

# **Monitoring průsakových vod na území NPČŠ**

**Dílčí zpráva za rok 2010**

v rámci projektu „Komplexní monitoring stavu přírodního prostředí v Národním parku České Švýcarsko“



**Správa Národního parku České Švýcarsko**

Zpracoval: Mgr. Zuzana Vařilová

březen 2011

## **Obsah**

1. Úvod
2. Sledované lokality
3. Metodika odběru vzorků a laboratorních analýz
4. Výsledky
  - 4.1. Vyhodnocení získaných dat
  - 4.2. Pravčická brána
5. Závěr

## **Literatura**

## **Přílohy**

Příloha č.1 - Tabulka výsledků laboratorních analýz průsakových vod z let 2008 - 2010

Příloha č.2 – Souhrnné grafické zpracování dat

Příloha č.3 - Laboratorní protokol ALS Laboratory Group

Příloha č.4 - Mapa s vyznačením lokalit odebraných v r. 2010

## 1. Úvod

Průsakové vody (tj. vody prosakující pískovcovými horninami, pocházející z nenasycené zóny pískovcových hornin) reprezentují svým složením chemické složení srážek i reakce s pískovcem během jejich pohybu skalním masivem. Na území Národního parku České Švýcarsko (NPČŠ) probíhá dlouhodobý monitoring chemismu tohoto typu vod. Vzorky byly průběžně odebírány již od roku 2002 do současnosti (na 10 až 15 místech, obvykle v převislých částech skal, kde sezónně vykapává z horninového masivu voda). V rámci projektu „Komplexní monitoring stavu přírodního prostředí v Národním parku České Švýcarsko“ byly vzorky průsakových vod odebírány v letech 2008 – 2010. Sledovány byly stejné parametry jako u vod srážkových (včetně detekčních limitů tak, aby byly výsledky srovnatelné) za účelem studia procesů solného zvětrávání způsobujícího postupnou degradaci pískovcových hornin a posouzení míry vlivu antropogenního znečištění ovzduší na tyto procesy.

## 2. Sledované lokality

V roce 2010 byly sledovány stejné lokality jako v předchozích letech. Seznam odebraných míst (včetně počtu vzorků a data odběru) je uveden v tab. níže. Mapa s lokalizací míst odběrů je uvedena v příloze č. 4 této zprávy.

Sledovaná lokalita	Počet vzorků v r. 2010	Měsíc odběru
Jeskyně víl	2	04 / 2010
Kyjovské údolí	1	04 / 2010
Vlčí potok	2	04 / 2010
Memento Mori	1	04 / 2010
Memento blok	1	04 / 2010
Březák	1	04 / 2010
U Sklípku	1	04 / 2010
Pravčická brána	2	12 / 2009, 03/ 2010

## 3. Metodika odběru vzorků a laboratorních analýz

Na odběr průsakových vod neexistuje v ČR ani v zahraničí obecně platná metodika. Vzorky průsaků byly tedy odebírány způsobem zavedeným zaměstnanci Správy NPČŠ. Odběry vzorků jsou standardně závislé na aktuálním počasí v daném roce. Ideální obdobím pro odběry vzorků bývají např. jarní měsíce, kdy taje sníh a další etapy roku (často podzimní měsíce), vždy po období dlouhodobějších intenzivních srážek. Většina míst je vhodná k odběru pouze v omezeném časovém intervalu (v řádech dnů až prvních týdnů) a to pouze několikrát do roka. Každá ze sledovaných lokalit má navíc jiné geologické i morfologické podmínky a rychlost průsaku (rovněž pak intenzita kapání) se může výrazně lišit.

Za celé období tříletého projektu bylo odebráno **celkem 42 vzorků průsakových vod z 10 sledovaných míst, odběry probíhaly v převážné většině v měsíci dubnu a říjnu** (seznam všech vzorků je uveden v příloze č.1). V posledním projektu (tj. v roce 2010) byl realizován terénní odběr pouze v měsíci dubnu (celkem 9 vzorků z 6 sledovaných lokalit), sada vzorků byla doplněna o 2 vzorky odebrané v prosinci 2009 a březnu 2010 na lokalitě Pravčická brána. Na daných lokalitách byl odebrán vždy jeden či dva vzorky (dva v případě kapání na více místech převisu). Voda byla v NPČŠ sbírána pod místem skapu do 2 litrových sterilizovaných plastových lahví (dodaných certifikovanou laboratoří) po dobu jednoho až několika dnů (v závislosti na frekvenci skapu). Do doby laboratorního zpracování byly vzorky vod deponovány v chladu v lednici či v mrazícím zařízení, tak aby nedošlo ke změnám jejich chemického složení. Zbylá sledovaná místa nebylo možné odebrat z důvodu nedostatečné vlhkosti skalního masivu, tedy absence skapávání průsakových vod. V srpnu 2010 sice postihly území NPČŠ rychlé přívalové deště, které způsobily extrémní povodně na malých tocích, zejména na říčce Kamenici. Lze tedy předpokládat, že v daném měsíci byla díky extrémním srážkovým úhrnům dostatečná saturace pískovcových masivů. Terénní odběry průsakových vod nebyly však v tomto období provedeny důvodu vytížení odborného pracovníka Správy NPČŠ v souvislosti s přednostním řešením havárií souvisejících s povodní v obci Hřensko, v soutěskách Kamenice i vzniklými rizikovými svahovými pohyby v osídlených oblastech NP.

Analytickými metodami byla v akreditované laboratoři (ALS Laboratory Group, Česká Lípa) zjišťovány stejné parametry jako ve vzorcích vod srážkových – tj. vodivost (konduktivita), pH, obsah rozpuštěných látek a chemické složení ve vzorcích z jednotlivých lokalit - **koncentrace všech hlavních složek ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ) a stopových prvků (Fe, Mn, Pb, Cu, Rb, Sr, Zn, As, Cd).** Kompletní výčet všech sledovaných parametrů je uveden v příloze - Laboratorní protokol ALS Laboratory Group. Příprava vzorků i analytické zpracování probíhalo běžným způsobem

dle platné metodiky certifikované laboratoře (více v příloze – Laboratorní protokol ALS Laboratory Group). Detekční limity byly již při zahájení projektu stanoveny Správou NP ČŠ.

Data získaná z laboratoře byla poté zpracovávána a zálohována na Správě NPČŠ v Krásné Lípě (ve formě tabulek a grafů). Monitoring průsakových vod v pískovcových horninách je však velmi specifickou záležitostí, se kterou jsou doposud minimální zkušenosti v ČR i v zahraničí. Získané údaje nelze proto jednoduše porovnávat s platnými limity či normami, které jsou definovány pouze pro běžné typy vod (povrchové, podzemní).

## 4. Výsledky

Tato zpráva obsahuje nové údaje za rok 2010, kompletní databázi z monitoringu za období realizace projektu financovaného z EHP Norsko (2008 až 2010) a hlavní poznatky získané srovnáním průsakových vod z lokality Pravčická brána s vodami srážkovými. Souborné výsledky z monitoringu jsou zpracovány v tabulkách a grafech (viz příloha č.1 a 2).

### 4.1. Vyhodnocení získaných dat

Průsakové vody z NPČŠ jsou charakteristické velmi nízkým **pH** dosahujícím průměrné hodnoty 4,09 (nejnižší hodnota 3,34 byla zjištěna na lokalitě „Memento“, nejvyšší 6,33 v lokalitě „Na potokách“) a relativně vysokým obsahem  $\text{Al}^{3+}$  s průměrnou hodnotou 2,8 mg/l (s max. hodnotou 10 mg/l na lokalitě „Pravčická brána“ a min. hodnotou 0,7 mg/l v lokalitě „Memento blok“, pod mezí detekce byl jako jediný vzorek „Na potokách“). Průměrná koncentrace  $\text{SO}_4^{2-}$  v průsakových za sledované období činí 19,2 mg/l (s extrémní hodnotou 50 mg/l na lokalitě „Na potokách“, pod mezí detekce byly naopak všechny vzorky odebrané ze skalního bloku „Memento blok“). Koncentrace  $\text{NO}_3^-$  dosahuje průměrné hodnoty 8,8 mg/l, nejvyšší hodnoty byly zjištěny na lokalitě Pravčická brána (až 46 mg/l), pod mezí detekce byly všechny tři vzorky „U sklípku“. Zajímavé jsou výsledky analýz  $\text{NH}_4^+$ , kde dominuje „Pravčická brána“ s průměrnou hodnotou 1,8 mg/l, zatímco ostatní lokality jsou pod mezí laboratorně měřitelných hodnot (výjimkou je pouze „Memento“ s jedním vzorkem majícím konc. 0,06 mg/l). Bylo rovněž zjištěno extrémní navýšení  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  na lokalitě „Na potokách“ spolu s nabohacením  $\text{Ca}^{2+}$  a Be „U vlčího potoka“ oproti ostatním měřeným lokalitám. Nejnižší obsah  $\text{Cl}^-$  byl zjištěn v lokalitě „Memento blok“. Koncentrace ostatních sledovaných kationů a anionů, rovněž pak vybraných stopových prvků jsou na sledovaných místech velmi různorodé (a to i v rámci jednotlivých lokalit). Velké rozdíly byly zjištěny např. u koncentrací  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{F}^-$  či Mn. Také obsah rozpuštěných látek se liší na

jednotlivých lokalitách v závislosti na místních podmínkách, geologické stavbě a možnostech druhotného obohacení roztoků v hornině.

Detailní rozbor, vyhodnocení a interpretace všech získaných údajů z let 2002 – 2010, včetně jejich srovnání v širším konceptu bude součástí zvláštní studie, vzhledem k velkému objemu dat není předmětem této závěrečné zprávy. Výsledky budou poté publikovány v recenzovaném (či impakovaném) odborném časopise.

#### **4.2. Pravčická brána**

Dílním výstupem projektu je odborná publikace shrnující výsledky monitoringu srážkových vod a průsakových vod z lokality Pravčická brána (viz Vařilová et al. 2011). Tato lokalita byla posuzována samostatně z důvodu její jedinečnosti i rozdílnosti výsledků. Vzorky vod na Pravčické bráně tvoří zvláštní skupinu, která se výrazně odlišuje od ostatních sledovaných lokalit v NPČŠ, a to zejména extrémním navýšením  $\text{NH}_4^+$ , dále vyšším obsahem  $\text{NO}_3^-$ , F a některých stopových prvků (např. Cu, As, Zn) a naopak nízkým obsahem Mn (viz vybrané grafy v příloze č.2). Zároveň se jedná o jedno z míst, které je intenzivně postiženo důsledky solného zvětrávání (např. Cílek & Langrová 1994, Zvelebil et al. 2002 či Vařilová et al. 2011 in print).

Odběry vod probíhaly v místě v převisu, přímo pod obloukem brány. Vzorky z Pravčické brány (PB) jsou reprezentativní nejenom pro studium procesů zvětrávání, ale také z důvodu minimálního ovlivnění chemického složení těchto vod dalšími procesy vzhledem k jednoduché geologické stavbě (průsak roztoků přes cca 5 m mocnou vrstvou středně zrnitého pískovce s vložkami slepence), rovněž pak minimálnímu půdnímu a vegetačnímu pokryvu nad sběrným místem. Nevýhodou zde naopak je časově omezená možnost odběru vzorků, která byla obvykle vázána na krátká období extrémní saturace masivu vodou (nejčastěji jarní měsíce a omezeně během roku po intenzivních deštích). Na PB dochází k relativně rychlému průsaku tělesem (v řádech dnů až prvních týdnů), přičemž minimální míra vlivu evaporace na studované vzorky vod byla prokázána s využitím izotopů kyslíku a vodíku (více v publikaci Vařilová et al. 2011). Data získaná monitoringem průsaků na PB byla porovnána s výsledky analýz srážkových vod, s daty z loužení pískovcových hornin i chemismem solných výkvětů. Pozornost byla v první fázi vyhodnocení dat věnována hodnotám koncentrací vybraných sloučenin a prvků majících přímý i nepřímý vliv na životní prostředí a degradaci pískovcových skalních masivů, rovněž pak možným produktům chemických reakcí probíhající h uvnitř skalního masivu ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$ , ad.).

Ve vodách Pravčické brány od roku 2002 do 2009 dosáhly koncentrace  $\text{SO}_4^{2-}$  průměru 27,5 mg/l (tedy devětkrát více než ve vodách srážkových), koncentrace  $\text{NO}_3$  dosáhly hodnot mezi 7,8 a 42 mg/l (tedy obohaceno až 13krát oproti srážkám), průměrný obsah  $\text{Al}^{3+}$  je v těchto vodách dokonce navýšen 160krát, podobné platí i pro ostatní sledované prvky a sloučeniny s výjimkou  $\text{NH}_4^+$  (viz Vařilová et al. 2011). Předpokládané zdroje nabohacení sledovaných složek jsou rovněž diskutovány v publikaci Vařilová et al. (2011). Přestože je PB izolovaným skalním hřbetem nad úrovní lesa, důležitou složkou průsaků je rozpuštěný organický materiál (analyzovaný COD-Mn), jehož zdrojem je pravděpodobně sporadický půdní pokryv části vrcholu brány nebo nižší rostliny ve spárách a trhlinách horniny (včetně spórů hub identifikovaných mezi zrny křemene – více viz Vařilová et al. 2011) a může také přispívat k loužení jílových minerálů v hornině. Celkový obsah rozpuštěných látek je v těchto vodách relativně vysoký (až 190 mg/l), což indikuje druhotné nabohacení vod opětovným rozpuštěním solí, akumulovaných uvnitř (zejména v přípovrchové zóně) pískovcového masivu.

V příloze č.2 je v grafech uvedeno shrnutí dat získaných v letech 2004 - 2010 na lokalitě PB pro vybrané acidifikanty; dále pak příklad srovnání vzorků z PB se dvěma dalšími lokalitami, jež rovněž reprezentují tzv. čistý průsak (tedy bez zásadního vlivu organiky).

## 5. Závěr

Jedním z faktorů, který negativně přispěl k narušení přirozených poměrů pískovcových skalních masivů v NPCŠ bylo, mimo jiné, také dlouholeté znečištění ovzduší (Kopáček & Veselý 2005), díky kterému dochází k postupnému snižování pevnosti pískovců vlivem intenzivního zvětrávání (např. Cílek & Langrová 1994, Soukupová et al. 2002, Přikryl et al. 2007, ad.). Odbornými studiemi bylo prokázáno, že destruktivní solné výkvěty krystalizují z roztoků v hornině v přípovrchové zóně pískovcového masivu a jsou téměř výhradně produktem reakce kyselých dešťů s horninovým podkladem (např. Schweigstilllová 2009). Důsledky zvětrávání jsou obvykle viditelné pouhým okem, neméně významné jsou však procesy jejich vzniku, které mohou způsobovat opakované vyloužení základní hmoty (příp. tmelu) z pískovců a ovlivňují tak fyzikální a chemické změny v hornině.

V rámci širšího chráněného území se míra uplatnění procesů solného zvětrávání liší v závislosti na lokálních podmínkách. Tento projekt je nadstavbou dosavadních studií, jehož snahou je získání dlouhodobých údajů o změnách chemického složení srážkových i

průsakových vod v oblasti NPČŠ, které by napomohly lépe pochopit procesy odehrávající se v nitru pískovcových skal.

## Literatura

Cílek V., Langrová A. (1994): Skalní kůry a solné zvětrávání v CHKO Labské pískovce. *Ochrana přírody*, 49 (8), 1994. s. 227–231.

Kopáček, J., & Veselý, J. (2005). Sulfur and nitrogen emissions in the Czech Republic and Slovakia from 1850 till 2000. *Atmospheric Environment*, 39, s. 2179-88.

Přikryl, R., Melounová, L., Vařilová, Z., Weishauptová, Z. (2007): Spatial relationships of salt distribution and related physical changes of underlying rocks on naturally weathered sandstone exposures (Bohemian Switzerland National Park, Czech Republic) - *Environmental Geology*, 52: 409-420.

Schweigstillová, J., Přikryl, R., Novotná, M. (2009). Isotopic composition of salt efflorescence from the sandstone castellated rocks of the Bohemian Cretaceous Basin (Czech Republic). – *Environmental Geology*, 58, 217–225.

Soukupová J., Hradil D., Přikryl R. (2002): Chemical weathering of sandstone matrix – controls and case studies. In: Přikryl R., Viles H.A. (eds.): *Understanding and managing stone decay, SWAPNET 2001*. Karolinum, Praha, s. 263-271.

Vařilová, Z., Navrátil, T., Dobešová I. (2011): Recent atmospheric deposition and its effects on sandstone cliffs in Bohemian Switzerland National Park, Czech Republic. – *Water, Air & Soil Pollution*. 14 s.

Vařilová, Z., Přikryl, R., Cílek, V. (2011 in print): Pravčice Rock Arch (Bohemian Switzerland National Park, Czech Republic) deterioration due to natural and anthropogenic weathering. *Environmental Earth Science*,

Zvelebil J., Cílek V., Stemberk J. (2002): Partial results of monitoring of stability deterioration on Pravčice Rock Arch, NW Bohemia. In: Přikryl R., Viles H.A. (eds.): *Understanding and managing stone decay, SWAPNET 2001*. Karolinum, Praha, s. 243–261.

## Přílohy

Příloha č.1 - Tabulka výsledků laboratorních analýz průsakových vod z let 2008 - 2010

Příloha č.2 – Souhrnné grafické zpracování dat

Příloha č.3 - Laboratorní protokol ALS Laboratory Group

Příloha č.4 - Mapa s vyznačením lokalit odebraných v r. 2010

# Příloha č.1

**Tabulka výsledků laboratorních analýz průsakových vod z r. 2008:**

name	odběr	pH	NO3	F	PO4	Cl	SO4	NH4	uS	RL	Al	As	Be	Ca	Cd	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	Pb	Rb	Sr	Zn	CHSK Mn	CO2 celk	hydrogenuhl.
Jeskyně víl 1	2008 / 10	3,66	12,5	0,12		2,36	6,9		12,4	32	2,98	0,002	0,001	2,87	0,0006		0,248	0,594	0,77	0,239	1,13	0,008	0,0032	0,025	0,043	14,3	41,2	0
Jeskyně víl 2	2008 / 10	3,77	5,75	0,29	0,06	3,43	35,7		18,4	122	7,89	0,002	0,0035	4,21	0,0015		0,256	2,39	2,21	0,564	1,7	0,009	0,00116	0,051	0,08	12,6	57,64	0
U Vlčího p. 1	2008 / 10	4,5	3,49			1,59	31		11,4	44	1,28		0,024	13,1	0,0021	0,002		1,27	1,35	0,597	0,84		0,0063	0,048	0,05	0,5	18,92	0
U Vlčího p. 2	2008 / 10	4,09	3,19			1,49	16,6		8,2	36	3,78		0,0035	2,2	0,002		0,034	0,806	0,35	1,12	0,7		0,005	0,02	0,061	3,8	32,09	0
Kachní potok	2008 / 10	3,46	14,2		0,43	1,85	14,9		15,8	60	3,68	0,003	0,0028	2,51	0,0011		0,415	0,77	0,91	0,744	0,84	0,0005	0,0034	0,037	0,047	17,1	44,49	0
Memento	2008 / 10	3,34	2,01		0,04	2,02	6,2	0,06	15,4	66	2,4	0,006	0,0002	1,29	0,0007		0,654	0,324	0,31	0,0632	1,1	0,011	0,0016	0,018	0,04	43,4	47,34	0
Memento blok L	2008 / 10	3,78	10,4		0,32	1,14			7,5	12	1,23	0,002	0,0002	0,946			0,041	0,919	0,22	1,19	0,48	0,004	0,0056	0,005	0,039	2,1	20,27	0
Memento blok P	2008 / 10	3,8	11,2		0,13	1,4			9	10	2,18	0,002		0,912	0,0006	0,002	0,071	0,697	0,22	1,59	0,68	0,004	0,0033	0,01	0,056	5,3	28,11	0
Březák	2008 / 10	3,88				1,19	14		9	30	3,17		0,0005	1,58	0,0007		0,015	0,466	0,34	0,363	0,53		0,0024	0,016	0,069	0,8	26,69	0
Kyjovské údolí	2008 / 10	4,11	2,88			2,25	21,9		8,7	62	4,49		0,0013	1	0,0012	0,003	0,006	0,463	0,36	0,46	1,27		0,0023	0,02	0,041	2,6	35,78	0
Na potokách	2008 / 10	6,33	4,22			7,75	49,8		19,1	74				14,1			0,002	3,6	6,96	0,007	6,68		0,007	0,129	0,004	0,6	7,71	0

**Tabulka výsledků laboratorních analýz průsakových vod z r. 2009:**

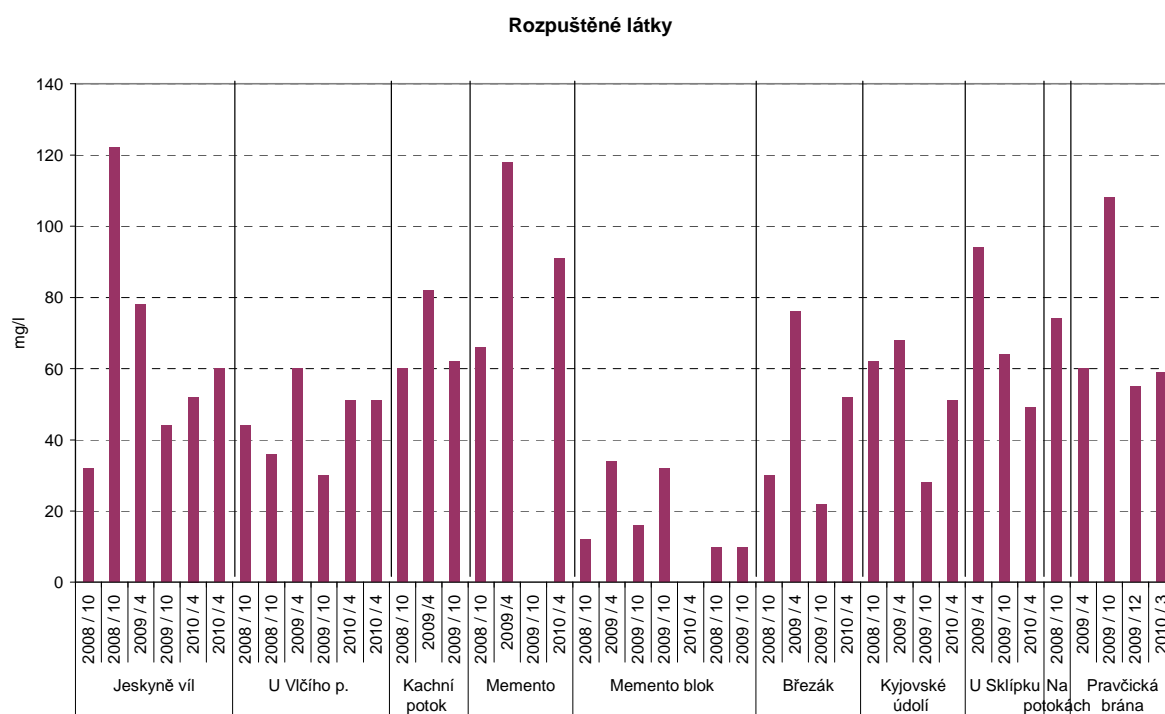
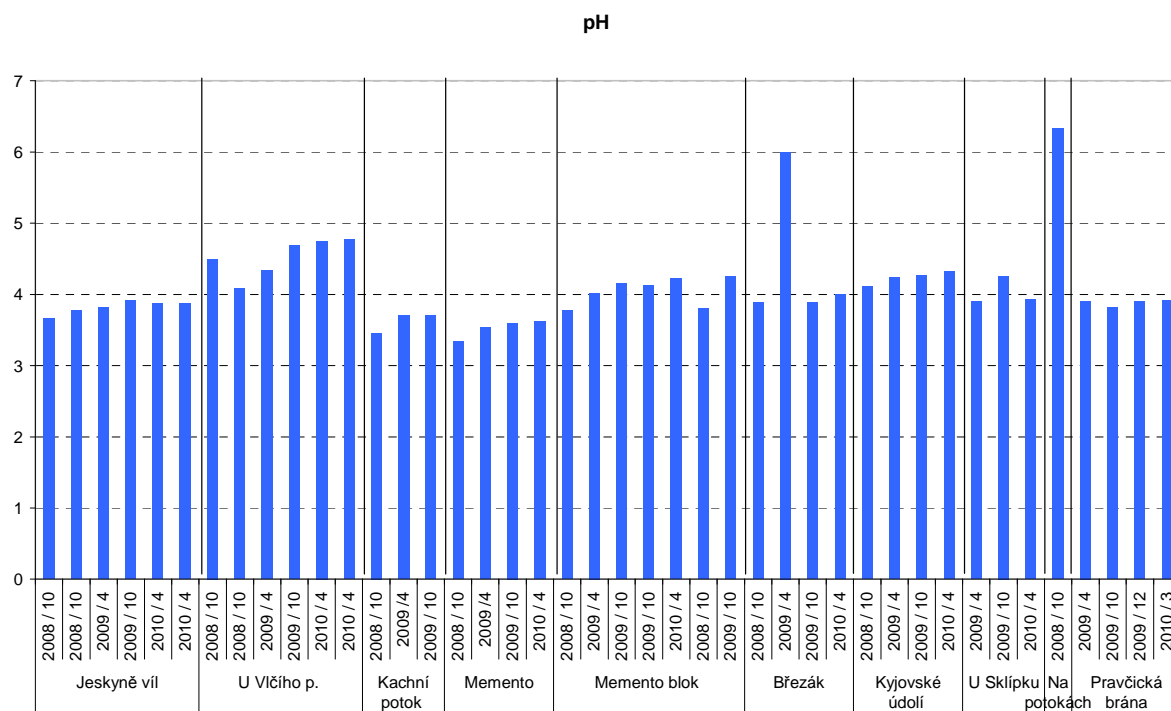
Lokalita	odběr	pH	NO3	F	PO4	Cl	SO4	NH4	uS	RL	Al	As	Be	Ca	Cd	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	Pb	Rb	Sr	Zn	CHSK Mn	CO2 celk	hydrogenuhl.
Jeskyně víl	2009 / 4	3,82				1,88	17,8		10	78	2,34	0,0014	0,00073	2,09	0,00064		0,152	0,497	0,781	0,203	1,17	0,0249	0,00363	0,0181	0,0249	11,4	25,27	0
Jeskyně víl	2009 / 10	3,92	9,48	0,243		2,07	6,86		10	44	2,61	0,0014	0,00066	1,92	0,00055		0,283	0,306	0,506	0,157	0,842	0,0051	0,00224	0,017	0,0335	21,6	27,02	0
U Vlčího p.	2009 / 4	4,34				2,1	28,3		9,77	60	2,36	0,0006	0,0243	7,31	0,00285	0,0022		0,959	0,792	0,994	0,892		0,00672	0,0368	0,0646		18,29	0
U Vlčího p.	2009 / 10	4,69	2,47	0,212		1,87	36,8		10,1	30	1,65	0,0004	0,017	9,18	0,00234	0,0018	0,0023	0,886	0,938	0,754	0,671		0,0068	0,0338	0,053	0,9	14,06	0
Kachní potok	2009 / 4	3,7	9,83	0,222	0,538	1,67	11,1		11,4	82	2,96	0,003	0,00187	0,42	0,00062	0,0012	0,476	0,52	0,447	0,381	0,681	0,0028	0,00335	0,0214	0,0272	25,5	31,57	0
Kachní potok	2009 / 10	3,7	13,3	0,235	0,346	1,28	6,59		14,4	62	3,08	0,0025	0,00177	1,92	0,00078	0,001	0,379	0,538	0,679	0,513	0,6	0,0037	0,0029	0,0272	0,0351	22,3	34,82	0
Memento	2009 / 4	3,53	5,21		0,044	2,08	7,43		13,4	118	2,3	0,0046	0,00021	1,17	0,00064		0,479	0,27	0,287	0,0566	0,986	0,0103	0,0019	0,0161	0,0334	40	36,1	0
Memento	2009 / 10	3,6	4,03			1,69			13,5		2,13	0,0055	0,00015	0,998	0,00049		0,59	0,223	0,242	0,0526	0,807	0,0089	0,00139	0,0147	0,0325	52,8	35,28	0
Memento blok L	2009 / 4	4,02	8,29						5,21	34	0,823	0,0031	0,00011	0,614	0,0001	0,001	0,0452	0,426	0,154	0,507	0,263	0,0025	0,0037	0,00302	0,0146	2,5	12,45	0
Memento blok L	2009 / 10	4,15	8,99		0,342				5,68	16	1,12	0,0019	0,00012	0,795	0,00021		0,0312	0,592	0,204	0,992	0,209	0,0027	0,00492	0,00407	0,0279	3,5	15,39	0
Memento blok L(b)	2009 / 10	4,13	12,8		0,267				6,54	32	1,14	0,0028	0,00013	0,684	0,00018	0,0016	0,162	0,615	0,142	0,967	0,249	0,0019	0,0065	0,00401	0,0341	9,2	15,19	0
Memento blok P	2009 / 10	4,25	3,94		0,152				4,51	10	0,957	0,0023	0,00005	0,406	0,00024	0,0013	0,0683	0,302	0,102	0,659	0,245	0,0021	0,0019	0,00394	0,0217	5,6	12,24	0
Březák	2009 / 4	6	2,81			1,68	9,56		7,81	76	2,36	0,0014	0,00015	0,764	0,00049		0,384	0,154	0,254	0,209	0,78	0,0034	0,0011	0,011	0,0322	16	23,24	0
Březák	2009 / 10	3,88				1,22			8,01	22	2,38	0,0036	0,00011	0,537	0,0004		0,605	0,123	0,181	0,126	0,605	0,0052	0,00102	0,00809	0,025	41,2	27,62	0

Kyjovské údolí	2009 / 4	4,24	3,29	0,244		2,58	20,5		8,32	68	4,51	0,0005	0,00078	0,68	0,001	0,0024		0,285	0,328	0,434	1,2	0,0002	0,00186	0,0178	0,0402	2,6	29,26	0
Kyjovské údolí	2009 / 10	4,27	2,48			1,71	12,6		7,84	28	3,76	0,0005	0,00087	0,748	0,00108	0,0025	0,0079	0,335	0,297	0,404	0,942	0,00014	0,00212	0,0154	0,0369	2,9	25,68	0
U Sklípku	2009 / 4	3,9		0,286	0,299	2,82	22,1		10,5	94	3,54	0,0011	0,00106	1,39	0,0008	0,002	0,119	0,378	0,394	1,89	0,922		0,00268	0,0219	0,0625	6,7	29,74	0
U Sklípku	2009 / 10	4,26		0,214	0,128	2,29	19,8		9,87	64	3,37	0,0011	0,00091	2,47	0,00074	0,0016	0,0592	0,348	1,16	1,28	0,912		0,00228	0,0287	0,052	6,6	24,85	0
Pravčická brána	2009 / 4	3,91	7,8	0,206	0,588	1,23	5,5	0,388	7,54	60	1,46	0,0133	0,00016	0,993	0,0004	0,0036	0,165	0,632	0,217	0,0152	0,502	0,0067	0,00331	0,0148	0,0525	7,8	18,56	0
Pravčická brána	2009 / 10	3,82	46,1	0,855	0,29	5,38	24,9	2,73	25,8	108	10,1	0,0069	0,00056	3,94	0,00181	0,0075	0,134	2,01	1,36	0,0828	3,85	0,00101	0,00737	0,0346	0,0538	9,6	65,85	0

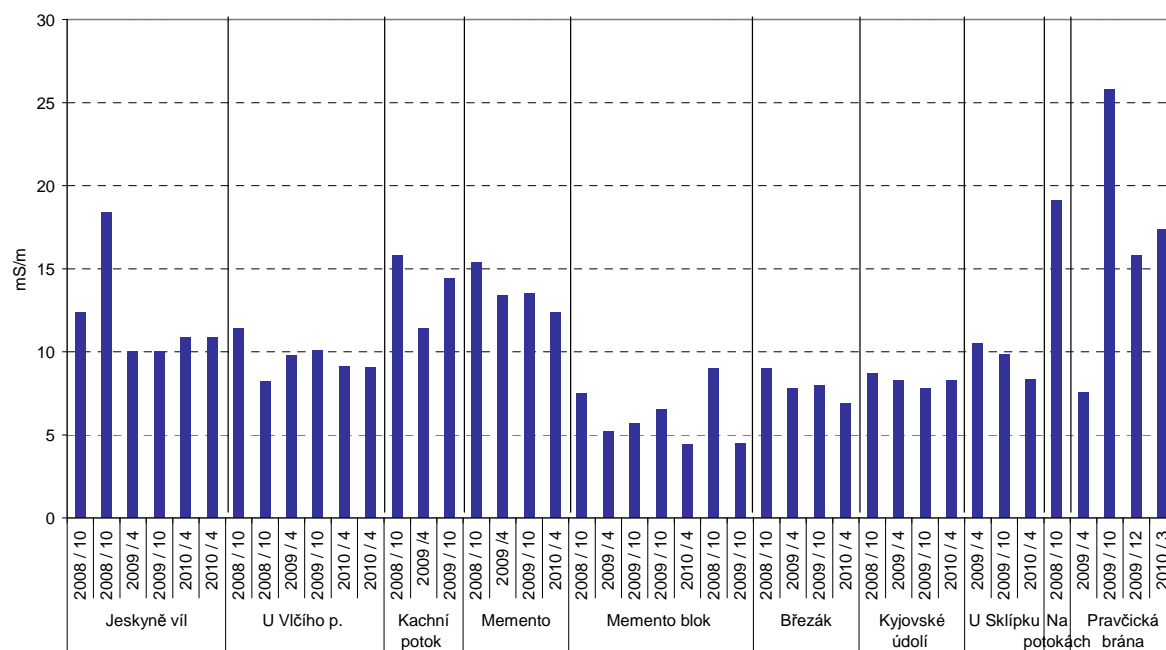
**Tabulka výsledků laboratorních analýz průsakových vod z r. 2010:**

Lokalita	odběr	pH	NO3	F	PO4	Cl	SO4	NH4	uS	RL	Al	As	Be	Ca	Cd	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	Pb	Rb	Sr	Zn	CHSK Mn	CO2 celk	hydrogenuhl.
Jeskyně víl 1	2010 / 4	3,87	7,29			1,74	17		10,9	52	2,39	0,0008	0,00055	2,12	0,00047	0,001	0,185	0,492	0,684	0,183	1	0,00651	0,00434	0,0234	0,0295	10	24,9	0
Jeskyně víl 2	2010 / 4	3,87	9,96			1,69	16,9		10,9	60	2,41	0,0008	0,00057	2,05	0,00046		0,189	0,483	0,68	0,183	0,997	0,00639	0,00432	0,0235	0,029	9,7	25,2	0
U Vlčího p. 1	2010 / 4	4,75	2,14	0,224		1,96	35,9		9,12	51	1,95	0,0004	0,018	7,01	0,00215	0,0026		0,828	0,7	0,909	0,816		0,00763	0,0411	0,0588		15	1,8
U Vlčího p. 2	2010 / 4	4,77	2,33			1,58	34,7		9,05	51	1,45		0,00737	7,7	0,0011	0,0014		0,787	0,935	0,534	0,69	0,00008	0,00649	0,0367	0,0317		13,5	2
Memento	2010 / 4	3,62	7,73		0,047	1,78	12,2		12,4	91	2,17	0,0037	0,0016	1,04	0,00048	0,001	0,466	0,245	0,267	0,0526	0,915	0,00999	0,00284	0,0213	0,0393	30,4	34	0
Memento blok L	2010 / 4	4,22	7,23		0,419				4,46		0,694	0,0018	0,00005	0,428	0,0001	0,0011	0,0276	0,337	0,11	0,643	0,21	0,00213	0,00404	0,00379	0,0177	1,31	10,6	0
Březák	2010 / 4	4	2,76			1,02	7,41		6,93	52	1,86	0,001	0,0001	0,524	0,00026		0,392	0,126	0,197	0,106	0,71	0,00314	0,00122	0,0108	0,0265	13	20,3	0
Kyjovské údolí	2010 / 4	4,32				1,83			8,31	51	4		0,00052	0,575	0,00072	0,0024	0,0047	0,243	0,295	0,369	1,16		0,00205	0,0206	0,0372	1,93	25,6	0
U Sklípku	2010 / 4	3,93			0,236	1,53	11,6		8,35	49	2,33	0,0013	0,00038	0,467	0,00026	0,0018	0,326	0,194	0,157	0,469	0,766	0,00112	0,00213	0,0134	0,0288	11,2	23,8	0
Pravčická brána	2009 / 12	3,9	22,4	0,552		3,26	25,9	1,87	15,8	55	3,41	0,001	0,00028	4,08	0,00112	0,0033	0,0434	0,787	0,86	0,0501	1,71	0,00228	0,00705	0,0359	0,371	1,47	29,6	0
Pravčická brána	2010 / 3	3,92	27,6	0,534		4,38	25,6	2,24	17,4	59	4,34	0,001	0,00027	3,35	0,00112	0,0031	0,0316	0,925	0,873	0,0828	2,09	0,00266	0,00837	0,0236	0,268	1,21	34,2	0

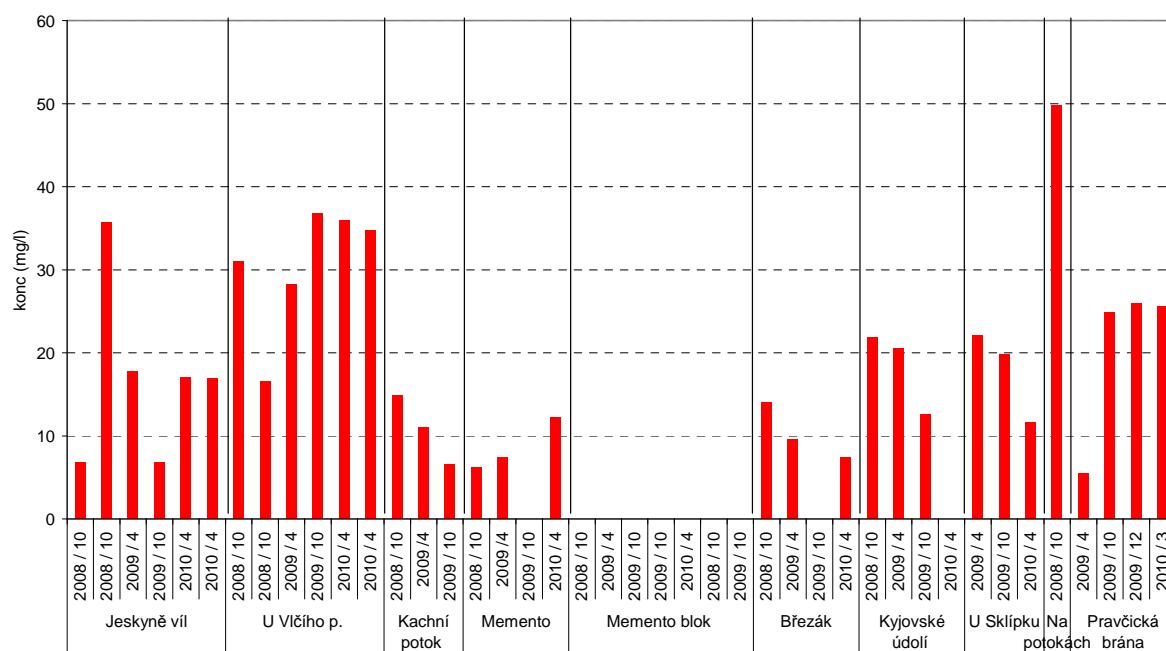
## Příloha č.2



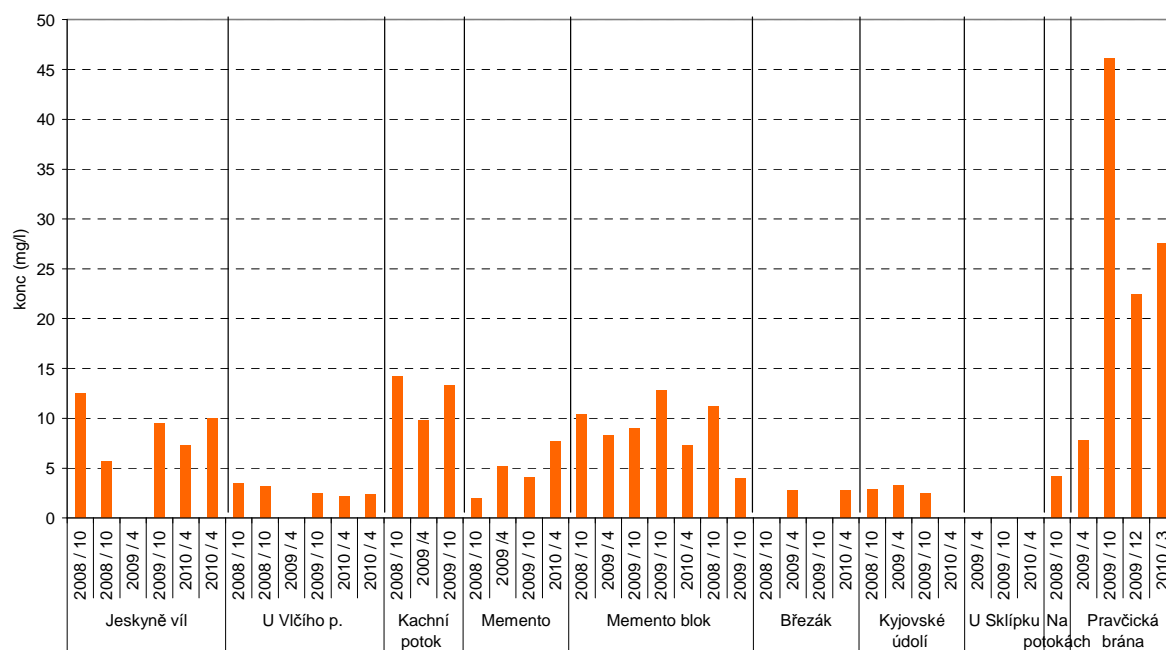
### vodivost



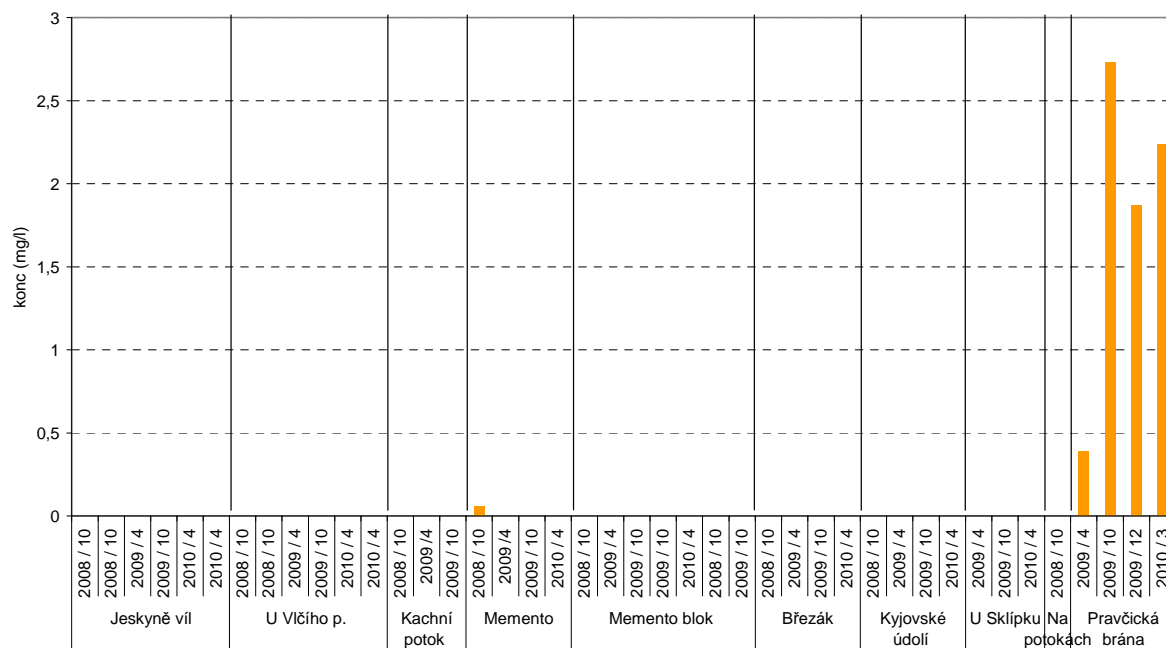
### SO4



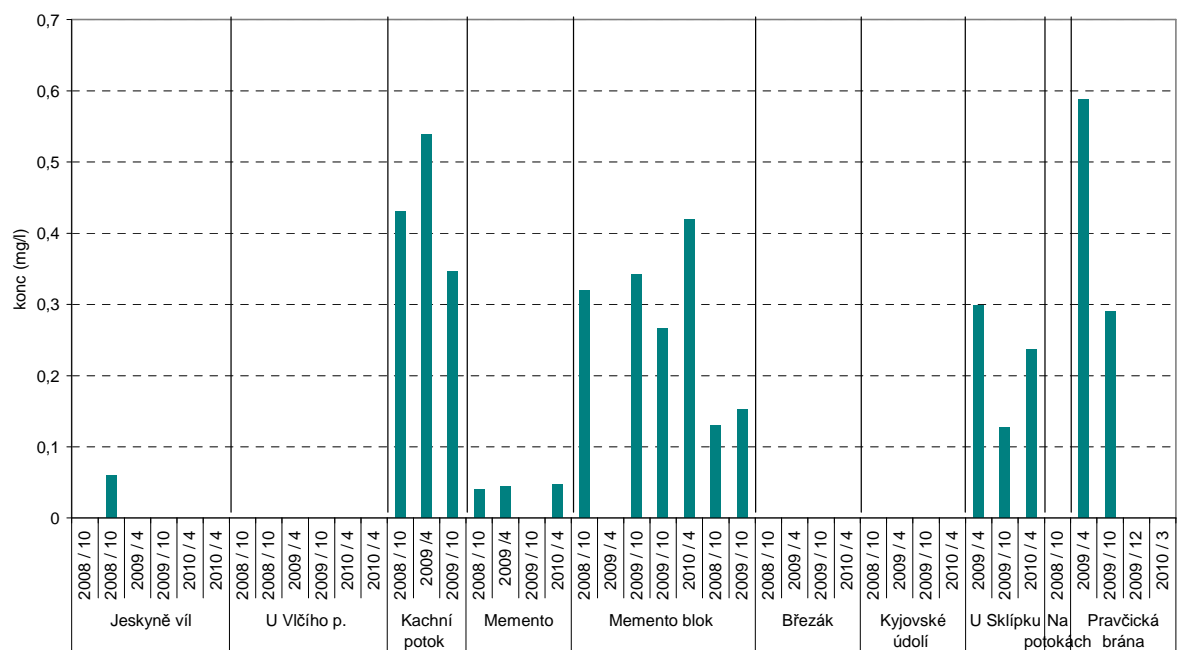
### NO3



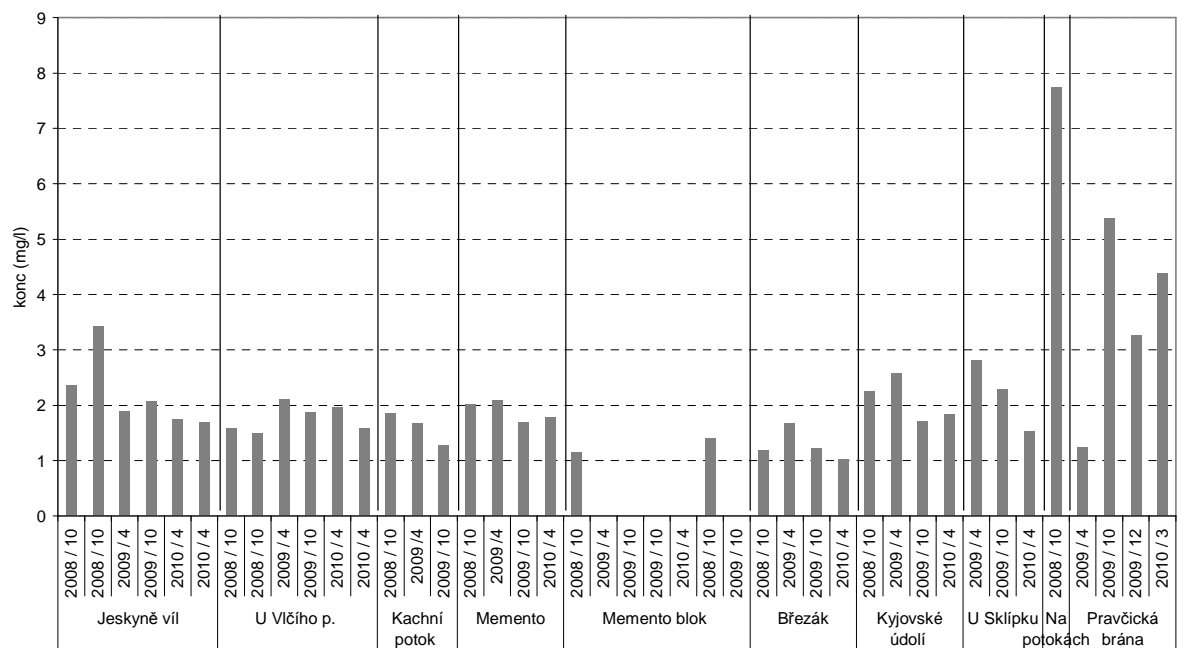
### NH4



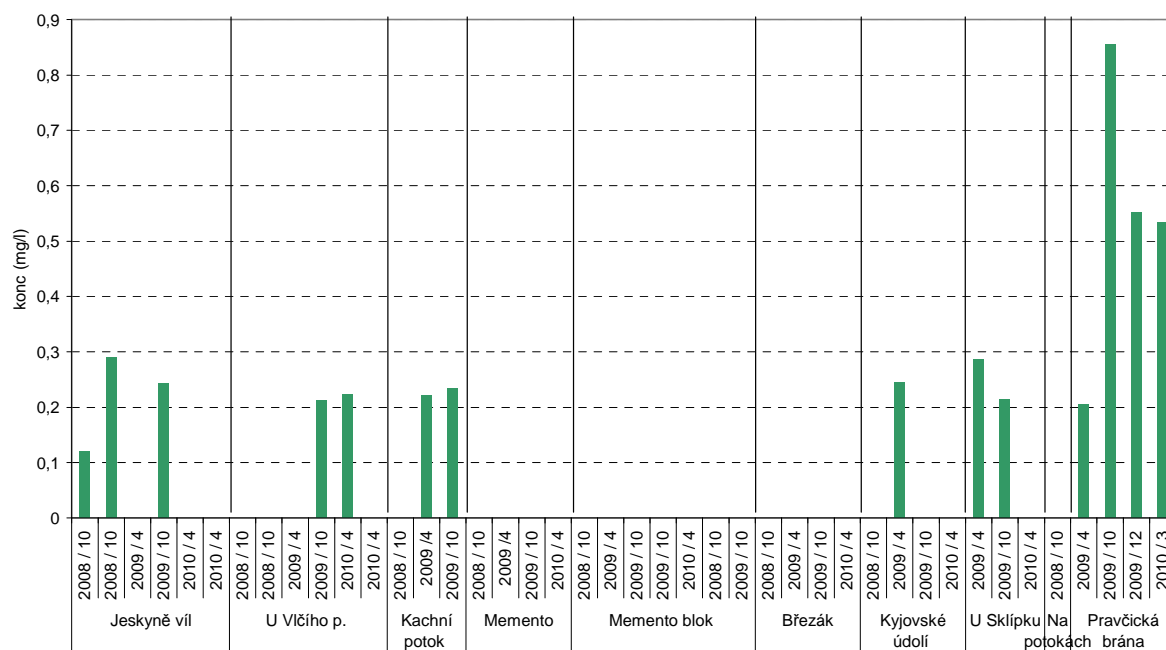
# PO4



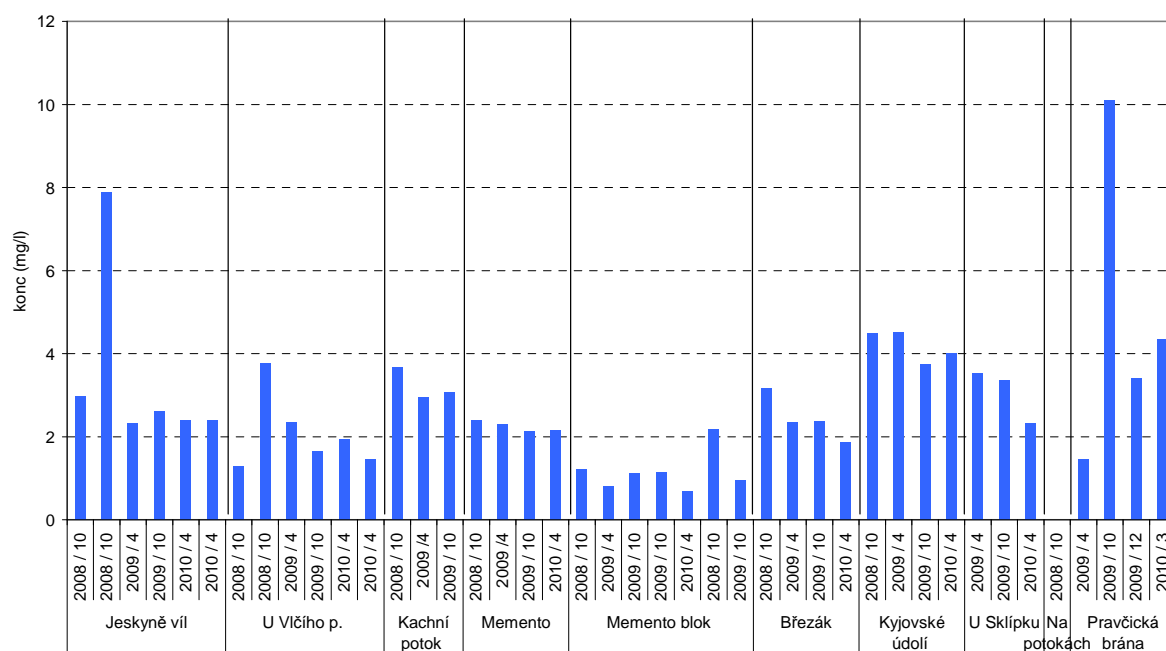
# CI



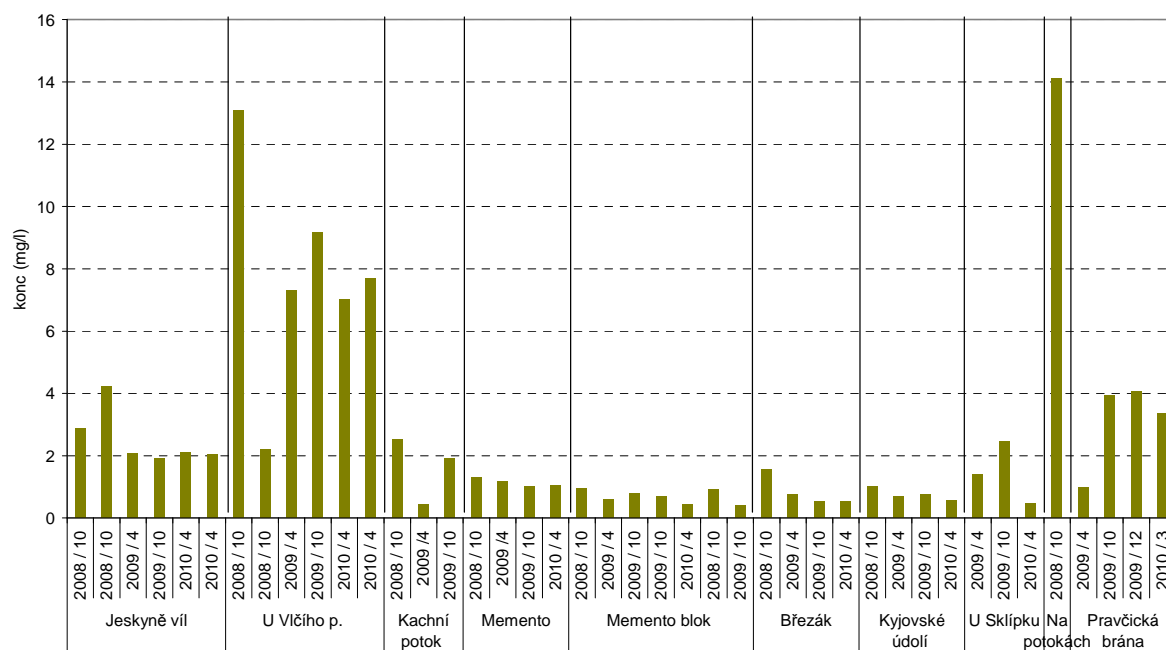
# F



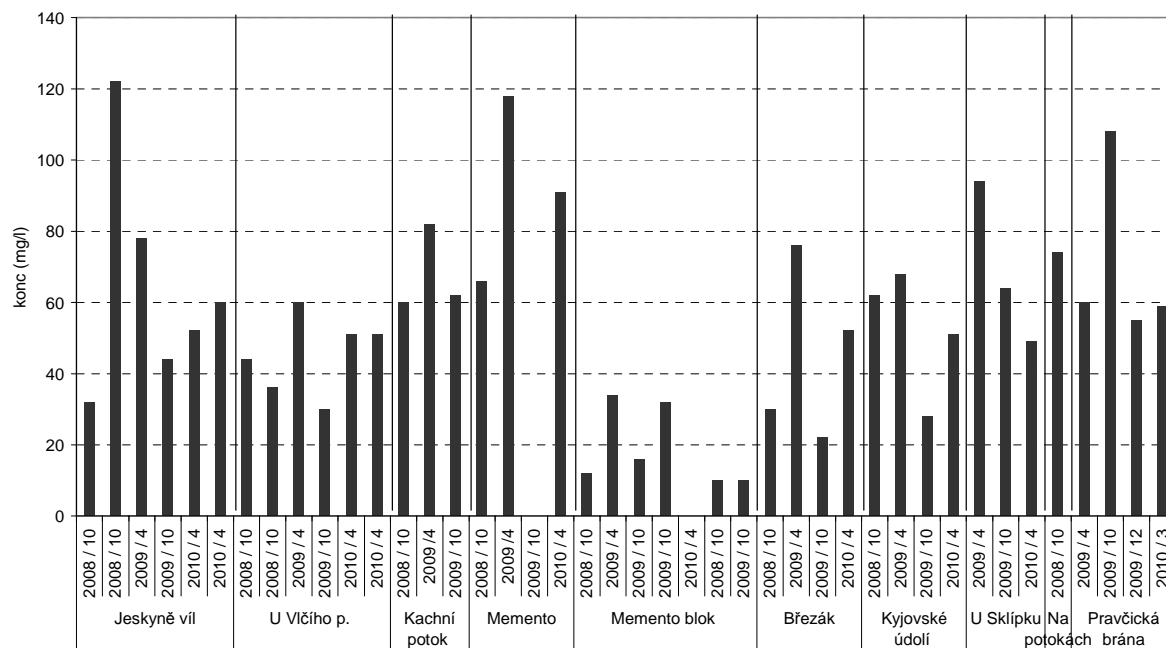
# AI



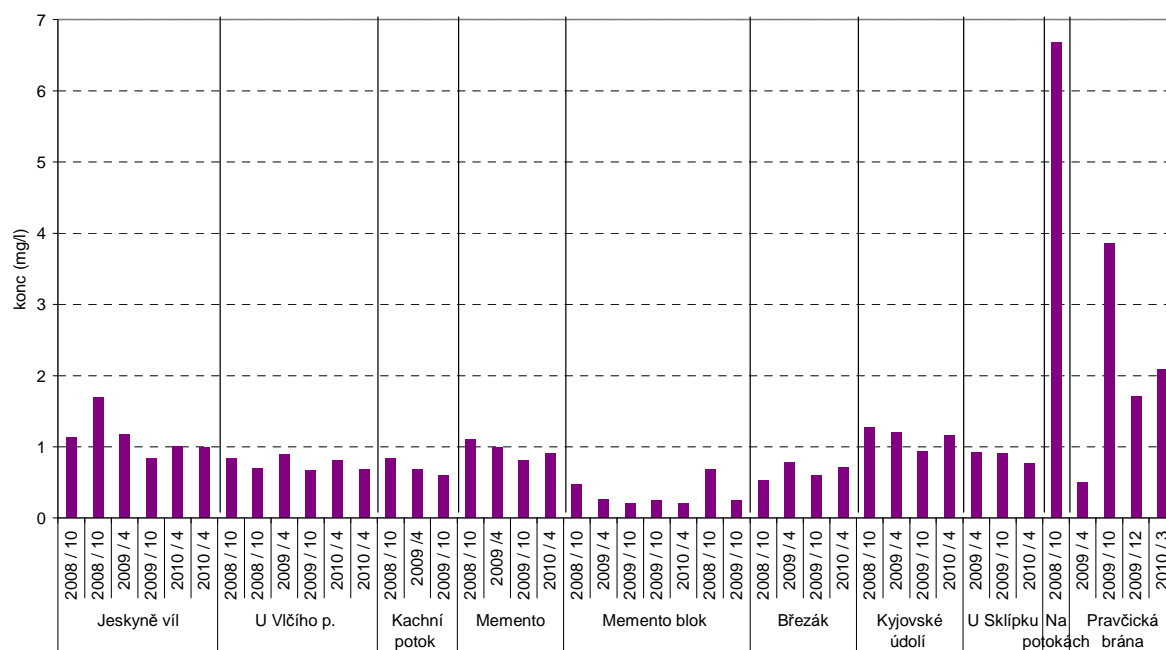
# Ca



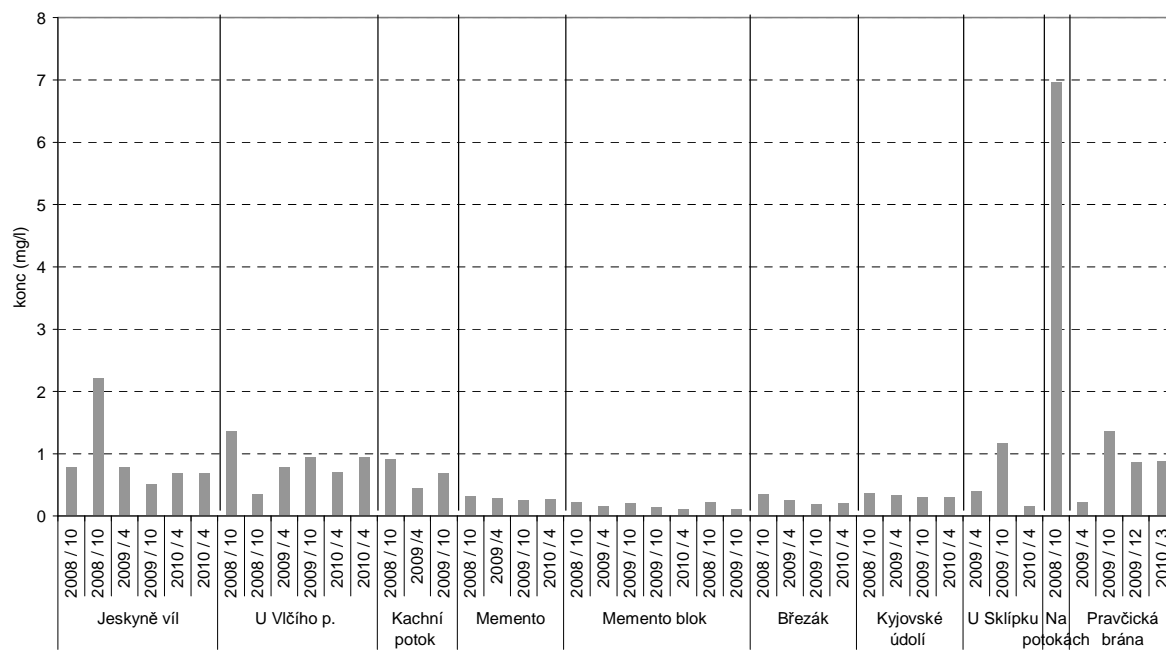
# K



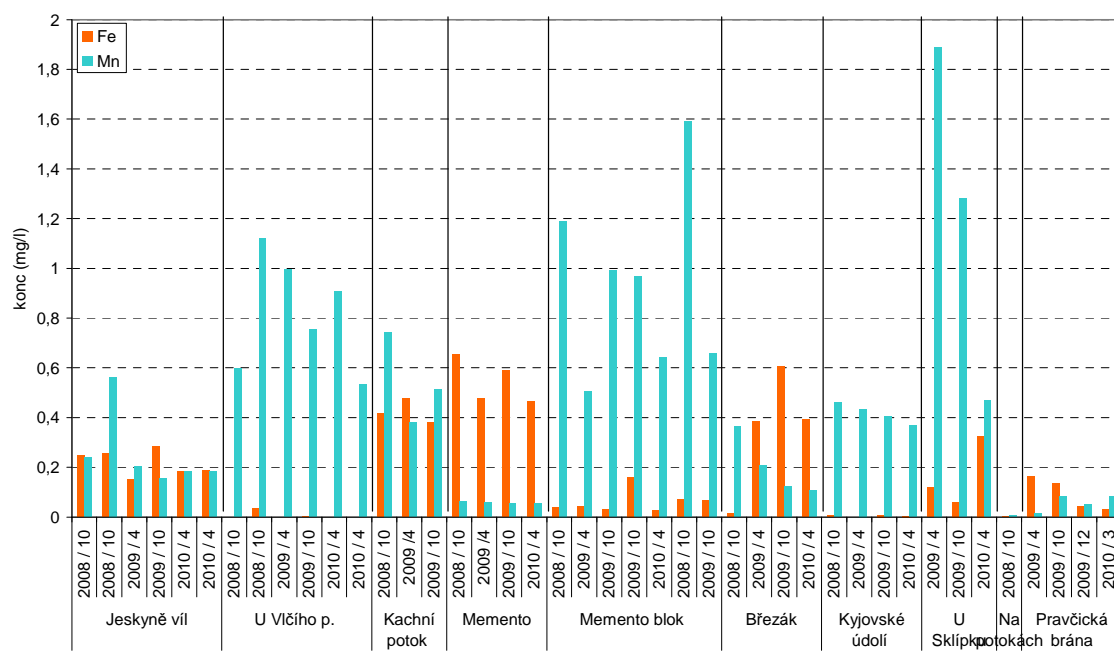
# Na



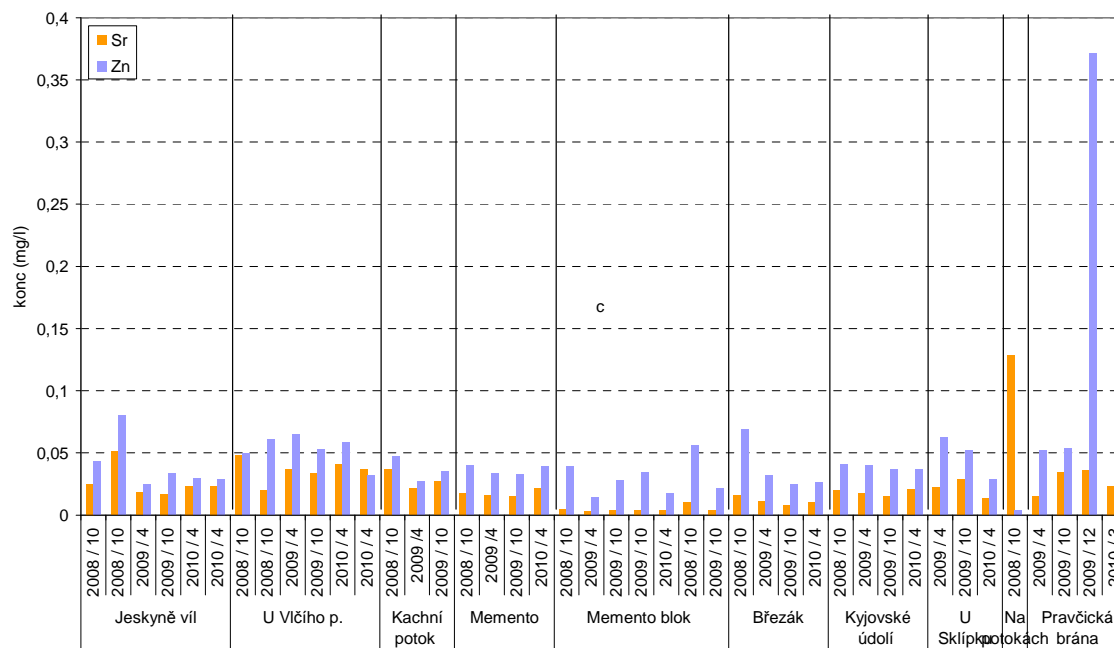
# Mg



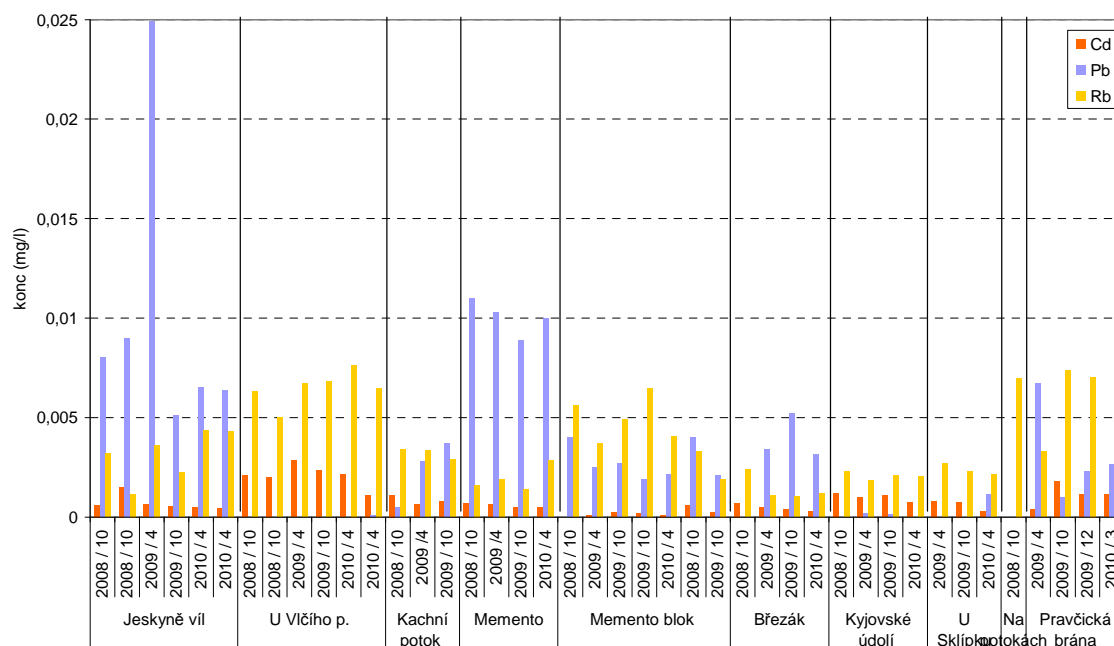
### Fe, Mn



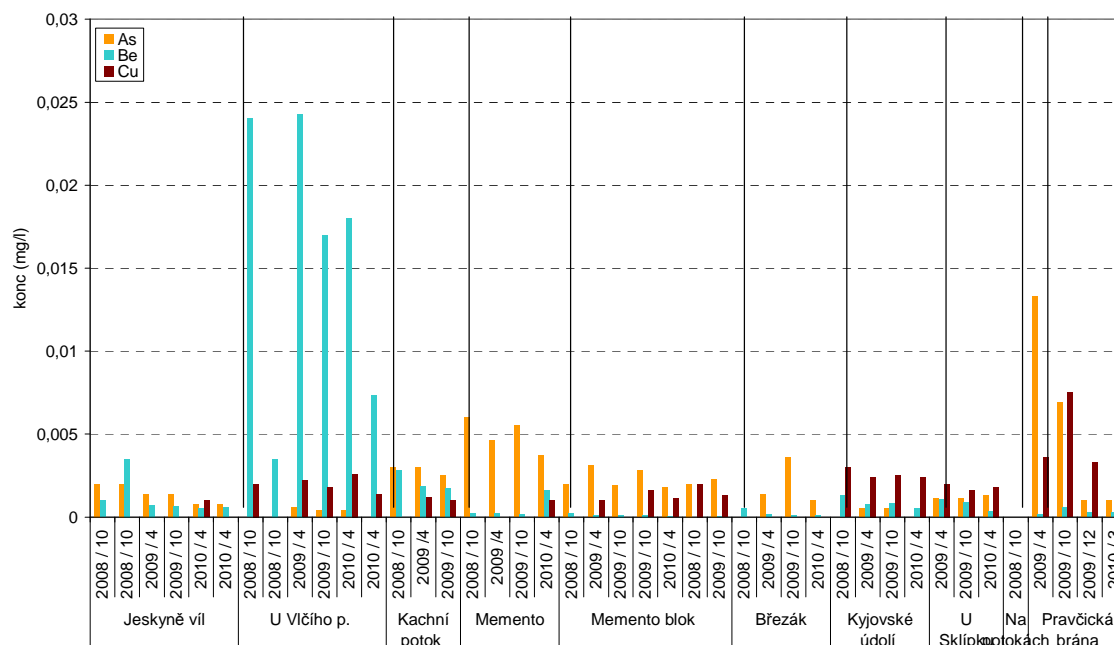
### Sr, Zn



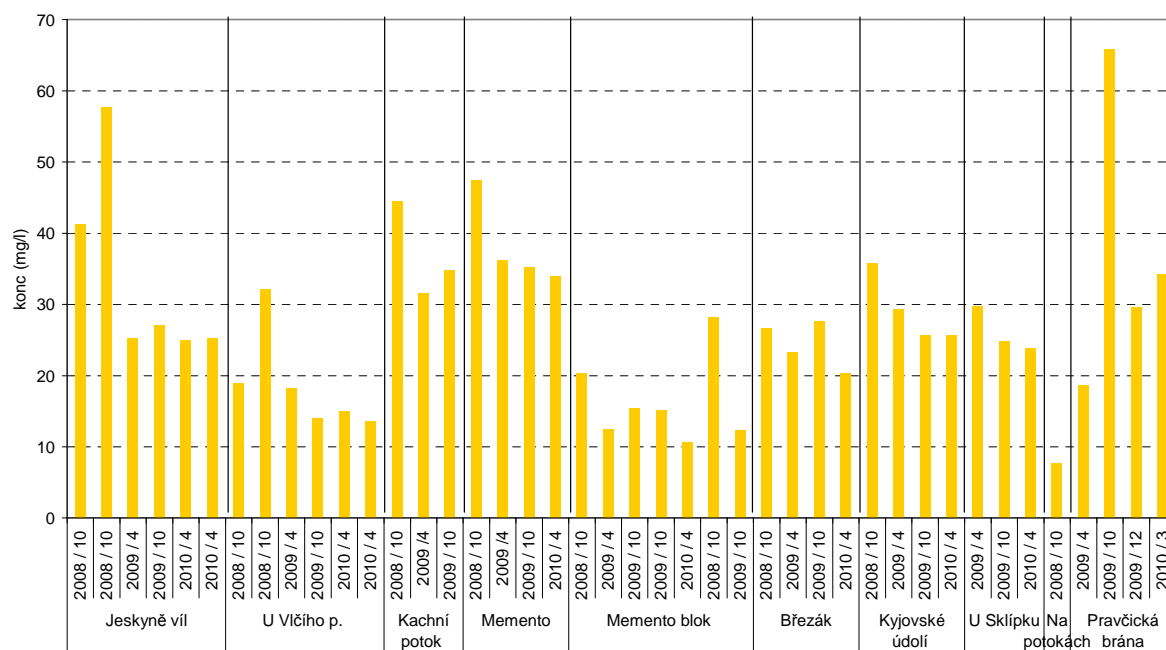
### Cd, Pb, Rb



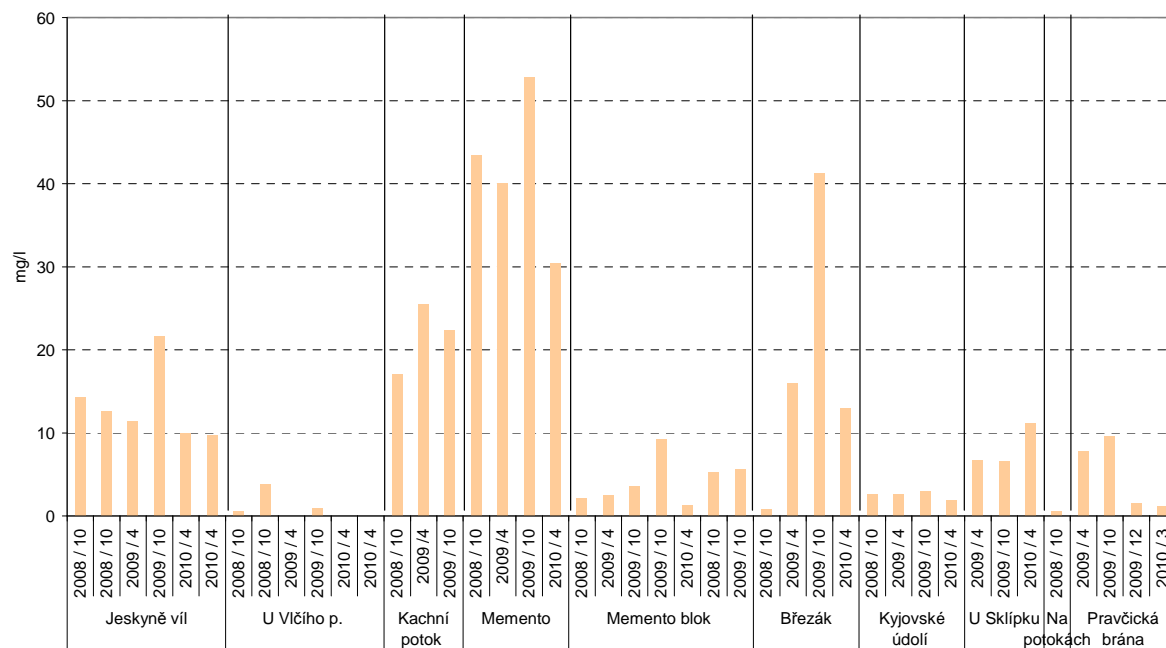
### As, Be, Cu



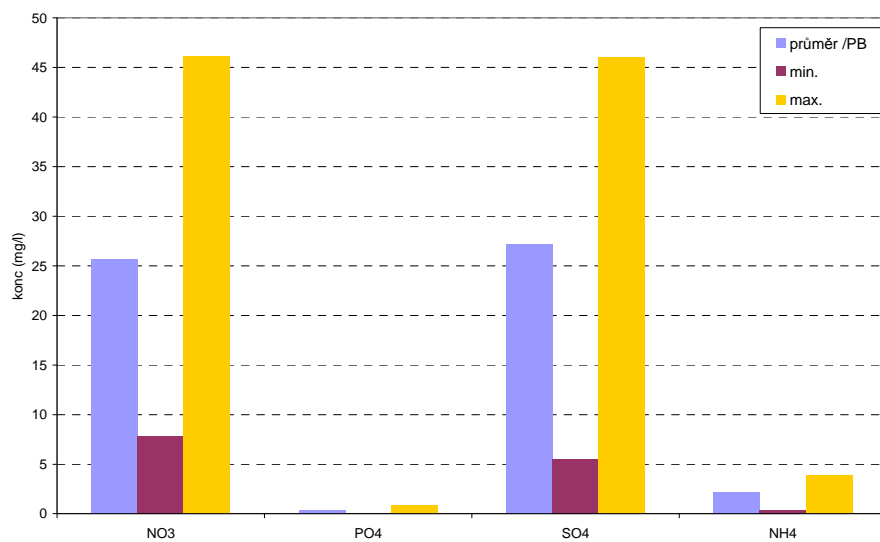
### CO2 celk



### CHSK Mn



Pravčická brána (2004 - 2010)



PB

