

**SANACE CHLOROVANÝCH UHLOVODÍKŮ
REDUKTIVNÍMI TECHNOLOGIEMI
VE ŠPATNĚ PROPUSTNÝCH HORNINÁCH**

RNDr. Jaroslav HRABAL

MEGA a.s., pracoviště Stráž pod Ralskem



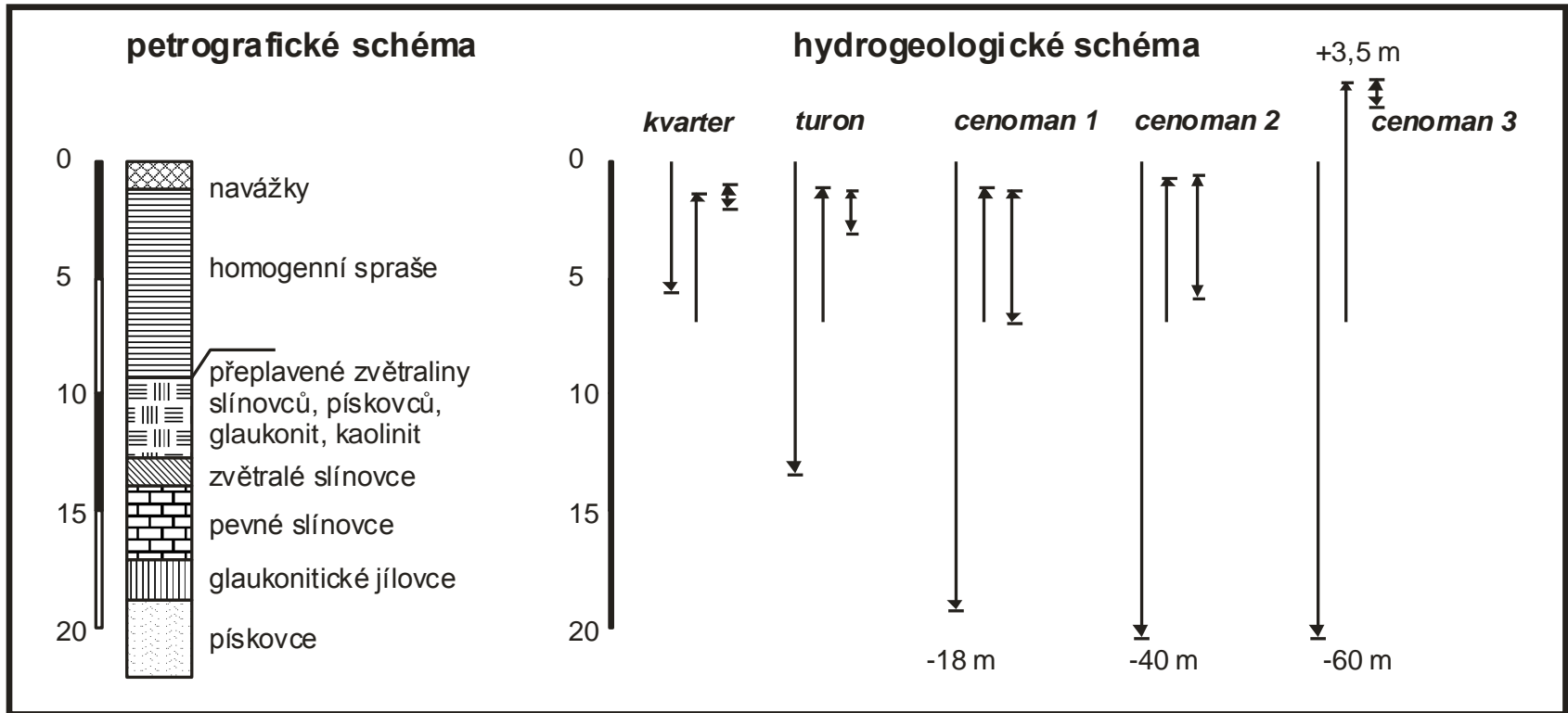
Petrografické schéma lokality

0-2	hnědá hlína
2-5	bledohnědá červenka
5-7	červenka promísená s opukovou prchlicí
7-8	prchlice opuková, trouchem promísená
8-14	prchlice opuková čistá
14-15	prchlice opuková, glaukonitickými úlomky pískovce promísená
15-16	jemnozrný pískovec velmi glaukonitický
16-19	méně glaukonitický pískovec
19-23	šedý pískovec
23-26,3	bílý až žlutavý pískovec
26,3-27,9	pískovec jemnozrný se železitým tmelem
27,9-30,4	měkčí pískovec jemnozrný
30,4-31	tvrdý jemnozrný pískovec
31-32,3	pískovec jemnozrný šedý, měkčí
32,3-38,5	pískovec jemnozrný bílý neb nažloutlý od železitého tmele
38,5-43	tmavošedý jíl perucký
43-45	lupky světlejší
45-49,7	jemnozrný pískovec s hojnými vloženými zrnky kyzu železného
49,7-52	měkčí pískovec hrubozrný se slabými žilkami uhlí
52	slepenec



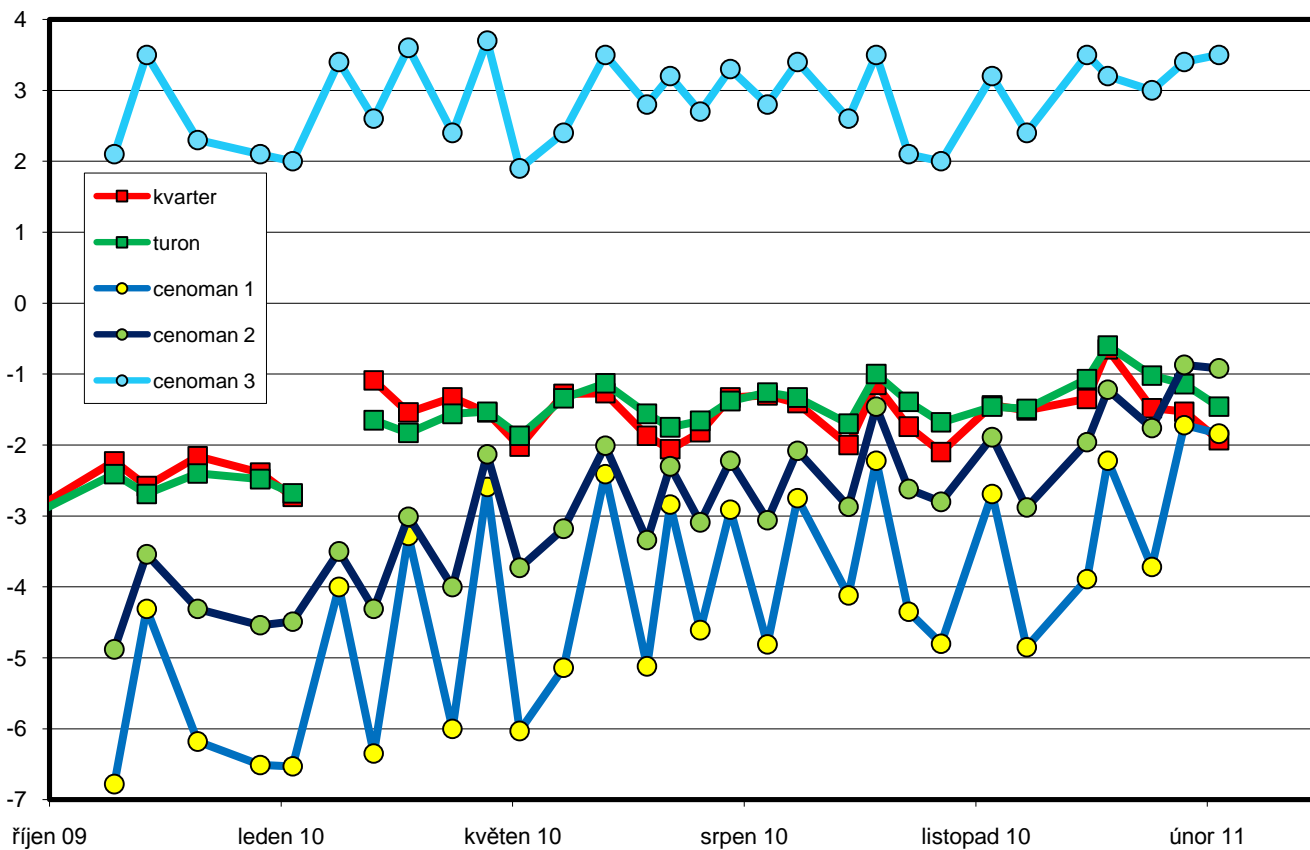
popis A. Slavík 1891

Hydrogeologické schéma lokality

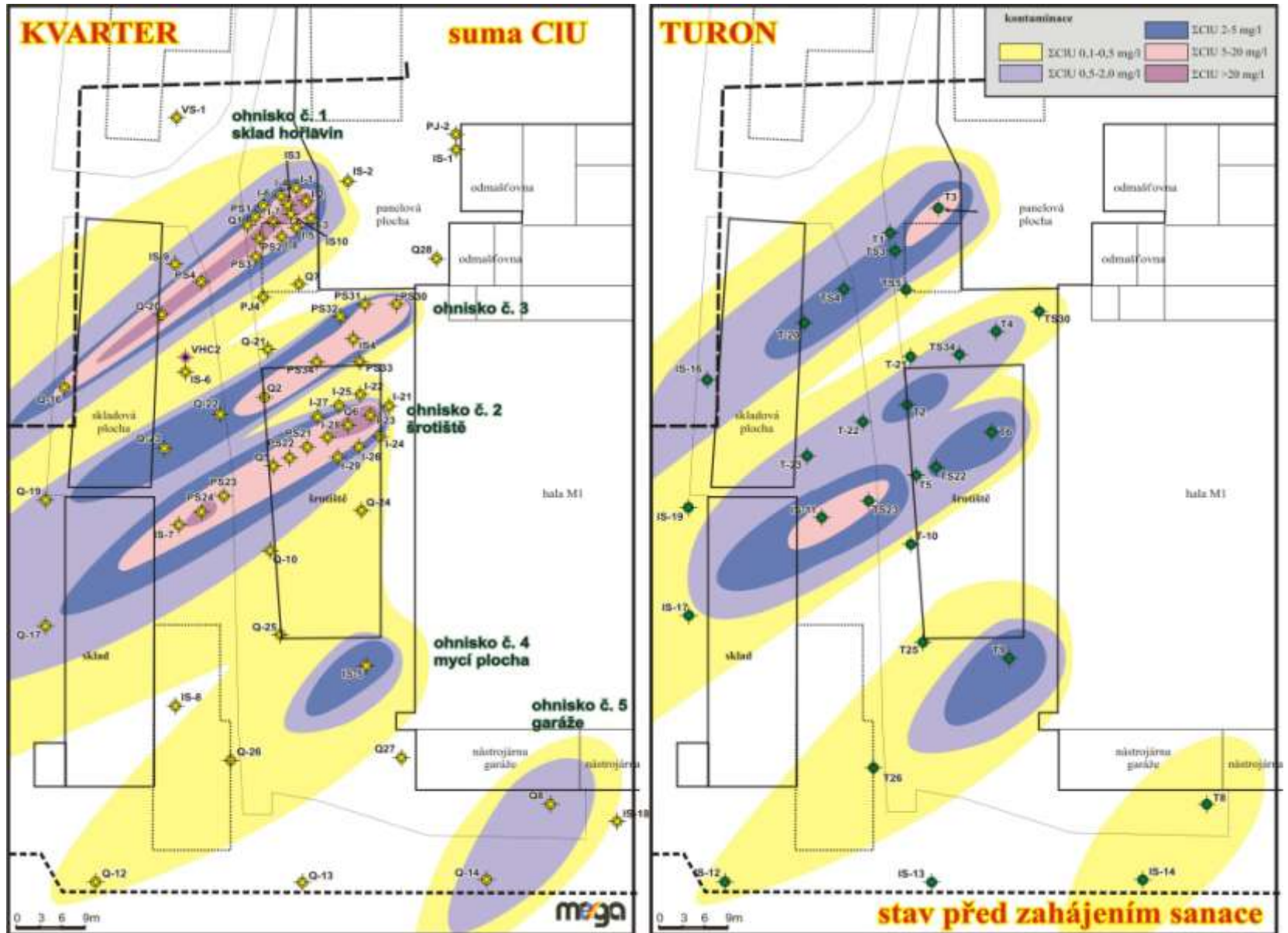


43 – 50 m p.t. prachovce až jílovce
65 m p.t. perm

Kolísání hladiny podzemních vod



Prostorový popis kontaminace



Technické aspekty aplikace reagentů

LABORATORNÍ EXPERIMENTY

- vytipování vhodných činidel
- návrh aplikačních koncentrací (NZVI 3,5 kg/ m³, laktát 8 kg/m³ sanovaného prostoru)

PILOTNÍ EXPERIMENTY

- ověření 3 postupů aplikace
 - injektážní vrty
 - přímé vtláčení odspodu k povrchu (vytahování aplikační jehly)
 - přímé vtláčení odshora dolů (zatlačení aplikační jehly)

Při zatlačení do úzkoprofilových injektážních vrtů docházelo k nekontrolovaným výronům média na povrch již při nízkých tlacích, bylo nutno snížit tlak a tím se neúměrně prodloužila doba aplikace s vynucenými přestávkami, zatlačeno cca 100 l/vrt a den.

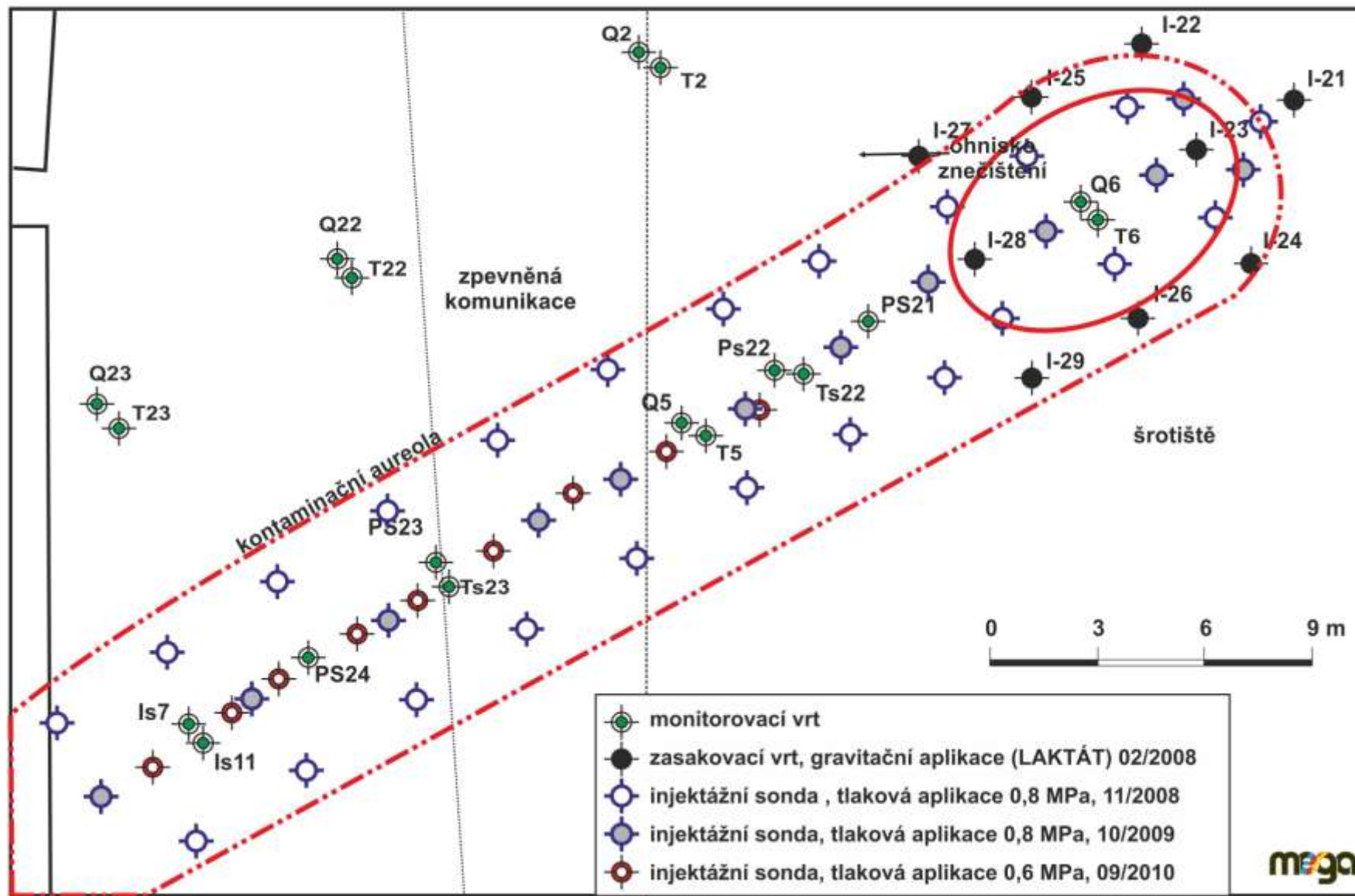
Úspěšně odzkoušena metoda přímého vtláčení upravenou penetrační soupravou, injektováno 1000 l/vrt za cca 2 hod.

Aplikační sondy ukončeny vždy minimálně 1 m nad bází kvarteru

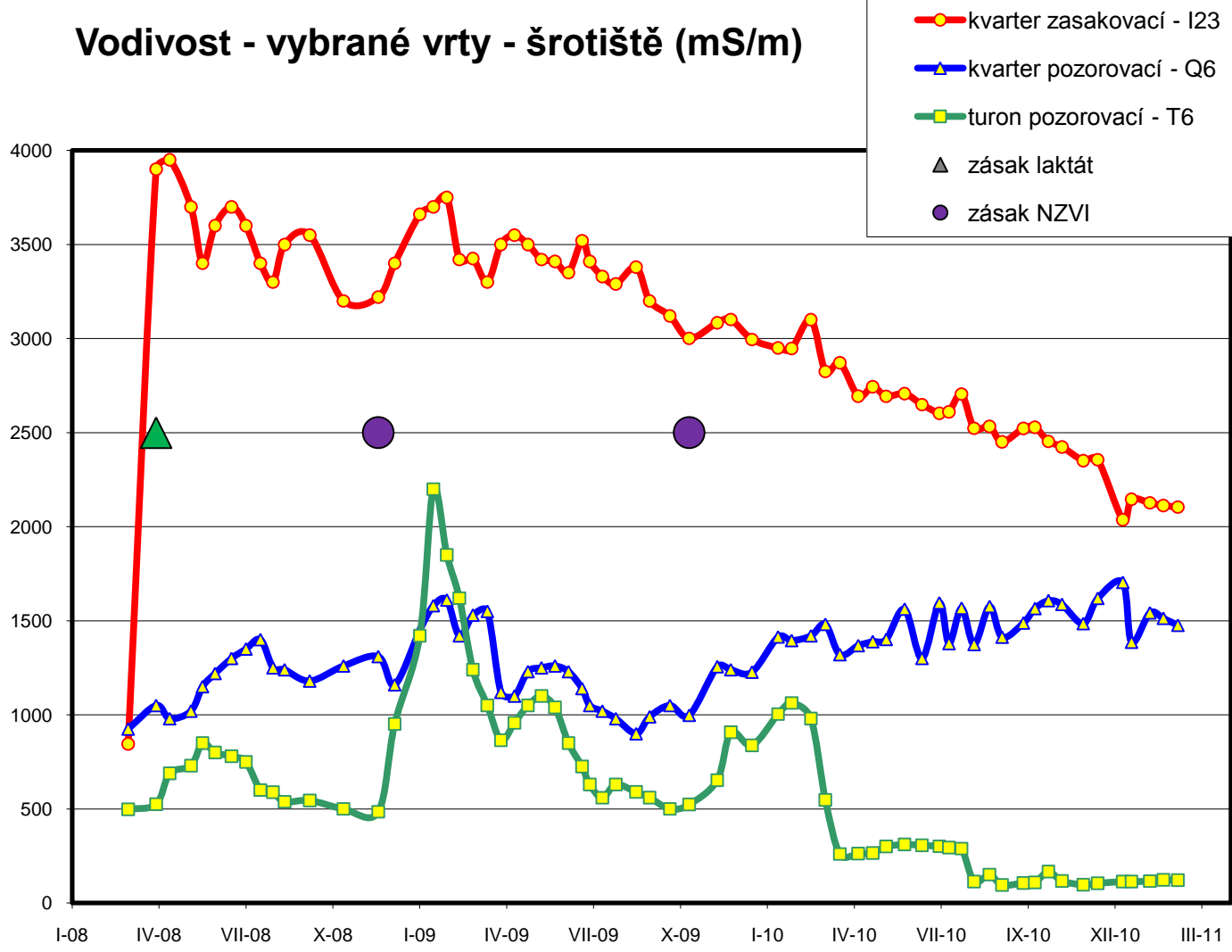
Aplikace potravinářského mléčnanu sodného (ohnisko šrotiště, celkem 1,1 t).

Aplikace nano Fe ve čtyřech etapách (celkem 2,5 t suspenze).

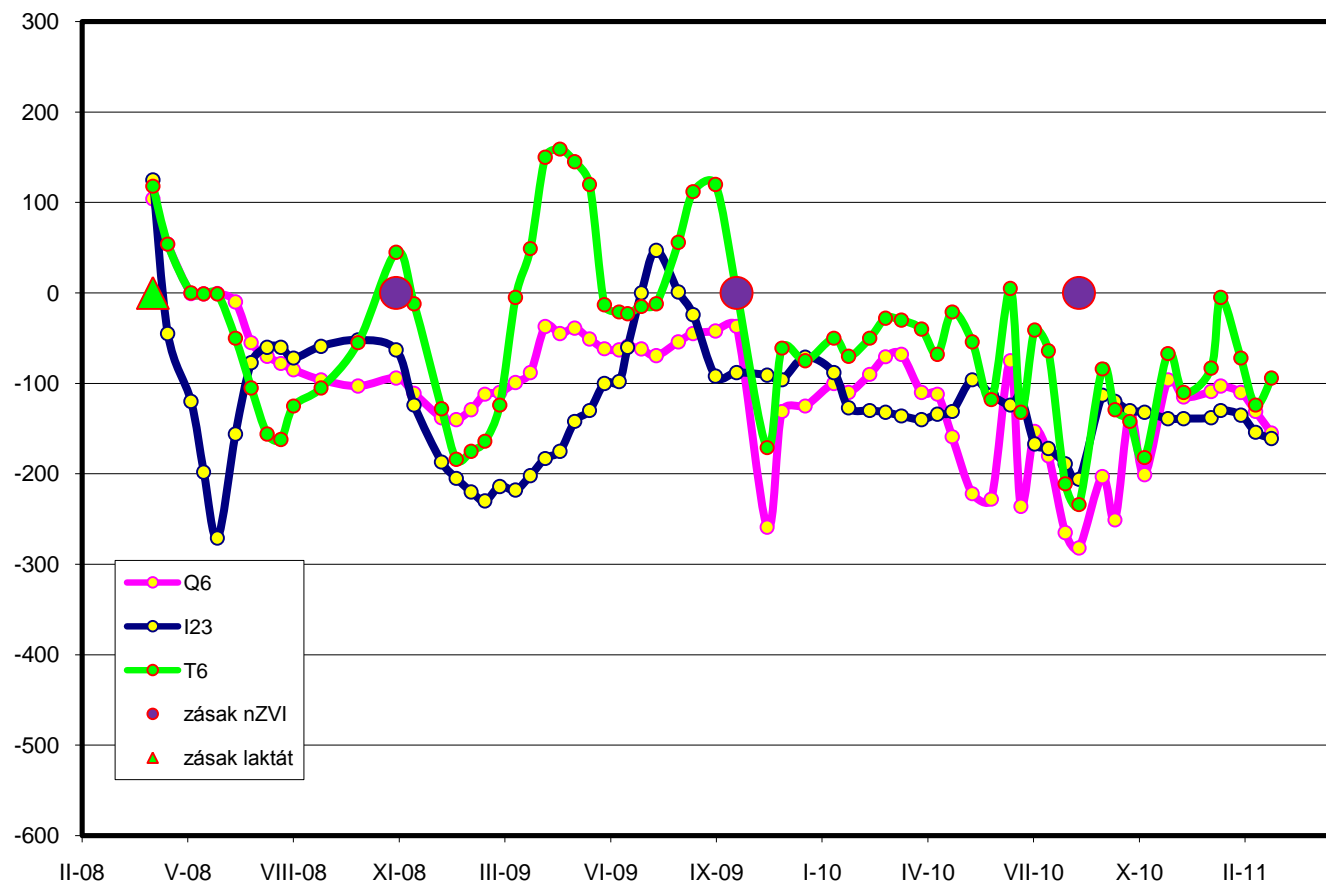
Ohnisko ŠROTIŠTĚ - systém aplikace reagentů v prostoru



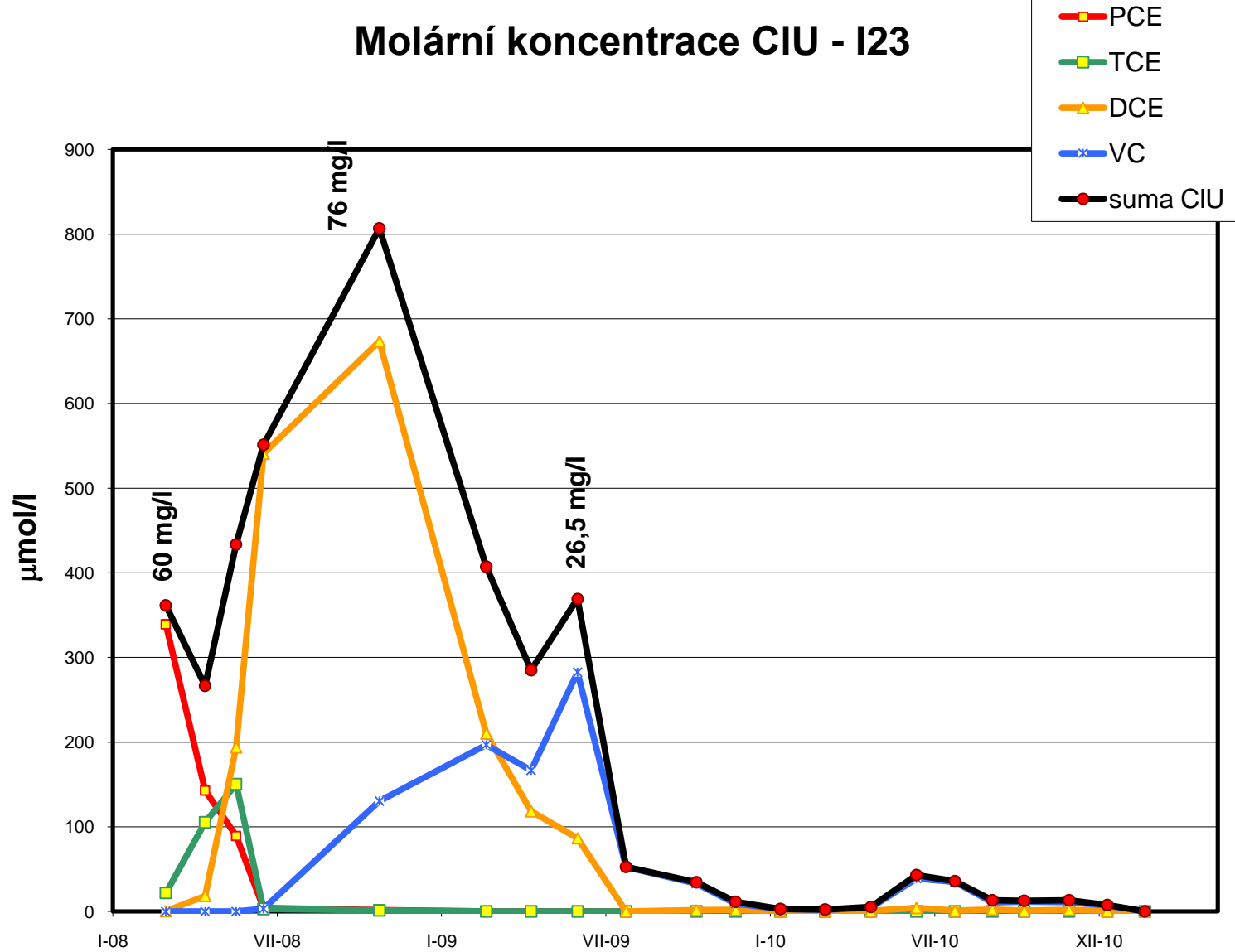
Vodivost - vybrané vrty - šrotiště (mS/m)

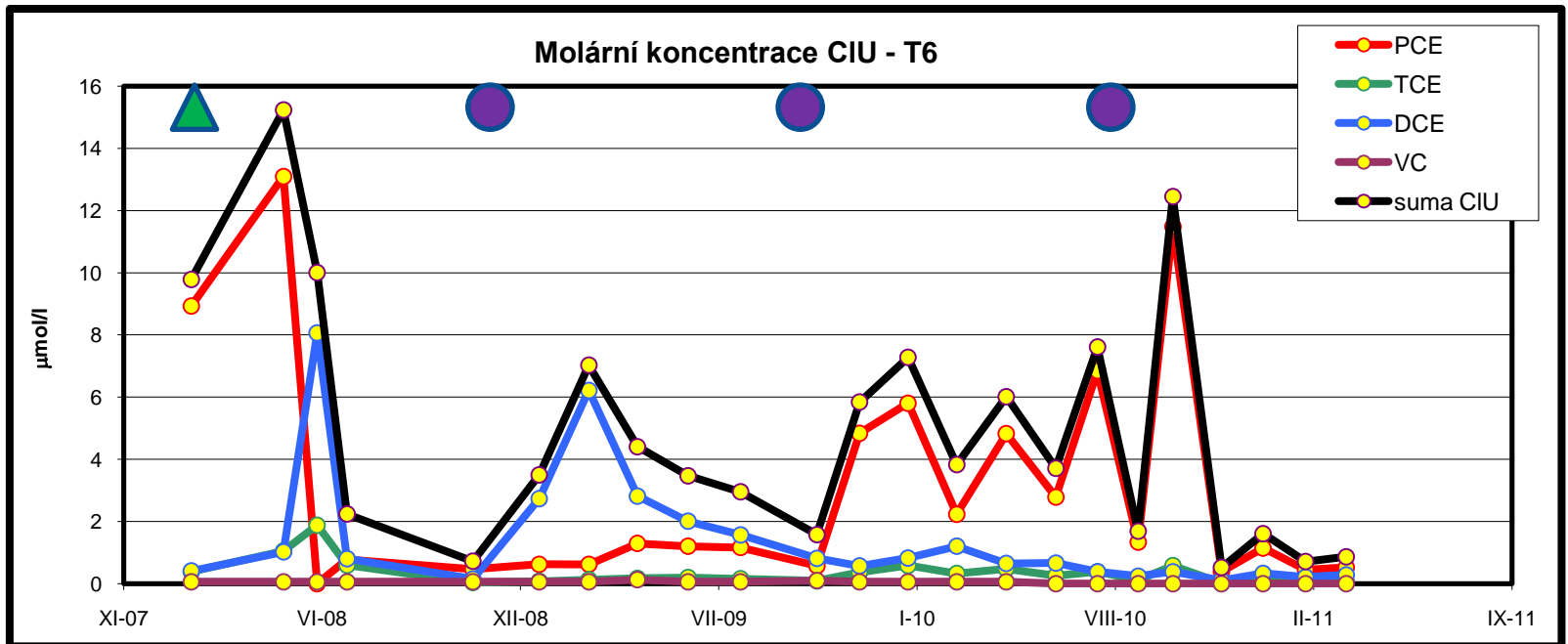
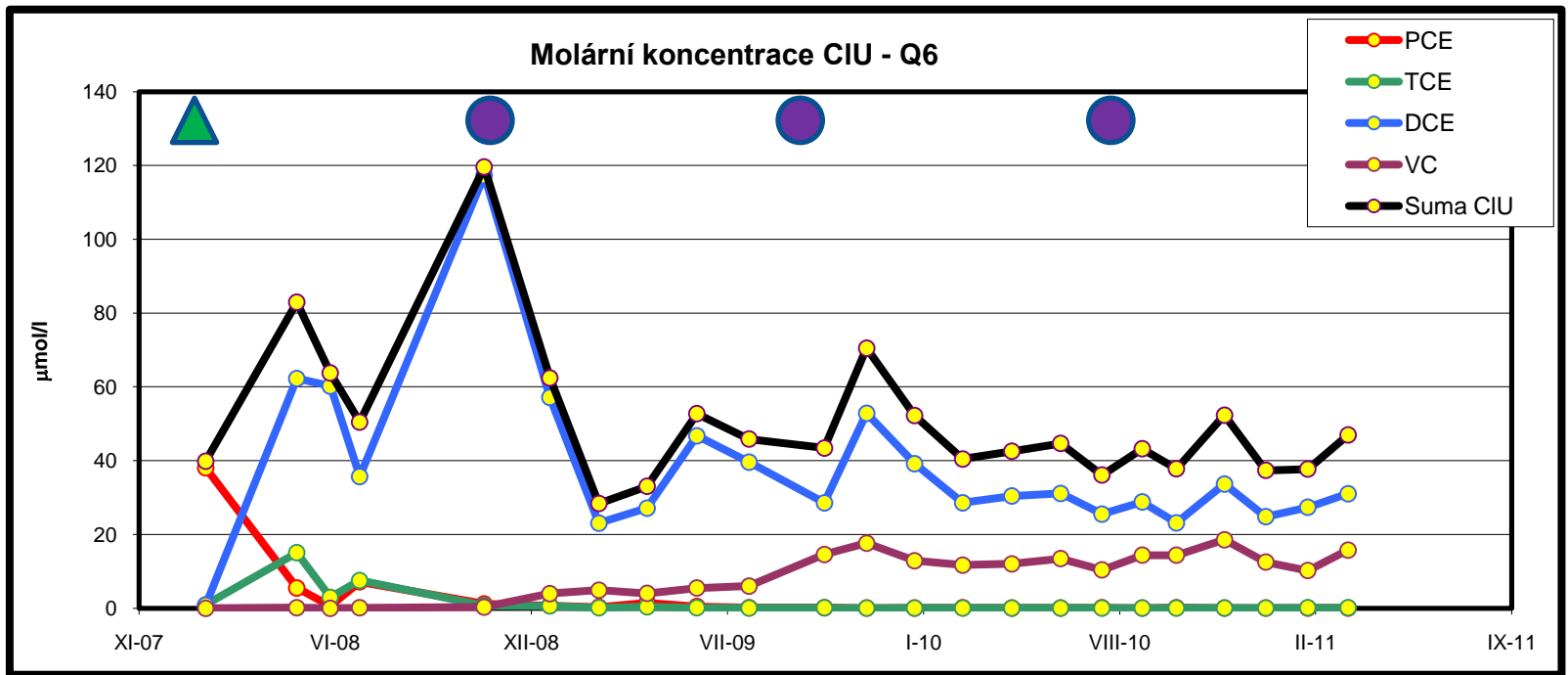


Eh (mV) vybrané vrty - šrotiště

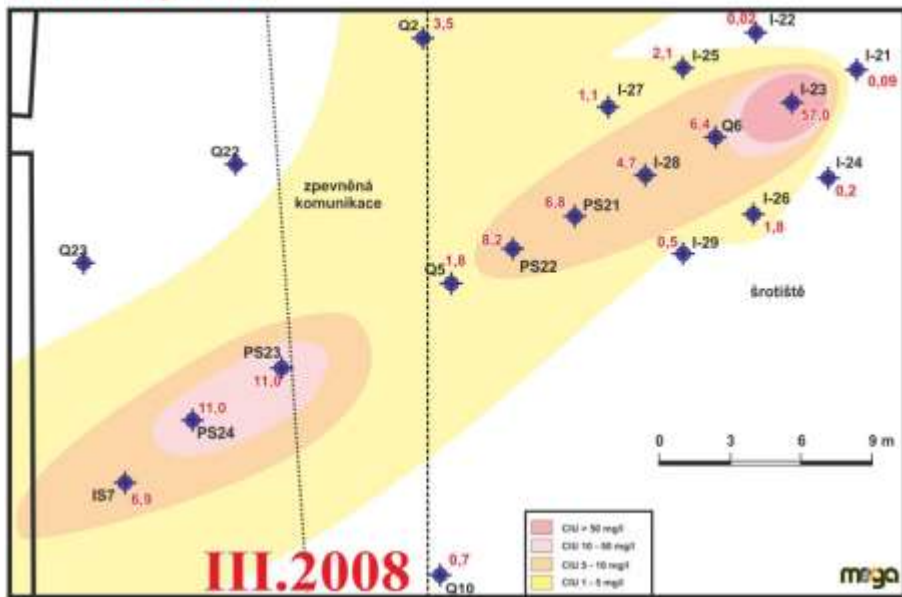


Molární koncentrace CIU - I23



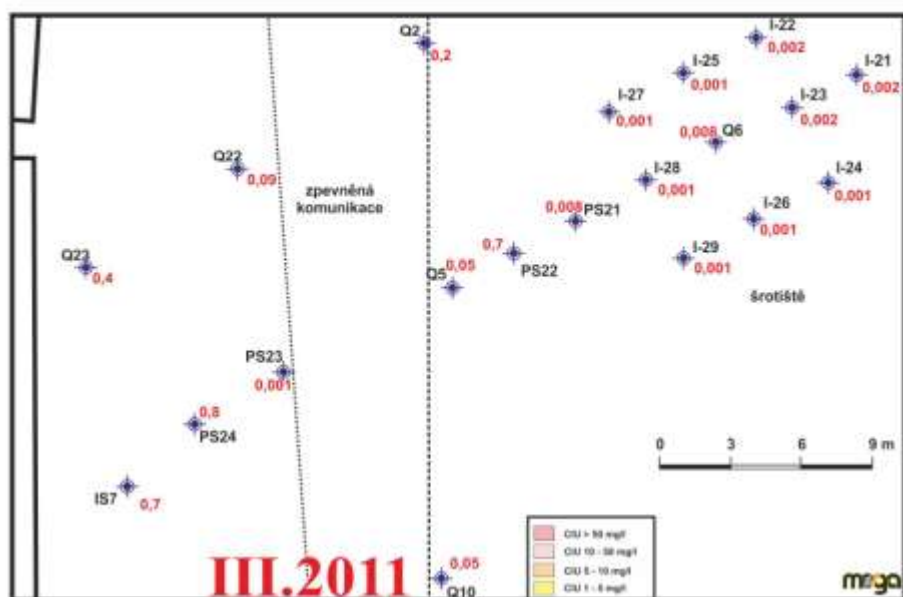


Šrotiště, PCE



III.2008

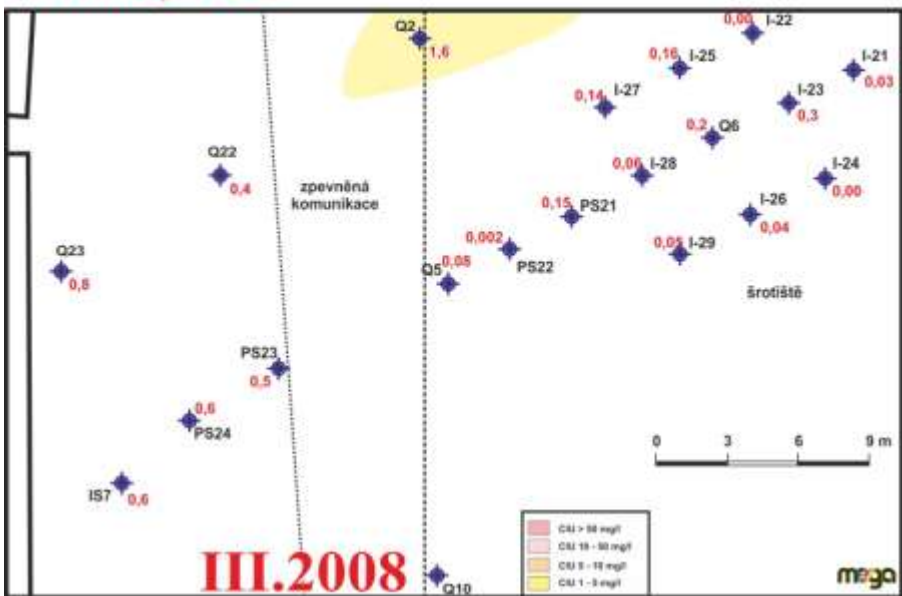
meqa



III.2011

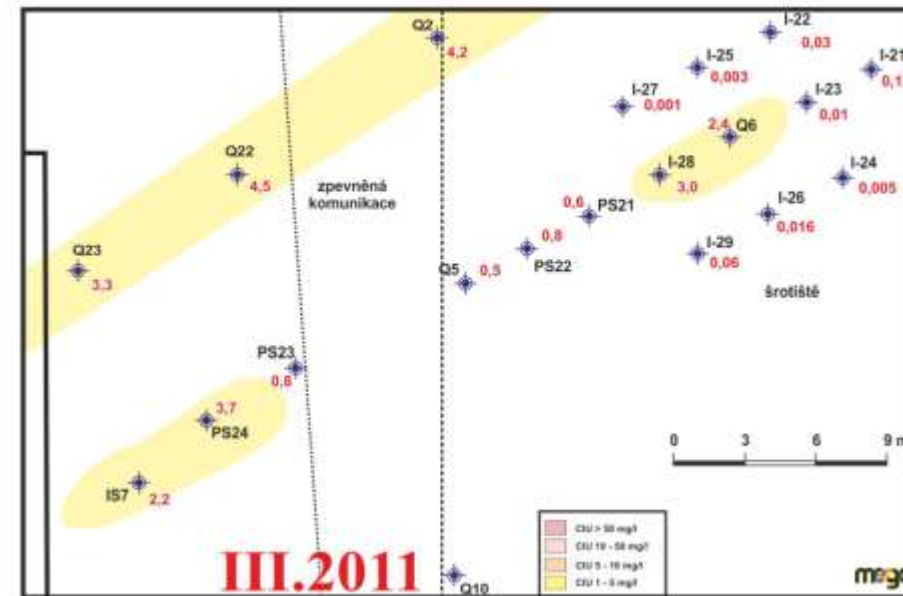
meqa

Šrotiště, DCE



III.2008

meqa



III.2011

meqa

Aspekty kontaminace CIU ve slabě propustných horninách

Základní omyl - chlorované uhlovodíky nemigrují !!!!

- Pro CIU v podstatě neexistuje geochemická bariéra – šíří se i nepropustnými sedimenty
- Vertikální migrace převažuje nad horizontální
 - může docházet k závažným kontaminacím hlubších horizontů
- Přirozená atenuace nefunguje
 - nízká propustnost omezuje ředění kontaminace přitékající podzemní vodou
 - vysoký podíl jílových minerálů generuje značnou sorpční kapacitu hornin
 - ✓ migrace je pomalá, ale jistá

Základní předpoklady úspěchu nasazení in situ sanace

- Podrobná znalost petrografie je nezbytnou nutností pro aplikaci in-situ technologií
- Velmi důležitá je podrobná znalost širších geologických a hydrogeologických poměrů lokality
- Ohniska kontaminace jsou ostře ohraničena – nutný velmi podrobný průzkum
- Dostatečně dimenzovaný monitorovací systém a doprovodný monitoring
- Nutnost respektování geochemických charakteristik horninového prostředí
 - zvedeň ve slabě propustných horninách má obvykle jen omezený kontakt s atmosférou, navození redukčních podmínek je „materiálově“ méně náročné než navození silně oxidačních podmínek
 - vyvolané efekty (např. rozpouštění minerálů) jsou u redukčních metod méně rizikové

Zásadní problémy aplikace reduktivní dechlorace CIU in situ ve slabě propustném prostředí

- obtížnější aplikace aktivní látky do cílového prostoru
- nelze očekávat homogenní rozložení aktivní složky v prostoru
- je třeba posoudit dopady pístového efektu a tomu přizpůsobit metodiku vtláčení
- nezbytně nutná je podrobná znalost geologické struktury a rozsáhlý monitoring, bez těchto náležitostí nelze sanační zásah in situ nejen odpovědně vyprojektovat, ale nelze jej ani správně řídit, vyhodnotit a interpretovat.

Zásadní výhody aplikace reduktivní dechlorace CIU in situ ve slabě propustném prostředí

- pro rozvinutí redukční zóny postačí menší množství činidla
- omezená propustnost zajišťuje dlouhodobý efekt změny geochemie v kolektoru
- omezená propustnost poskytuje čas na dokončení procesu na místě (produkty rozkladu mají omezenou možnost migrace do okolí)

Laboratorní experimenty a realita aneb jak to nakonec dopadlo

- laboratorní experimenty jsou požadovány Metodickou příručkou MŽP
- funkčnost pro daný typ kontaminace
- kinetika reakce – stanovení dávkování
- ověření migrace v kolonových zkouškách

Laktát

Stanovené dávkování – 8 kg/m³ sanovaného prostoru

Reálná dávka - 1,3 kg/m³

Po dokončení sanace nespotřebováno min. 50 % reagentu

Optimální dávka cca 0,7 kg/m³ sanovaného prostoru

Negativa – vysoké CHSK, Na, RL, hnilobný zápach podzemní vody, dočasný vývin vinylchloridu

Nanoželezo

Stanovené dávkování – 1,3 kg/m³ sanovaného prostoru

Reálná dávka - 0,05 – 0,08 kg/m³

Redukční zóna je plně vyvinuta – reagent dosud není spotřebován

Optimální dávka max. 0,05 kg/m³ sanovaného prostoru

Negativa – vysoké CHSK, vysoký obsah rozpuštěného Fe