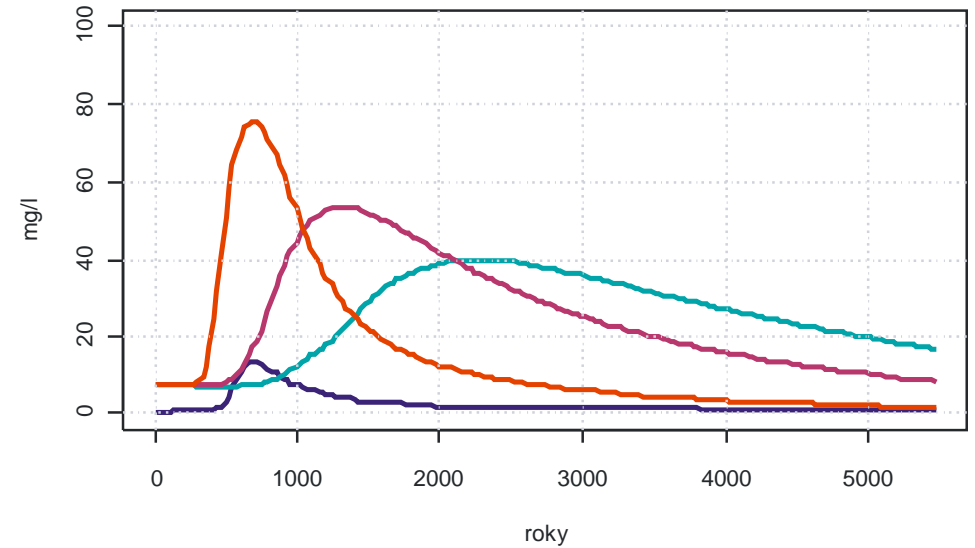
pH



Ca

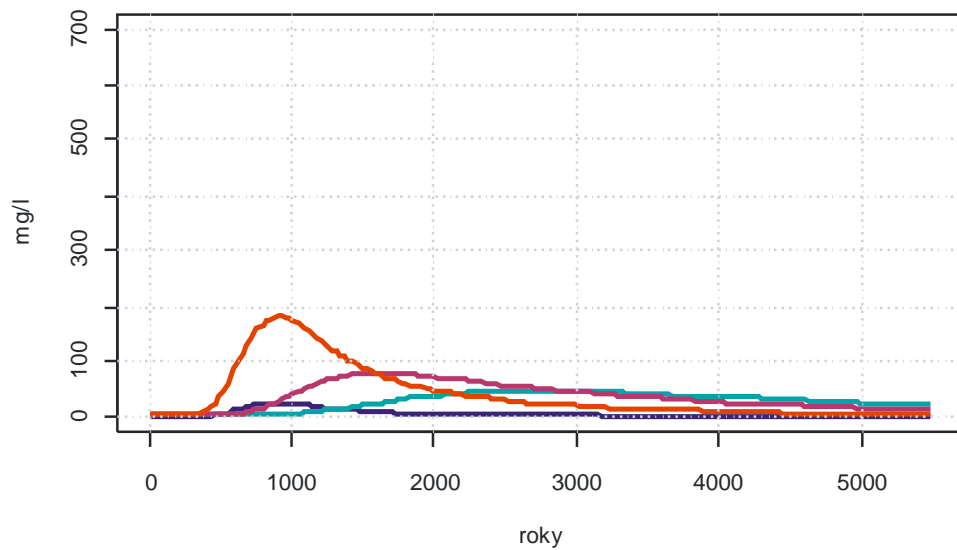


Mg

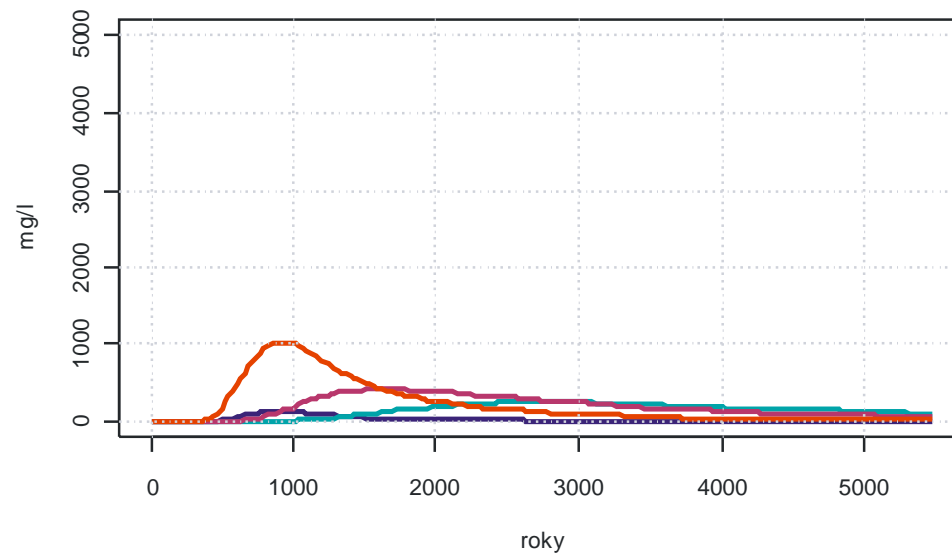


Průnikové křivky Ploučnice – konzervativní transport

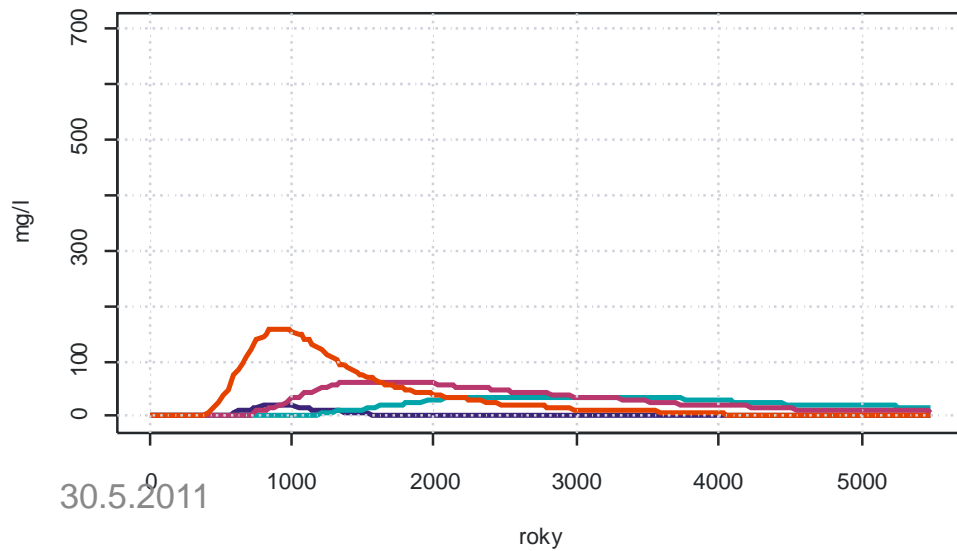
Fe



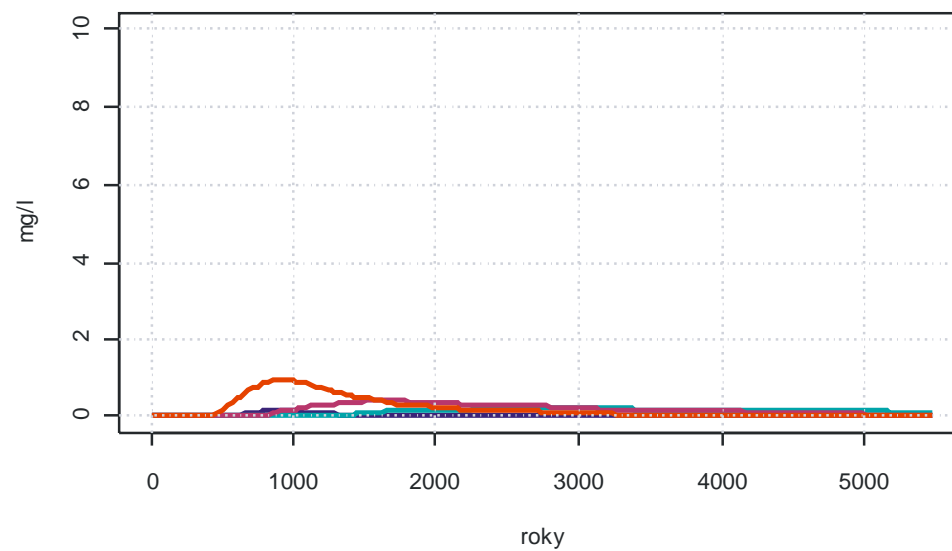
Al



NH4

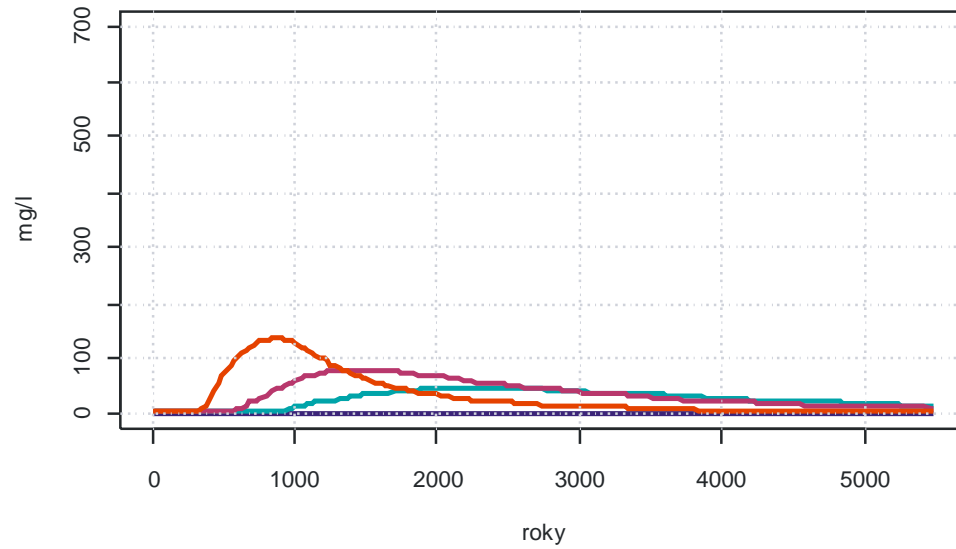


As

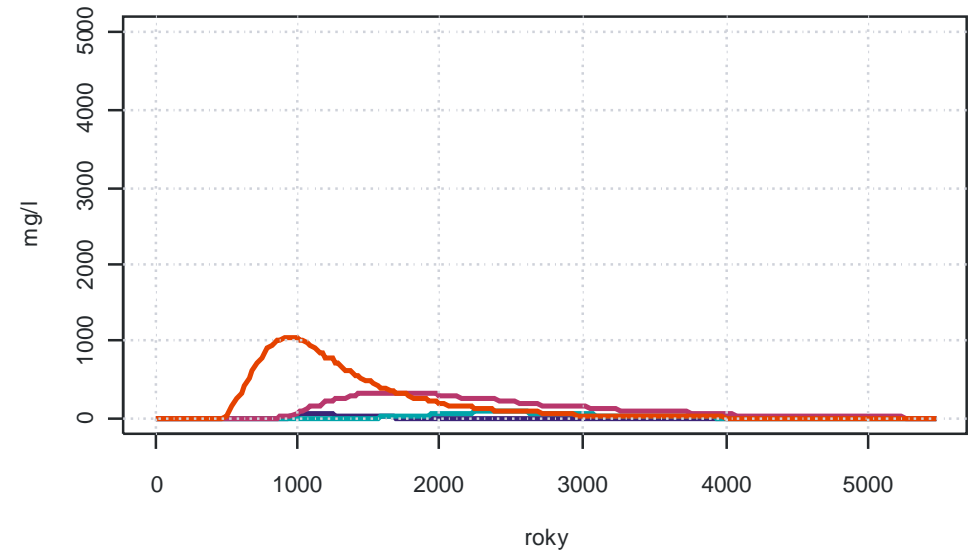


Průnikové křivky Ploučnice – reaktivní transport

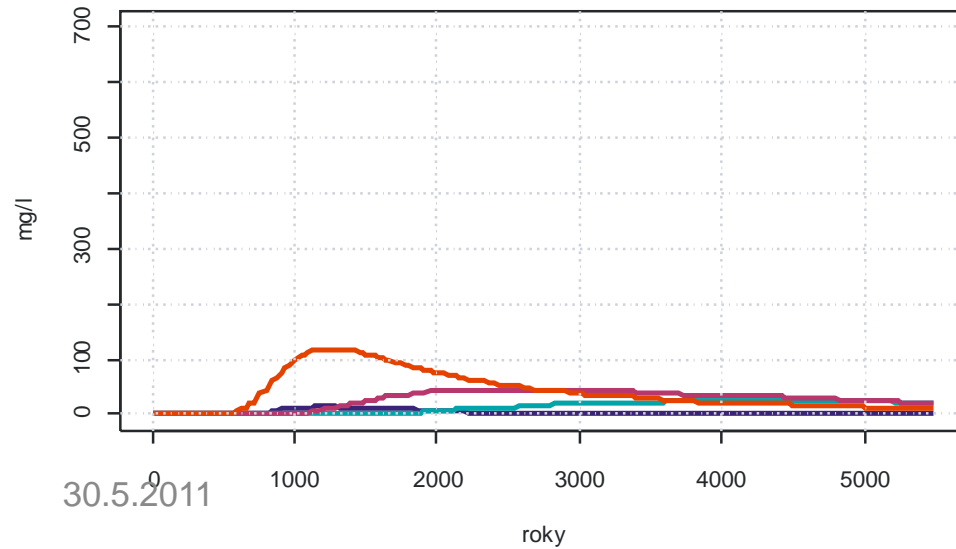
Fe



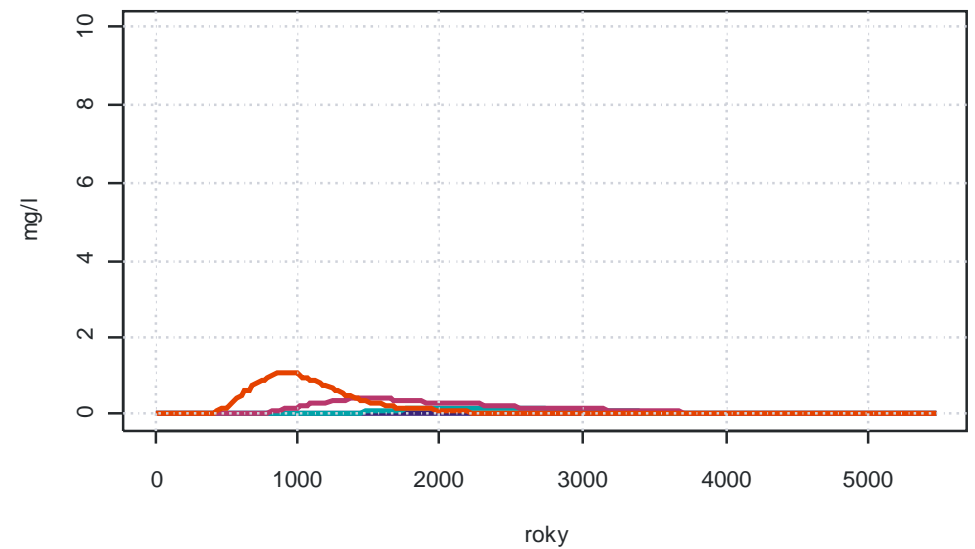
Al

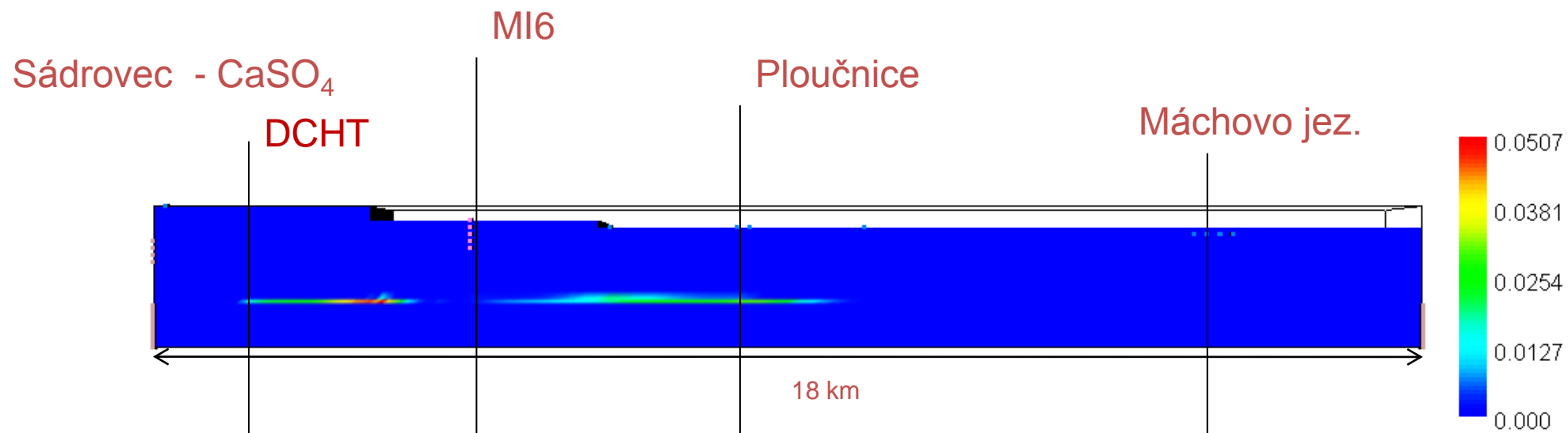


NH4



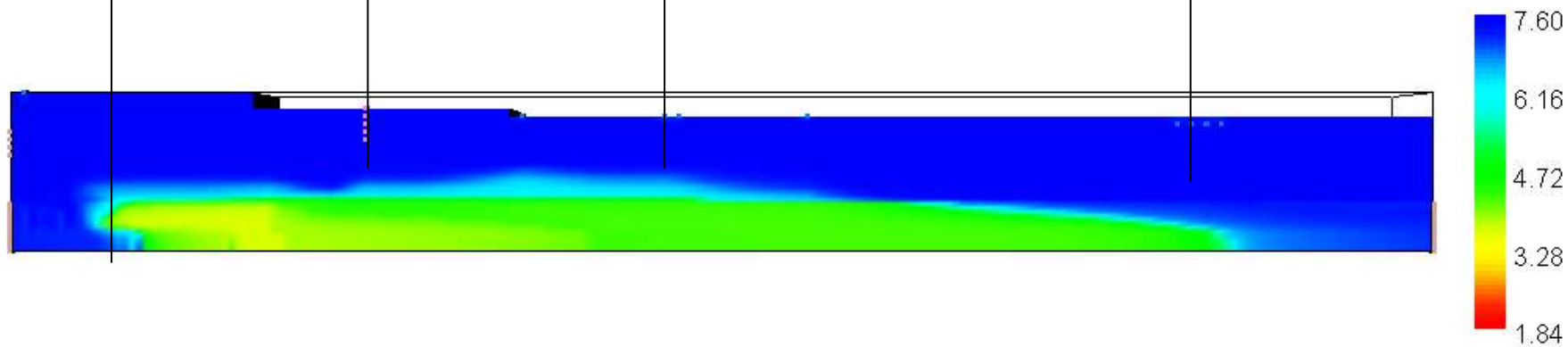
As





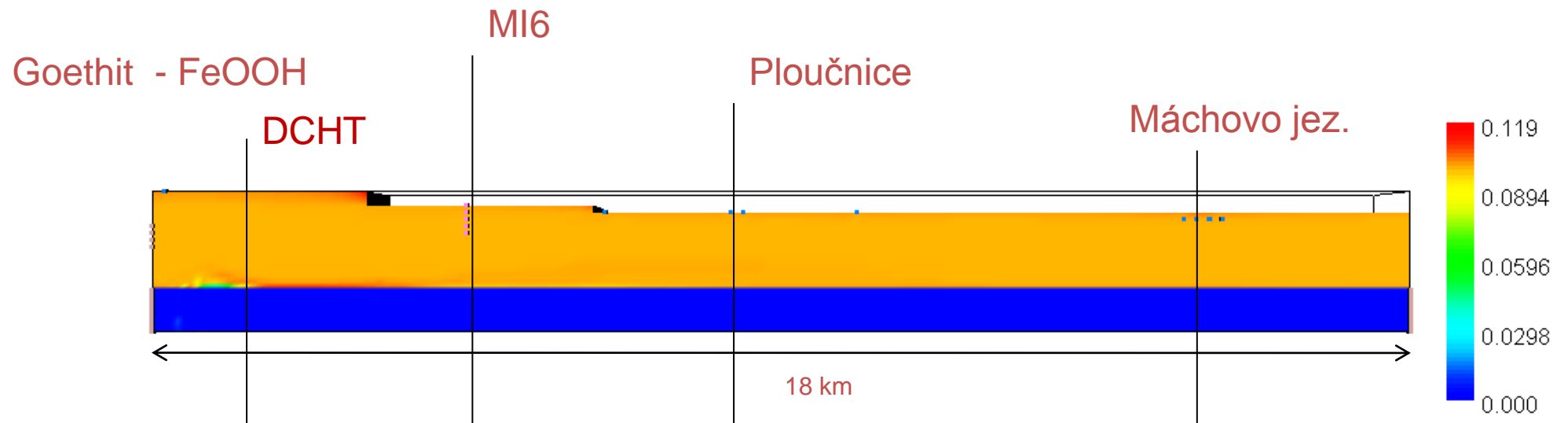
Time = 1000000 days

pH



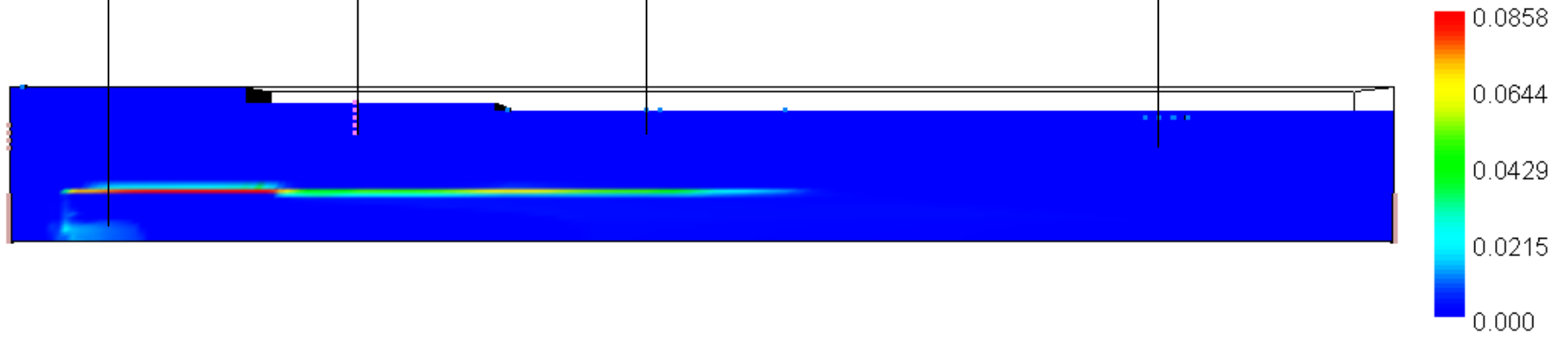
Time = 1000000 days

30.5.2011



Time = 1000000 days

Gibbsit - $\text{Al}(\text{OH})_3$



Time = 1000000 days
30.5.2011

Hodnocení rizik

		SO ₄	Fe	Al	Zn	NH ₄	As	NO ₃	Cr	Be	Tl	Cu	Co	Cd	Pb	HI
A60	HQ Mi6 - pitná voda	0.057	1.354	0.774	0.000	0.000	0.015	0.048	0.007	0.010	0.012	0.000	0.000	0.001	0.001	2.278
	HQ Ploučnice - Pitná voda	0.988	32.079	172.800	0.030	3.705	3.261	0.239	1.485	2.255	2.583	0.002	0.040	0.141	0.208	219.815
	HQ Ploučnice - Povrchová voda	0.823	3.208	23.040	1.920	3.037	4.634	0.385	2.422	4.510	0.000	0.087	2.020	1.009	0.145	43.954
B60	HQ Mi6 - pitná voda	0.061	1.469	1.434	0.000	0.000	0.027	0.049	0.012	0.019	0.021	0.000	0.000	0.001	0.002	3.096
	HQ Ploučnice - Pitná voda	4.302	138.915	788.150	0.135	41.436	14.874	0.232	6.774	10.285	11.780	0.010	0.184	0.645	0.950	1018.671
	HQ Ploučnice - Povrchová voda	3.585	13.892	105.087	8.842	33.964	7.437	0.374	9.677	20.569	0.000	0.397	9.211	4.604	0.660	246.298
C60	HQ Mi6 - pitná voda	0.059	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.049	0.000	0.000	0.023	0.000	0.000	0.000	0.000	0.135
	HQ Ploučnice - Pitná voda	0.516	0.000	0.004	0.006	3.091	0.000	0.208	6.682	0.000	3.144	0.000	0.048	0.079	0.000	13.777
	HQ Ploučnice - Povrchová voda	0.430	0.000	0.000	0.370	2.500	0.000	0.000	0.545	0.000	0.000	0.000	2.382	0.563	0.000	16.160
D60	HQ Mi6 - pitná voda	0.059	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.049	0.003	0.000	0.021	0.000	0.000	0.000	0.000	0.126
	HQ Ploučnice - Pitná voda	4.041	0.018	409.850	0.113	32.258	0.002	0.199	7.417	0.015	11.784	0.022	0.199	0.524	1.358	467.801
	HQ Ploučnice - Povrchová voda	3.368	0.002	54.647	7.401	26.441	0.001	0.321	10.596	0.030	0.000	0.898	9.974	3.741	0.942	118.361
A8	HQ Mi6 - pitná voda	0.058	1.399	1.029	0.000	0.000	0.019	0.048	0.009	0.013	0.015	0.000	0.000	0.001	0.001	2.594
	HQ Ploučnice - Pitná voda	0.443	14.875	71.605	0.012	0.000	1.351	0.229	0.615	0.934	1.070	0.001	0.017	0.059	0.086	91.298
	HQ Ploučnice - Povrchová voda	0.369	1.488	9.547	0.803	0.000	0.676	0.370	0.879	1.868	0.000	0.036	0.837	0.418	0.060	17.351
B8	HQ Mi6 - pitná voda	0.058	1.397	1.021	0.000	0.000	0.019	0.048	0.009	0.013	0.015	0.000	0.000	0.001	0.001	2.584
	HQ Ploučnice - Pitná voda	1.220	40.525	215.800	0.037	6.877	4.072	0.232	1.854	2.815	3.226	0.003	0.050	0.176	0.260	277.149
	HQ Ploučnice - Povrchová voda	1.017	4.053	28.773	2.421	5.637	2.036	0.374	2.649	5.631	0.000	0.109	2.522	1.260	0.181	56.662
C8	HQ Mi6 - pitná voda	0.058	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.048	0.000	0.000	0.015	0.000	0.000	0.000	0.000	0.126
	HQ Ploučnice - Pitná voda	0.396	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.159	0.168	0.000	1.070	0.000	0.011	0.007	0.000	1.815
	HQ Ploučnice - Povrchová voda	0.330	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.257	0.240	0.000	0.000	0.000	0.538	0.049	0.000	1.417
D8	HQ Mi6 - pitná voda	0.058	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.048	0.001	0.000	0.015	0.000	0.000	0.000	0.000	0.126
	HQ Ploučnice - Pitná voda	1.383	0.000	0.023	0.028	3.780	0.000	0.199	4.840	0.000	3.226	0.000	0.066	0.063	0.010	13.617
	HQ Ploučnice - Povrchová voda	1.152	0.000	0.003	1.826	3.098	0.000	0.320	6.914	0.000	0.000	0.004	3.287	0.448	0.007	17.061

Závěry

- Na základě provedených simulací reaktivního transportu bylo možné v rámci zpracované AAR navrhnout limity pro hlavní kontaminanty individuálně, se zohledněním jejich nebezpečnosti a hydrogeochemických interakcí
- Zahrnutí hydrogeochemických procesů do zpracovaných modelů vedlo ke snížení hodnot HQ pro jednotlivé složky přibližně faktorem 0,5
- Podle vyhodnocení průměrných hodnot kvocientu nebezpečnosti pro všechny expoziční scénáře se jeví nejvíce rizikovou složkou **hliník** (prům. HQ 78,5), dále **železo** (10,6), **amonné ionty** (6,9), **chrom** (3,0), **beryllium** (2,0), **thalium** (1,6), **arsen** (1,5) **kobalt** (1,3) a **sírany** (1,0)

Závěry

- Klíčovým faktorem z hlediska ohrožení tuonského kolektoru je stav a vlastnosti poloizolátoru.
 - $K_z < 1 \cdot 10^{-5}$ m/den → nedojde k ovlivnění tuonu
 - $K_z > 1 \cdot 10^{-5}$ m/den → pravděpodobné ovlivnění tuonu
 - $K_z > 1 \cdot 10^{-4}$ m/den → dojde k ovlivnění tuonu
 - Výsledky naznačují výrazně vyšší riziko ovlivnění tuonského kolektoru přetokem ZTR v prostoru Ploučnice (v okolí Hradčan) oproti prostoru VZ MI6

Děkuji za pozornost