

**SLOVENSKÁ AGENTÚRA ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA**

implementuje aktivitu

AKTIVITA 5.3.3.

# **WORKSHOP EZ A GEOLOGICKÁ VEREJNOSŤ**

**STARÝ SMOKOVEC, GRAND HOTEL BELLEVUE, 21. – 23. 11. 2018 A 26. – 28. 11. 2018**

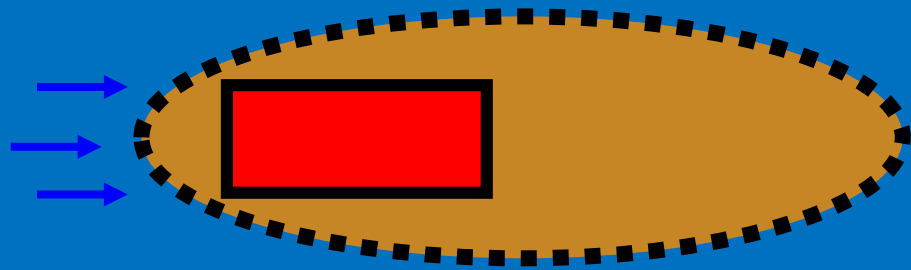
*Aktivita sa realizuje v rámci národného projektu*

*Zlepšovanie informovanosti a poskytovanie poradenstva v oblasti zlepšovania kvality životného prostredia na Slovensku.*

*Projekt je spolufinancovaný z Kohézneho fondu v rámci Operačného programu Kvalita životného prostredia.*

# Ako získať <sup>jšie</sup> reprezentatívne údaje pri prieskume znečisteného územia ?

Slavomír Mikita  
a kol.

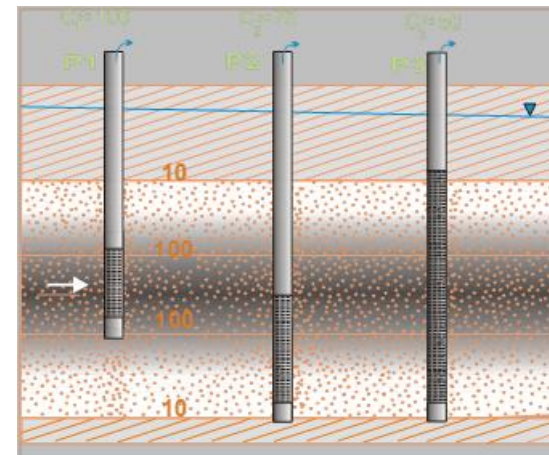
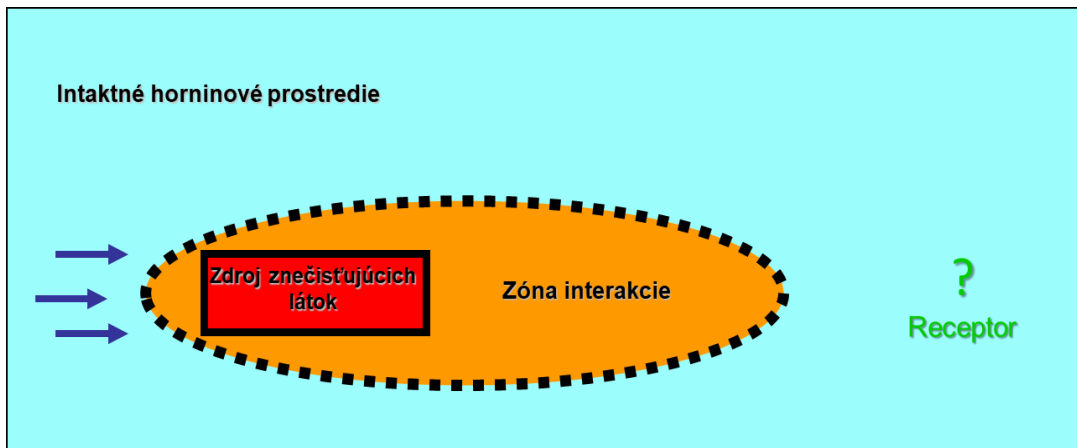


*Aktivita sa realizuje v rámci národného projektu*

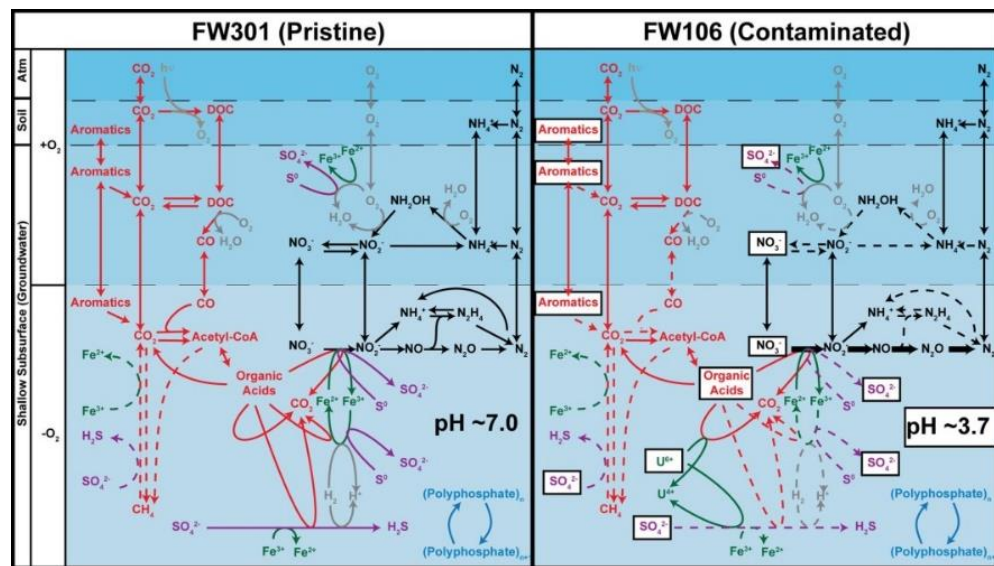
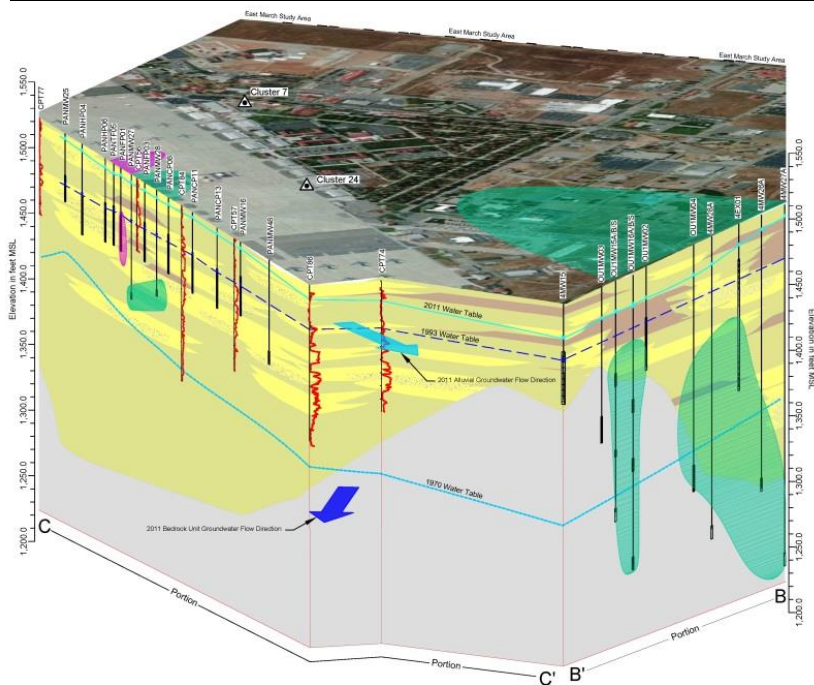
*Zlepšovanie informovanosti a poskytovanie poradenstva v oblasti zlepšovania kvality životného prostredia na Slovensku.*

*Projekt je spolufinancovaný z Kohézneho fondu v rámci Operačného programu Kvalita životného prostredia.*

# PRINCÍPY – prírodné systémy



(Witowski, 2014)



(Hemme a kol., 2015)

# POŽIADAVKY na prieskum znečisteného územia

Smernica MŽP SR z 28. januára 2015 č. 1/2015 – 7 na vypracovanie analýzy rizika znečisteného územia

*Analýza rizika znečisteného územia sa musí podľa zákona č. 569/2007 Z. z. vypracovať **zakaždým**, keď sa **geologickým prieskumom zistila a overila prítomnosť závažného znečistenia spôsobeného činnosťou človeka**, bez ohľadu na to, či je znečistené územie klasifikované ako environmentálna záťaž, environmentálna škoda alebo kontaminačný mrak*

Čl. 4

**Cieľ analýzy rizika znečisteného územia** – charakterizovať existujúce a potenciálne riziká vyplývajúce z existencie znečisteného územia na zdravie človeka a pre životné prostredie a na základe posúdenia ich závažnosti (vyhodnotenie expozičných scenárov) **navrhnuť cieľové hodnoty sanácie** znečisteného územia.

Čl. 6

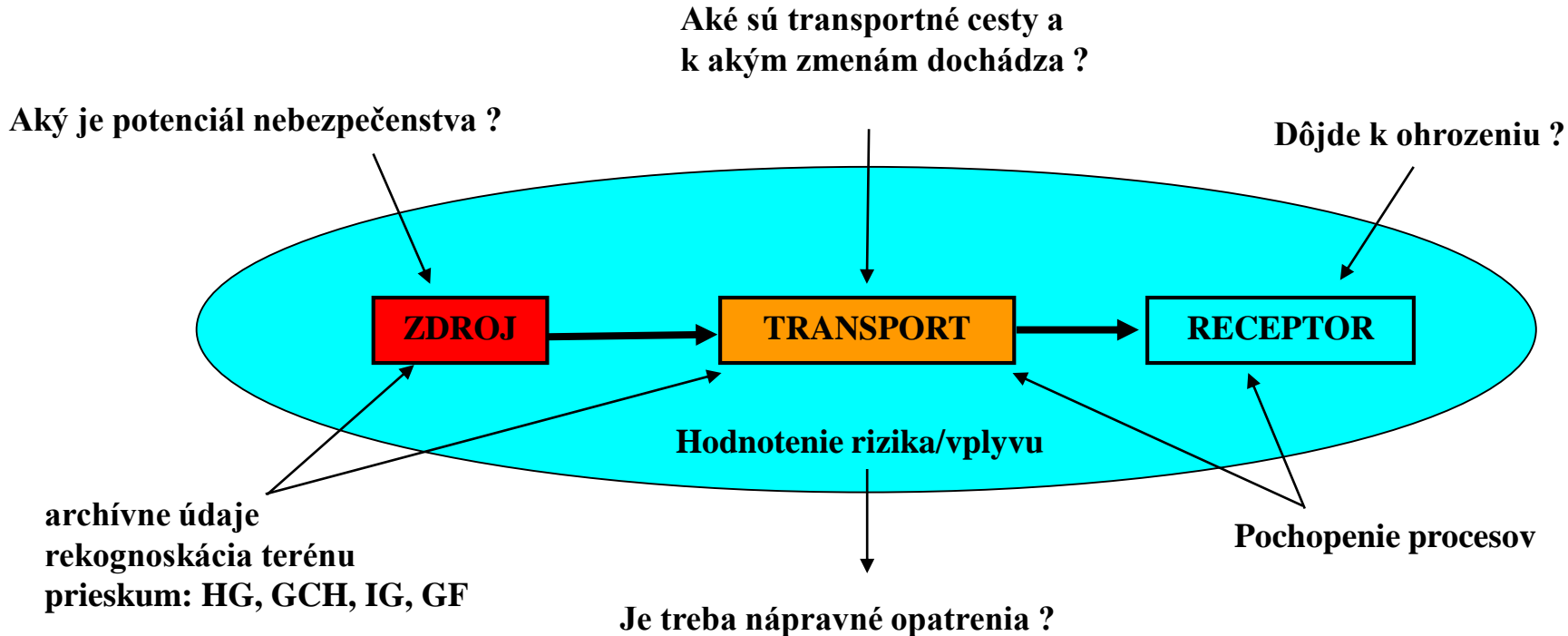
**Odborná spôsobilosť na vypracovanie analýzy rizika znečisteného územia** – analýza rizika znečisteného územia je neoddeliteľnou súčasťou záverečnej správy z *geologického prieskumu životného prostredia* (Zákon č. 569/2007 Z. z.). Riadiť, koordinovať a riešiť uvedený druh geologických prác môže len **odborne spôsobilá osoba**, ktorá má podľa § 9 ods. 2 písm. e) zákona č. 569/2007 Z. z. priznanú odbornú spôsobilosť na geologický prieskum životného prostredia. Táto osoba – zodpovedný riešiteľ – **zodpovedá za správnosť a kvalitu všetkých použitých prieskumných a vzorkovacích metód aj prác**, vykonaných subdodávateľsky a za **komplexné spracovanie a vyhodnotenie výsledkov geologického prieskumu** v záverečnej správe, t. j. zodpovedá aj za správnosť a kvalitu vypracovania analýzy rizika znečisteného územia.

Čl. 7

**Podmienky spracovania analýzy rizika znečisteného územia** – **zásadnou podmienkou pre správne vypracovanie analýzy rizika znečisteného územia je kvalitné vykonanie, vyhodnotenie a správna interpretácia výsledkov geologického prieskumu životného prostredia zameraného na zistenie a overenie znečistenia spôsobeného činnosťou človeka v horninovom prostredí, podzemnej vode a pôde (príloha č. 11)**. Obsah analýzy rizika znečisteného územia uvádza príloha č. 1.



# Prístup k získaniu údajov pre AR

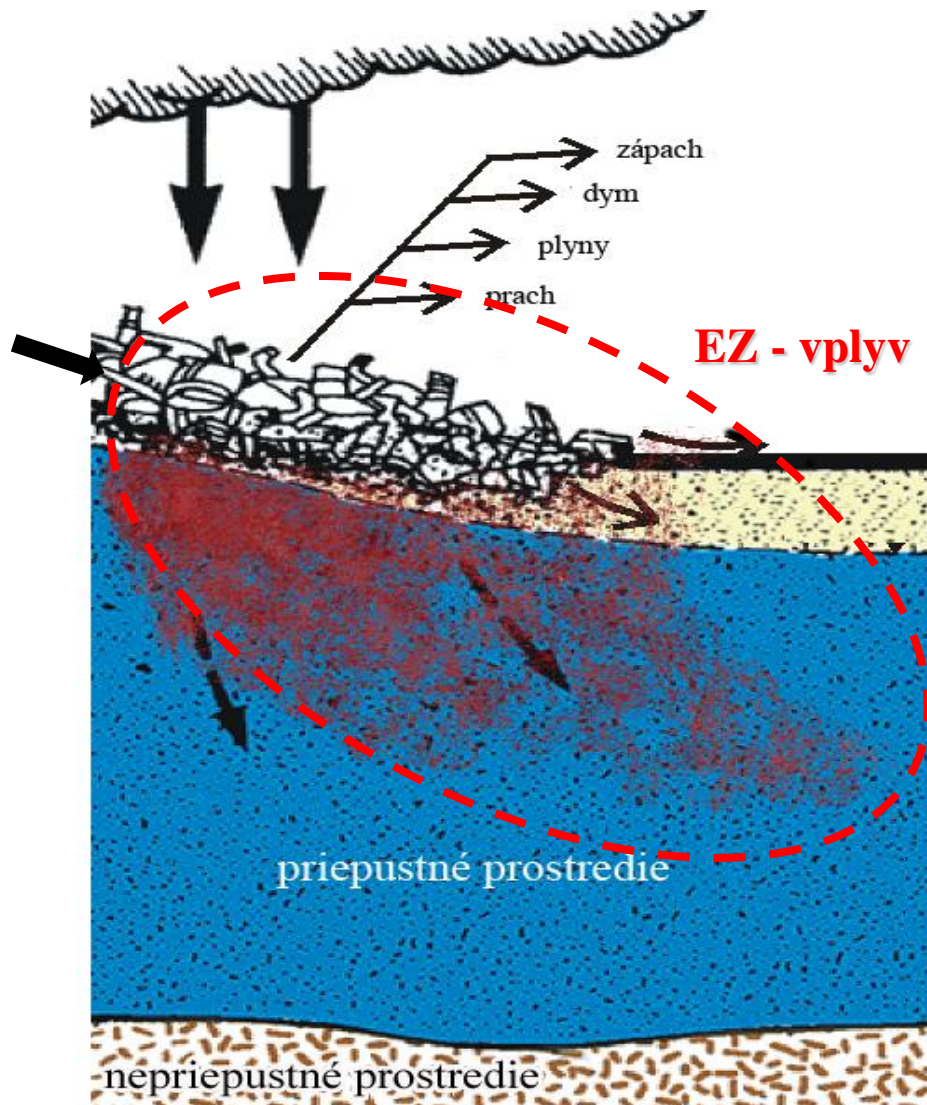


*(Upravené podľa: Bjerg a Kjeldsen, 2007)*

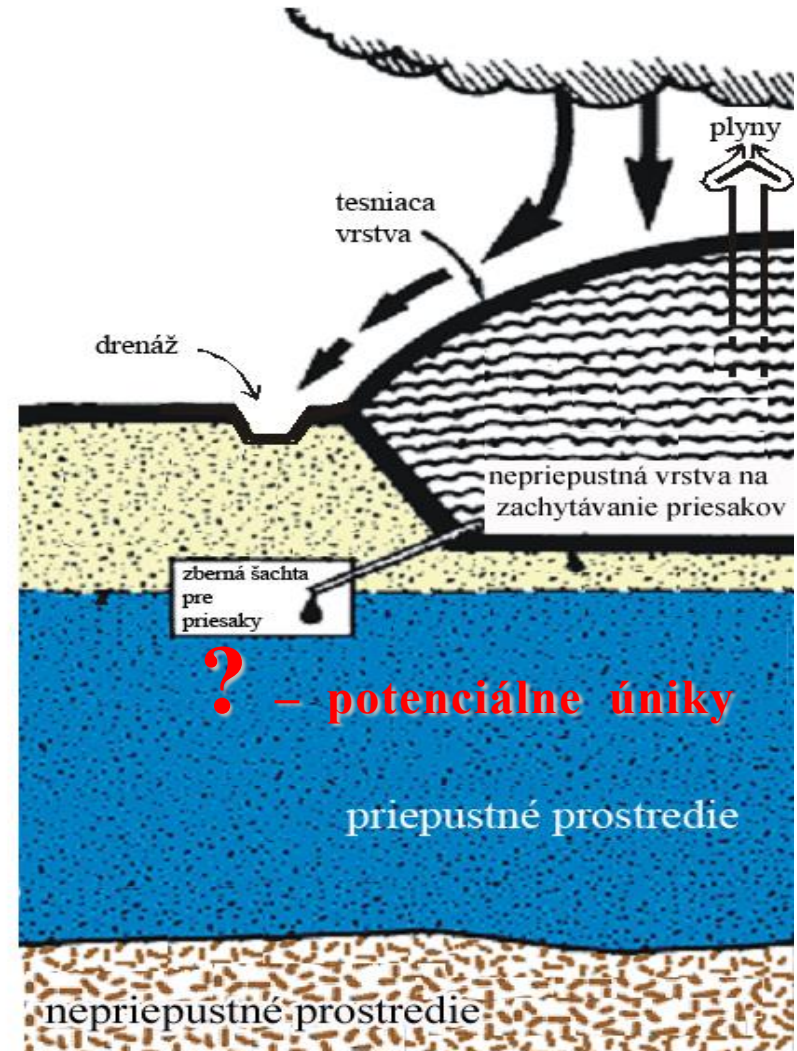
**ZÍSKAŤ  
REPREZENTATÍVNE  
ÚDAJE v optimálnom množstve  
!!!**

# A. ZDROJE ZNEČISTENIA

EZ – dlhodobो pôsobiaci zdroj znečisťovania (?)

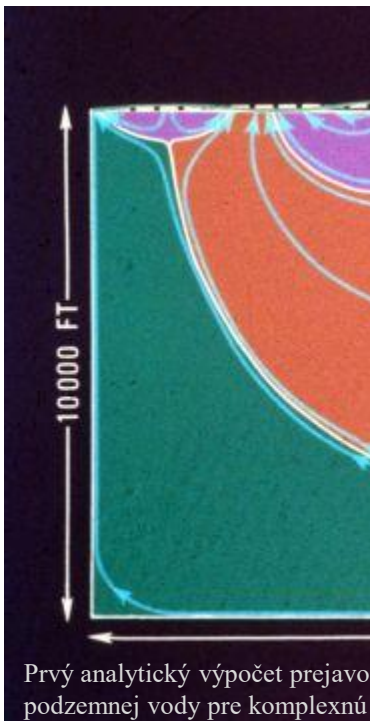


Havária (EŠ) – jednorazový zdroj znečistenia (?)

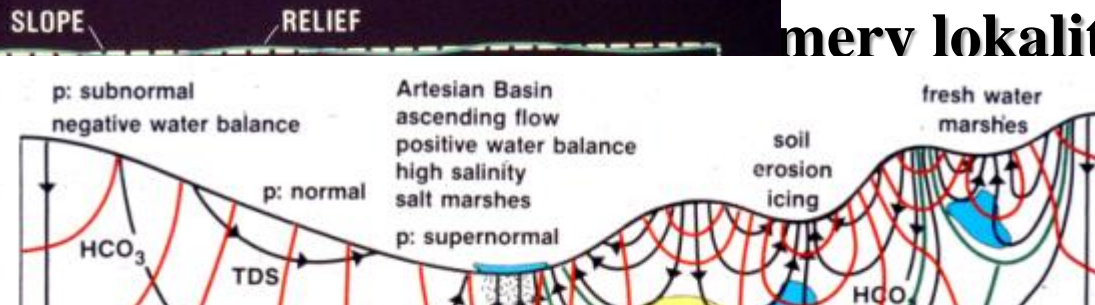


(upravené podľa U.S. EPA)

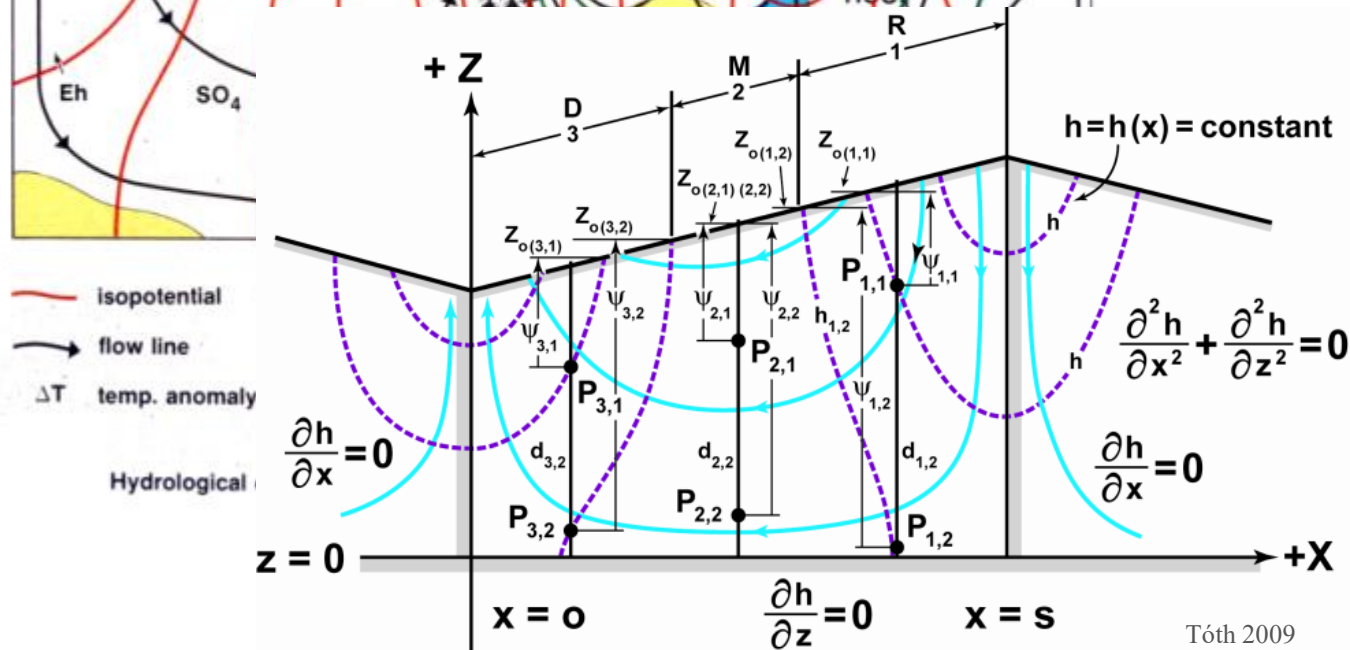
# B-1. TRANSPORT – HG ŠTRUKTÚRA



Prvý analytický výpočet prejavu podzemnej vody pre komplexnú



mery lokality

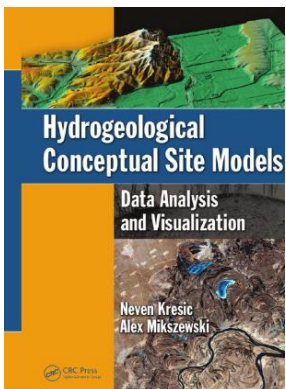


Tóth 2009

R, M, D : Area of Recharge, Midline, Discharge, respectively;

P<sub>1,2</sub> : point of measurement in cased well; d<sub>1,2</sub> : well depth;  $\Psi_{1,2}$  : pressure head;

h : hydraulic head; Z<sub>o(1,2)</sub> : intersection of isopotential h<sub>1,2</sub> with water table;



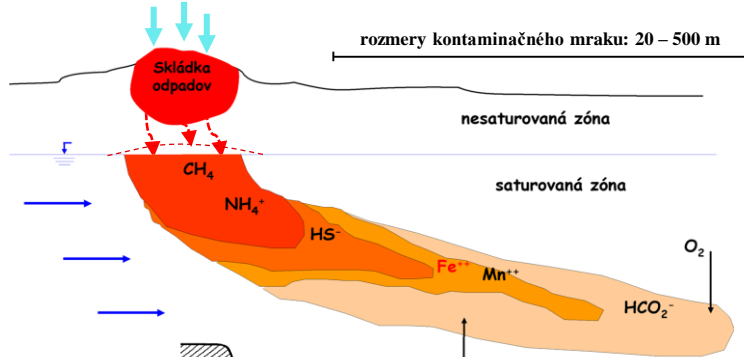


# B.2 TRANSPORT – ZNEČIŠŤUJÚCE LÁTKY

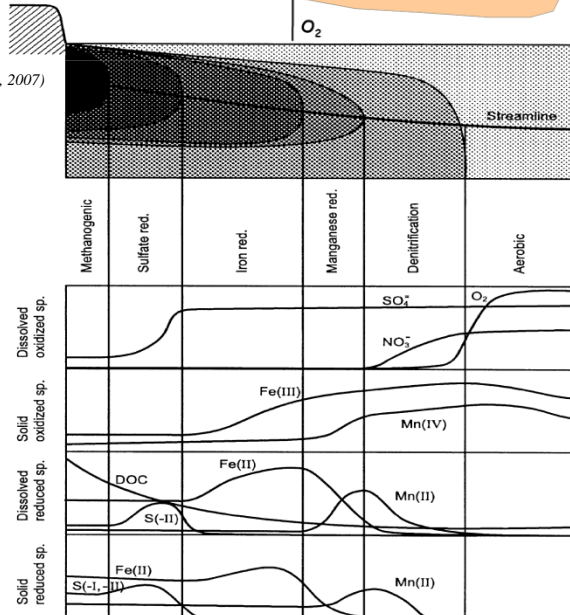
## Charakter kontaminantov

### Organické látky a anorganické látky:

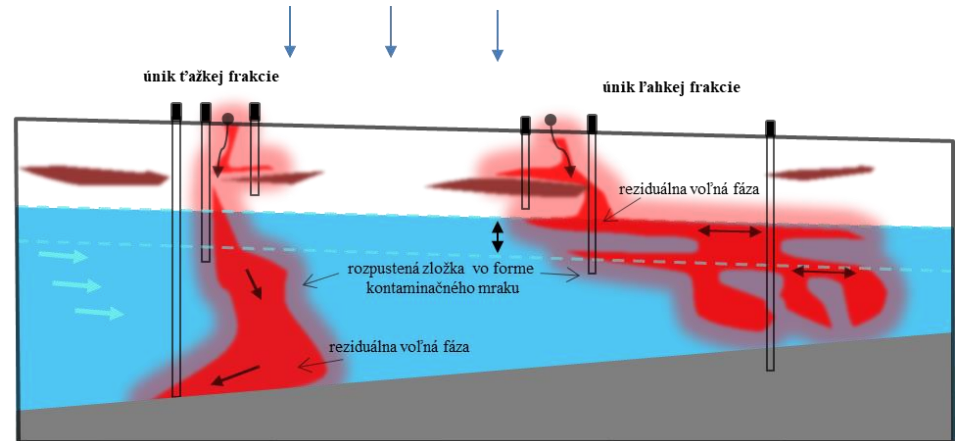
- makrokontaminanty,
- mikrokontaminanty



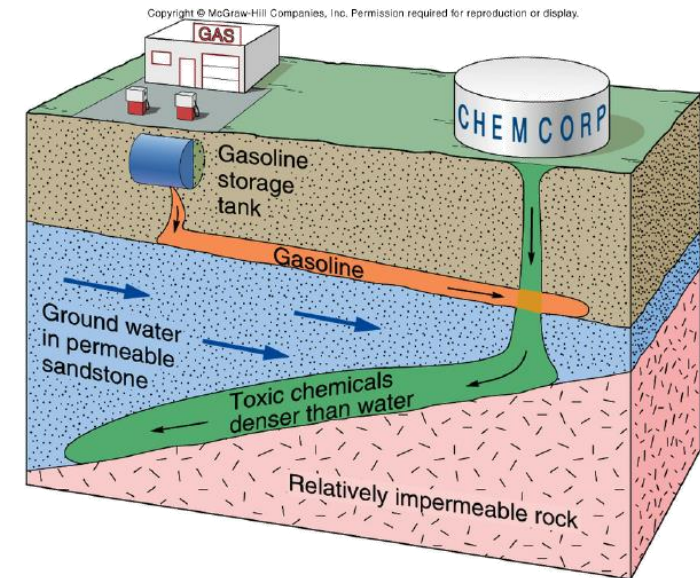
(Upravené podľa Bjerg, 2007)



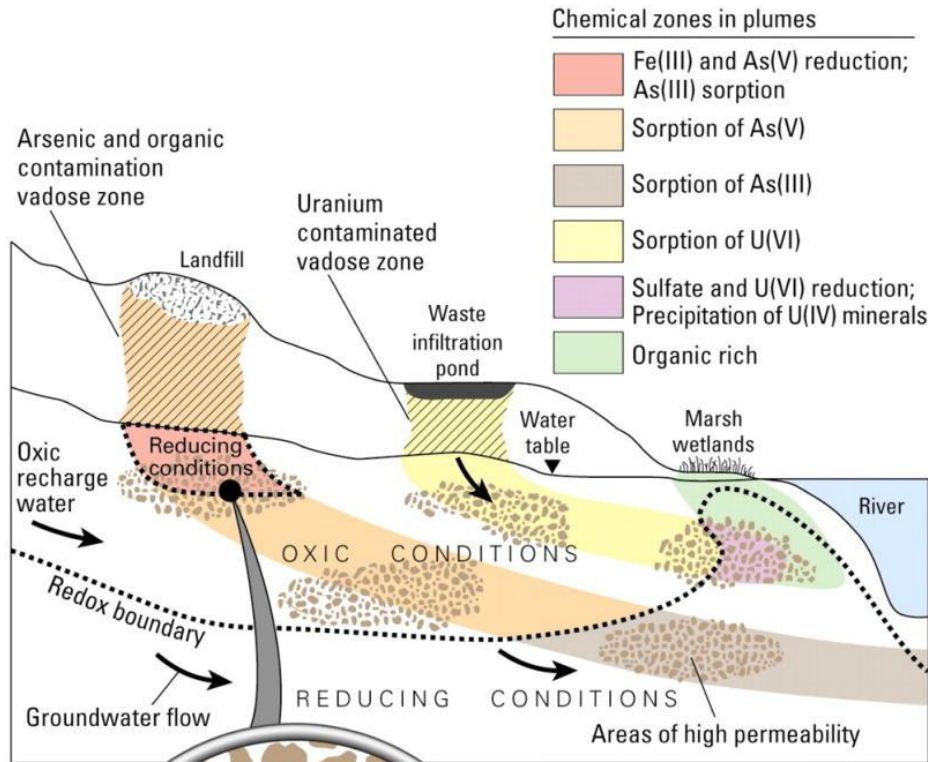
## Špecifické organické látky: LNAPL, DNAPL



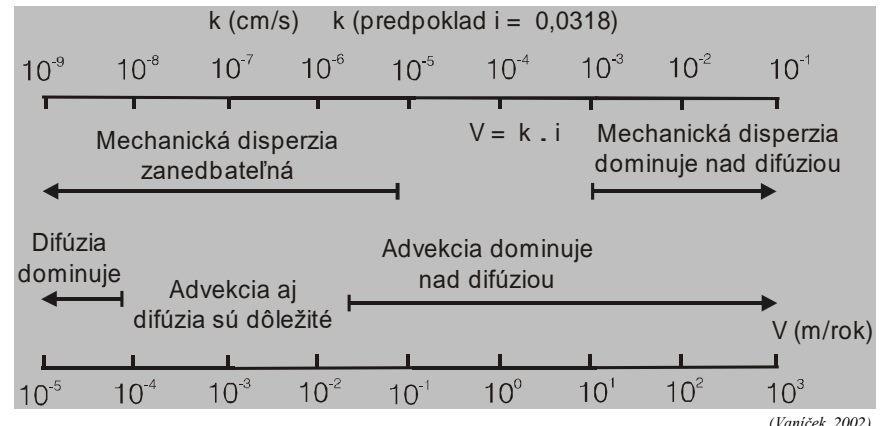
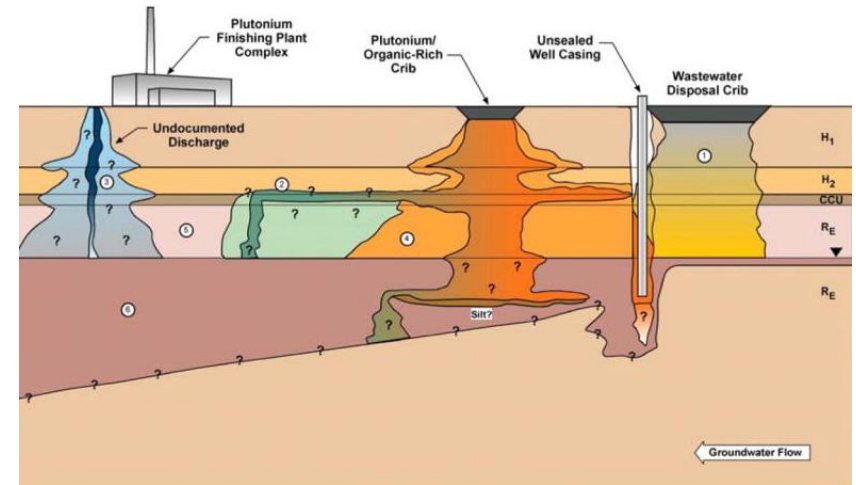
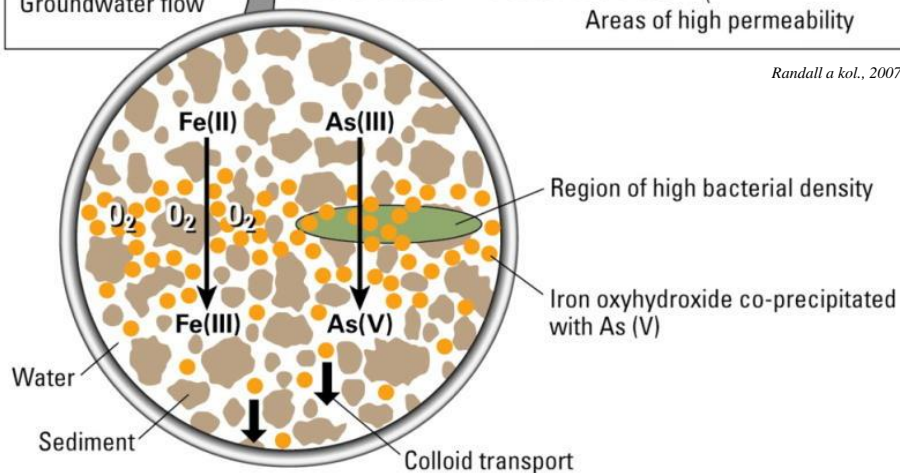
(Upravené podľa Bedient a kol., 1999)



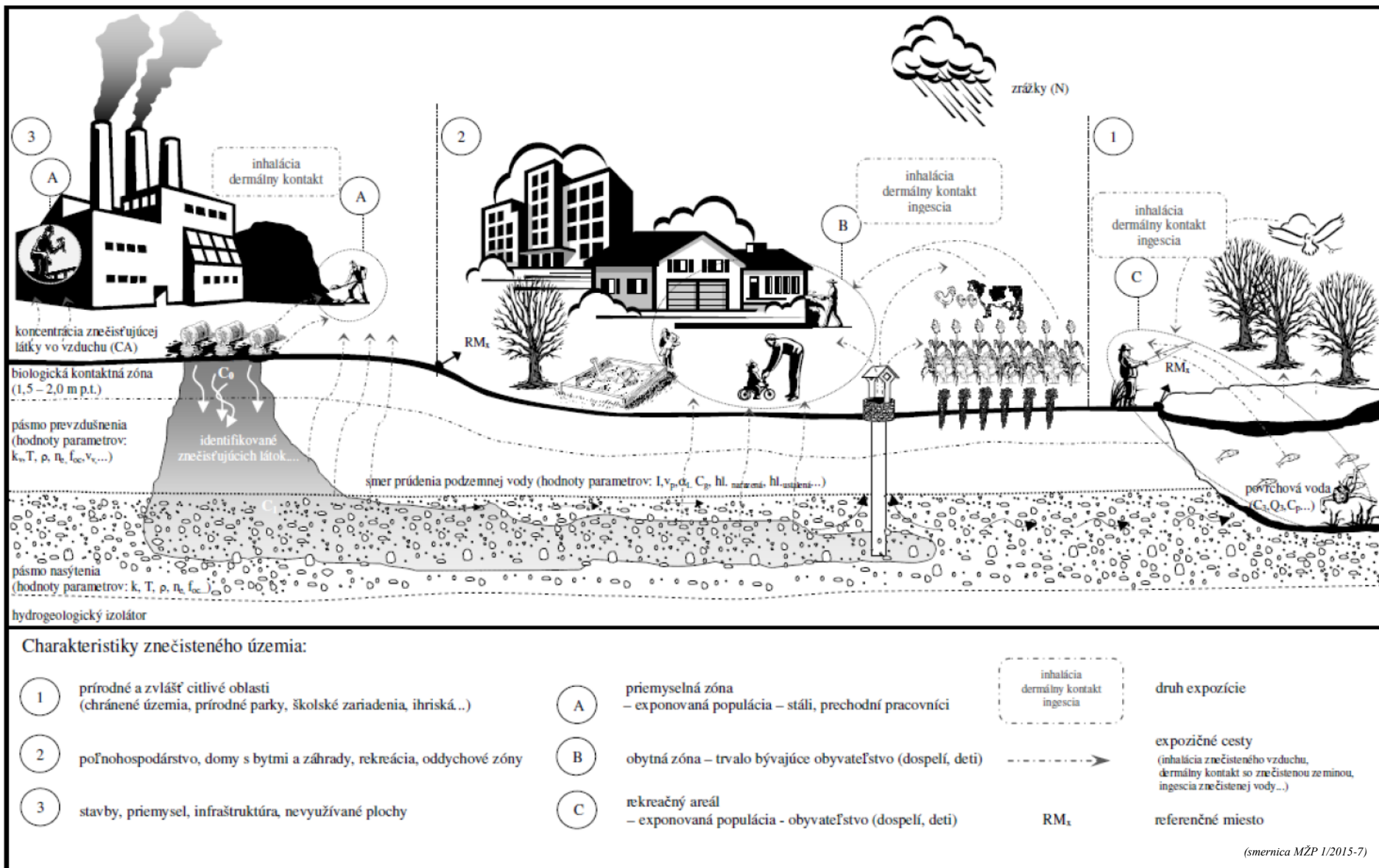
# B.3 TRANSPORT – INTERAKKIE: horn. pr. – podz.v. - zneč. I.



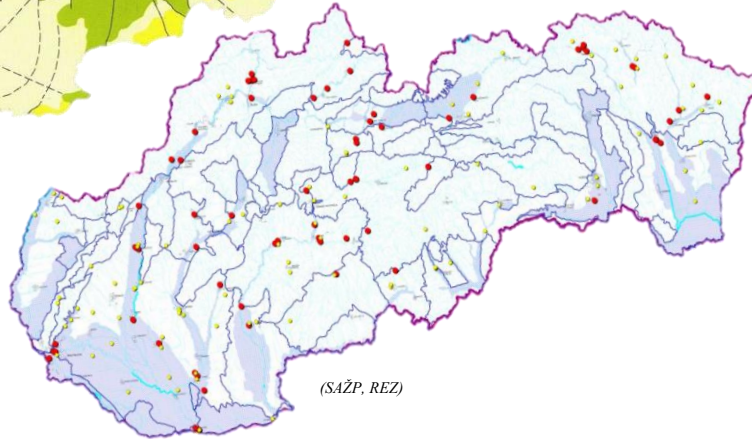
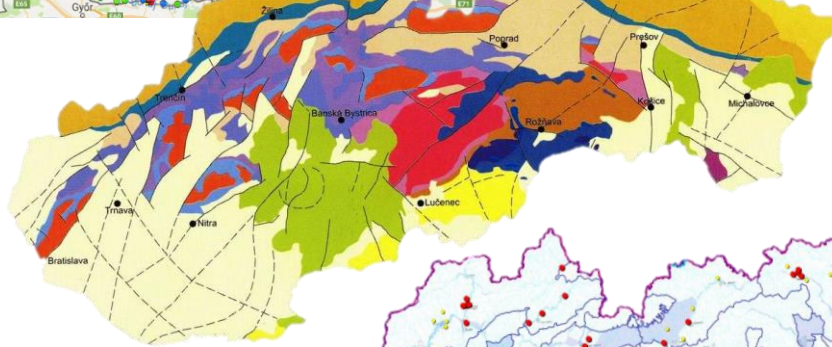
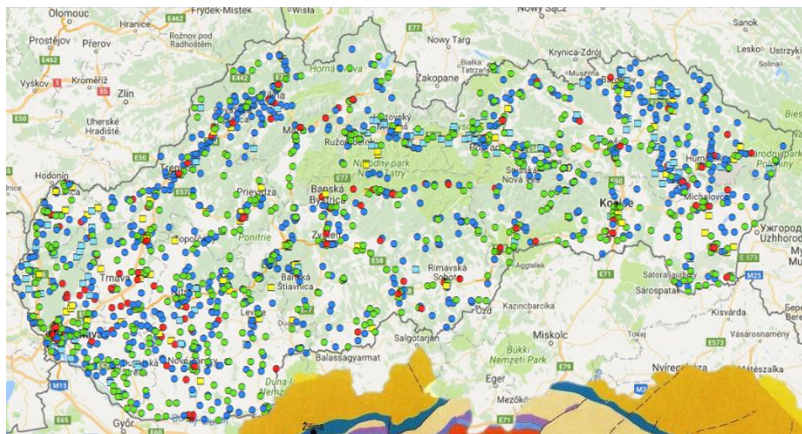
Randall a kol., 2007



# RECEPTORY – procesy, legislatíva



# Vybrané prejavy znečistenia v prostredí SR – PRÍKLADY



- Zo začiatku hlavne skládky – prečo ?
- Monitorovanie vplyvu EZ na geologické činitele životného prostredia vo vybraných regiónoch Západných Karpát. (SENSOR spol. s r.o. Bratislava; Vybíral a kol., 2001-2005).
- Čiastkový monitorovací systém. Podsystem 03 – Monitorovanie vplyvu antropogénnych sedimentov charakteru EZ (ŠGÚDŠ) do r. 2011
- Monitorovanie EZ na vybraných lokalitách SR (ŠGÚDŠ) 2011-2015 (+ ZMES...)
- Pravdepodobné EZ – prieskum na vybraných lokalitách SR (GEOtest) 2015
- Konfrontácia s poznatkami zo zahraničia

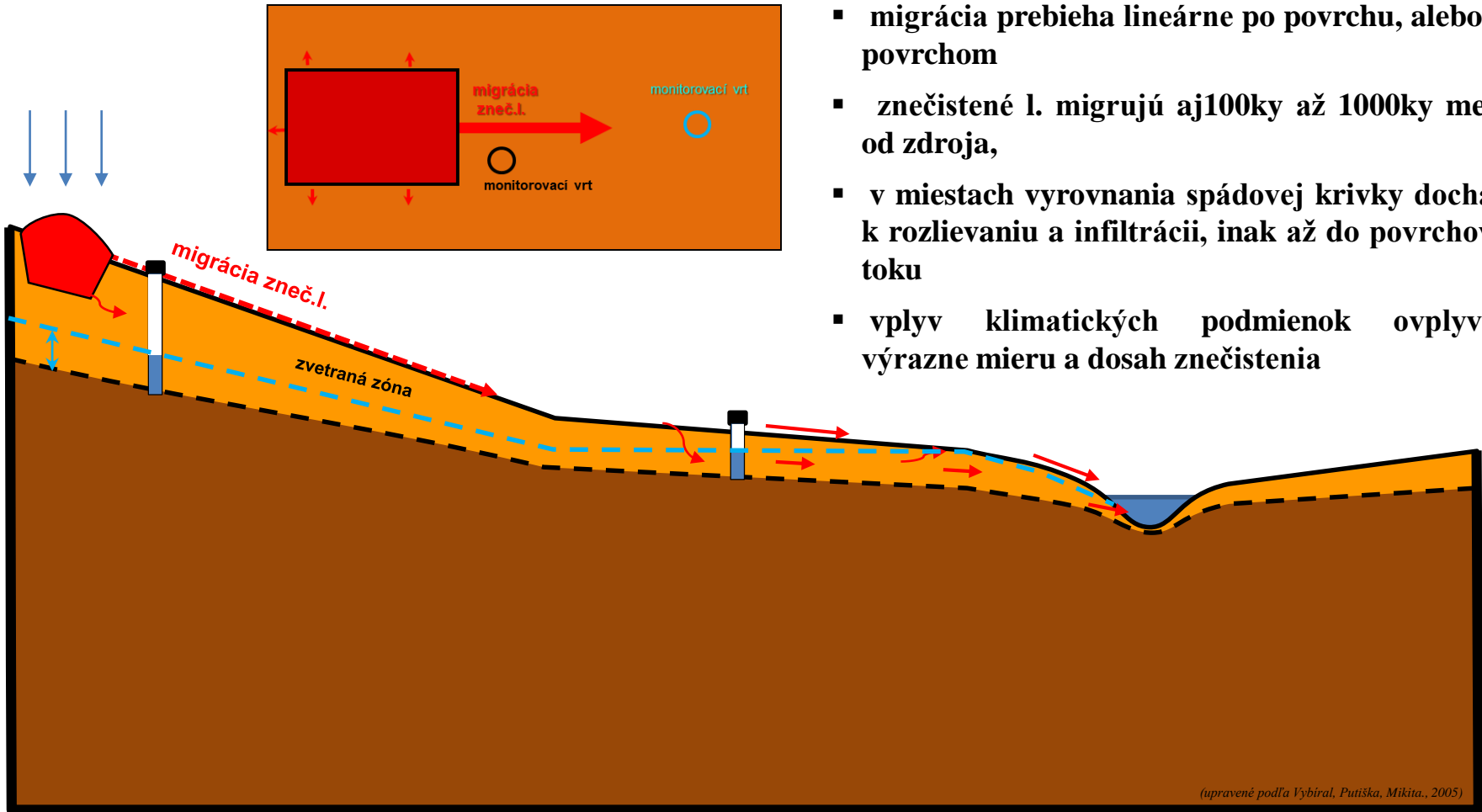
ORIGINÁLNOŠŤ



GENERALIZÁCIA

# PRÍKLADY – PLYTKÁ HYDROGEOLOGICKÁ ŠTRUKTÚRA

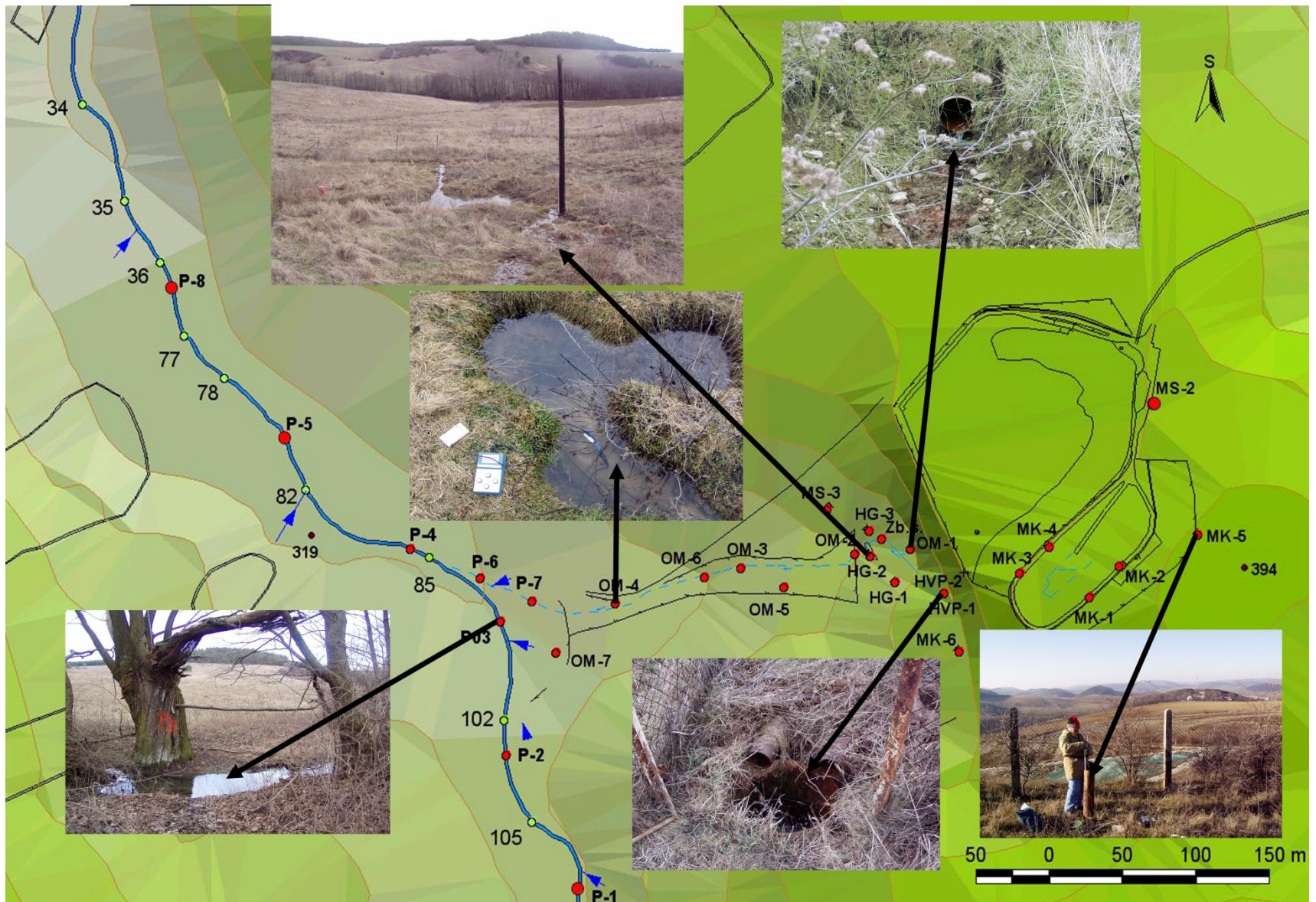
bezprostredné podložie zdroja znečistenia je izolátor alebo kolektor podzemnej vody viazaný na zónu rozvetrania, zdroj znečistenia je vyššie nad eróznou bázou (napr. erózne ryhy, doliny), hladina podzemnej vody nemusí byť prítomná celoročne alebo sa nemusí vytvárať súvislá hladina podzemnej vody, časť podzemnej vody môže vytvárať zavesenú hladinu podzemnej vody.



- migrácia prebieha lineárne po povrchu, alebo pod povrchom
- znečistené l. migrujú aj 100ky až 1000ky metrov od zdroja,
- v miestach vyrovnania spádovej krivky dochádza k rozliavaniu a infiltrácii, inak až do povrchového toku
- vplyv klimatických podmienok ovplyvňuje výrazne mieru a dosah znečistenia

(upravené podľa Vybíral, Putiška, Mikita, 2005)

# PRÍKLADY – PLYTKÁ HYDROGEOLOGICKÁ ŠTRUKTÚRA



# PRÍKLADY – PLYTKÁ HYDROGEOLOGICKÁ ŠTRUKTÚRA

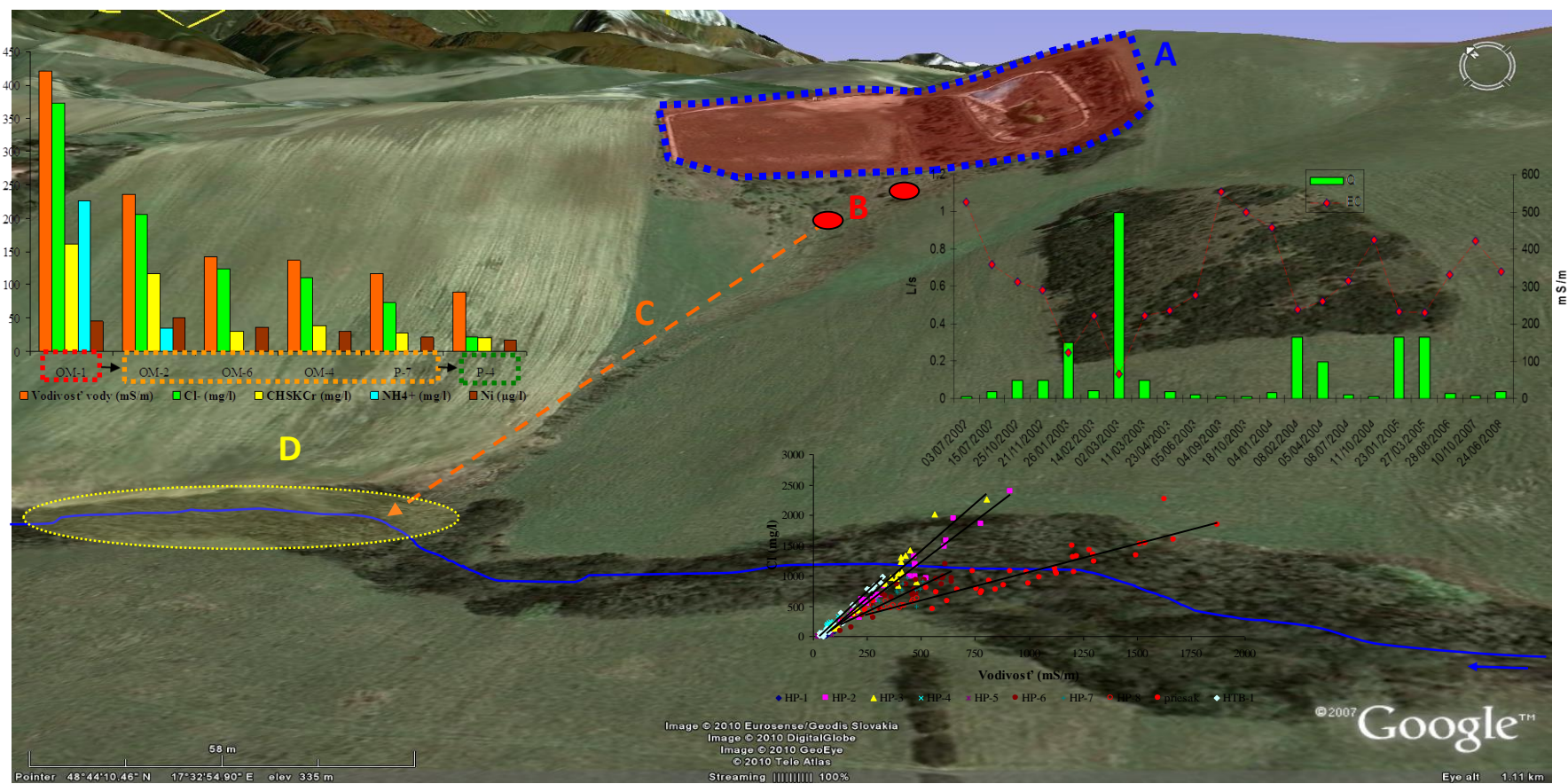
Vzhľadom k prieskumu pre AR je praktické rozdelenie na 4 kľúčové zóny:

**A) Oblasť vstupu vonkajších vôd do priestoru zdroja znečisťovania.**

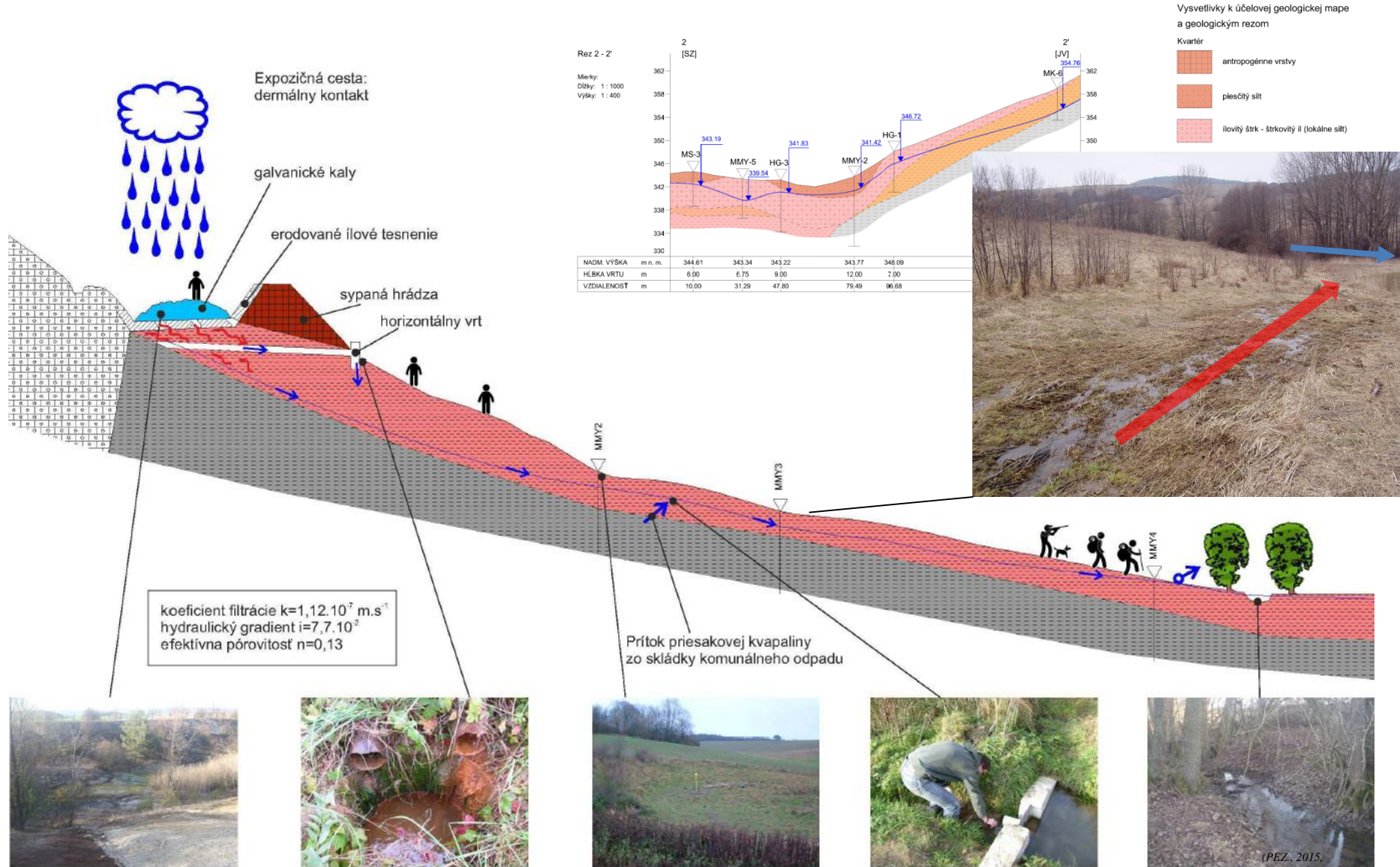
**B) Miesto výstupu zneč. I. zo zdroja zneč.**

**C) Úsek medzi zdrojom znečistenia a recipientom.**

**D) Úsek zmiešavania znečisťujúcich látok s povrchovým tokom.**

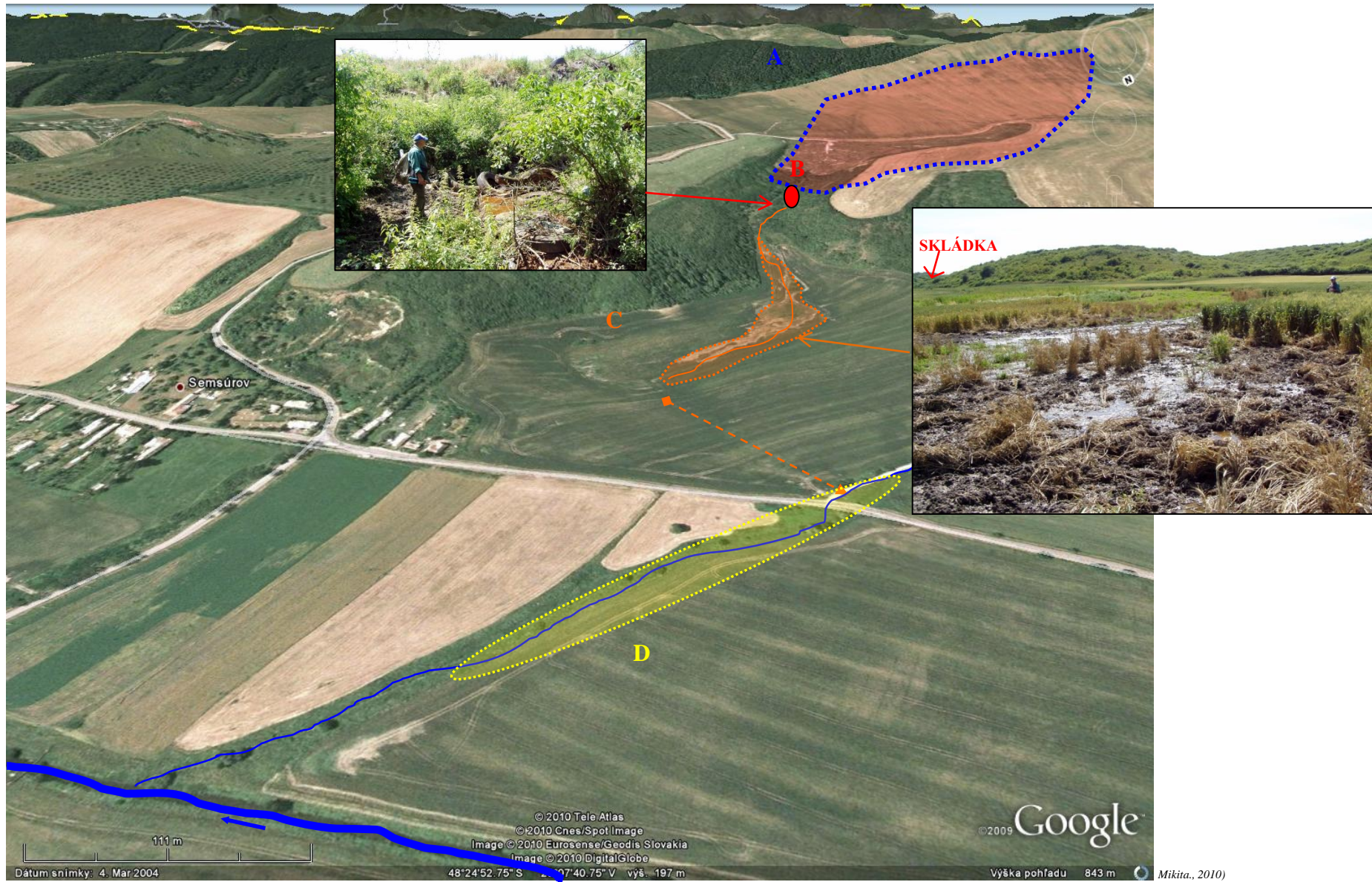


# PRÍKLADY – PLYTKÁ HYDROGEOLOGICKÁ ŠTRUKTÚRA





# PRÍKLADY – PLYTKÁ HYDROGEOLOGICKÁ ŠTRUKTÚRA



### Trnové – odkalisko



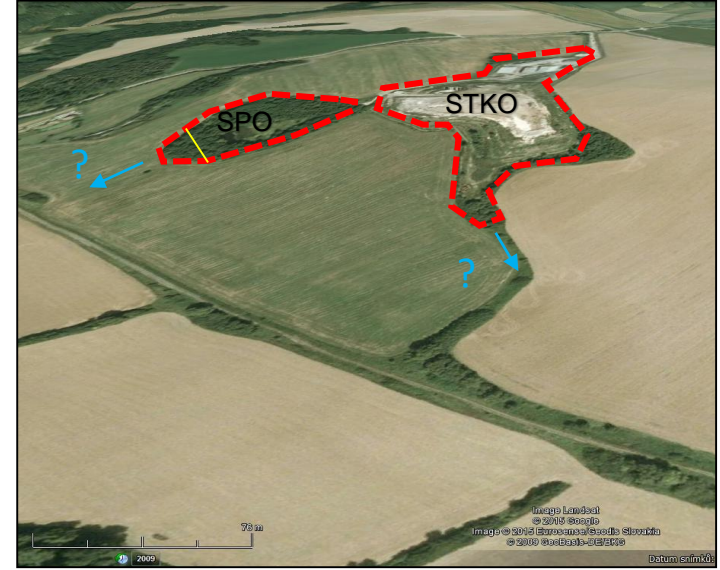
### Horné Naštice – skládka popoľčeka



### Rosina – odkalisko

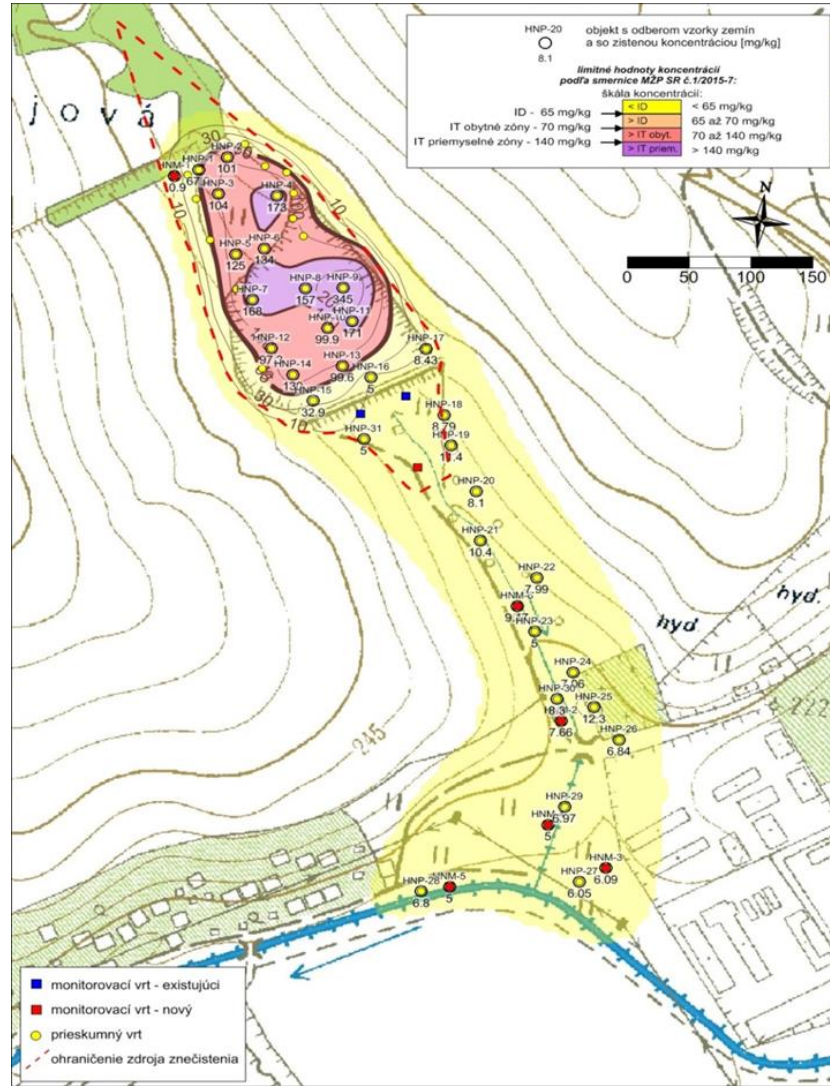


### Dežerice – skládka PO a TKO



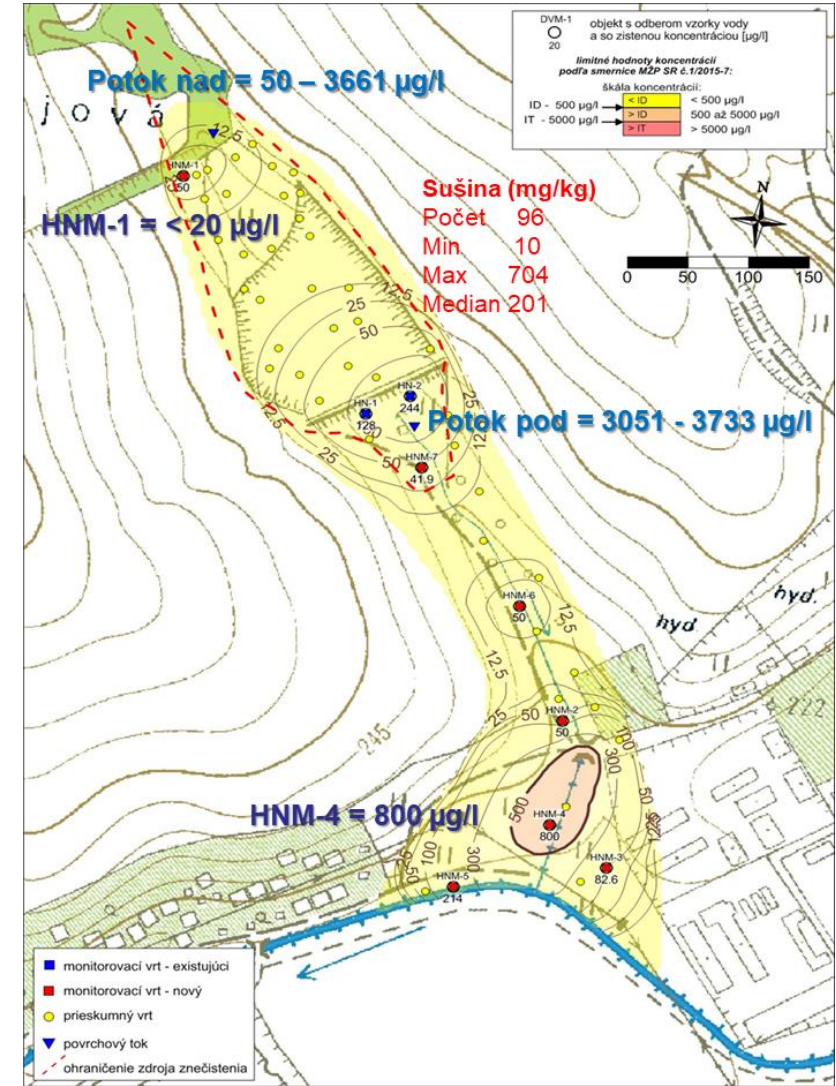
## Znečistenie horninového prostredia v pásme prevzdušnenia

**As**



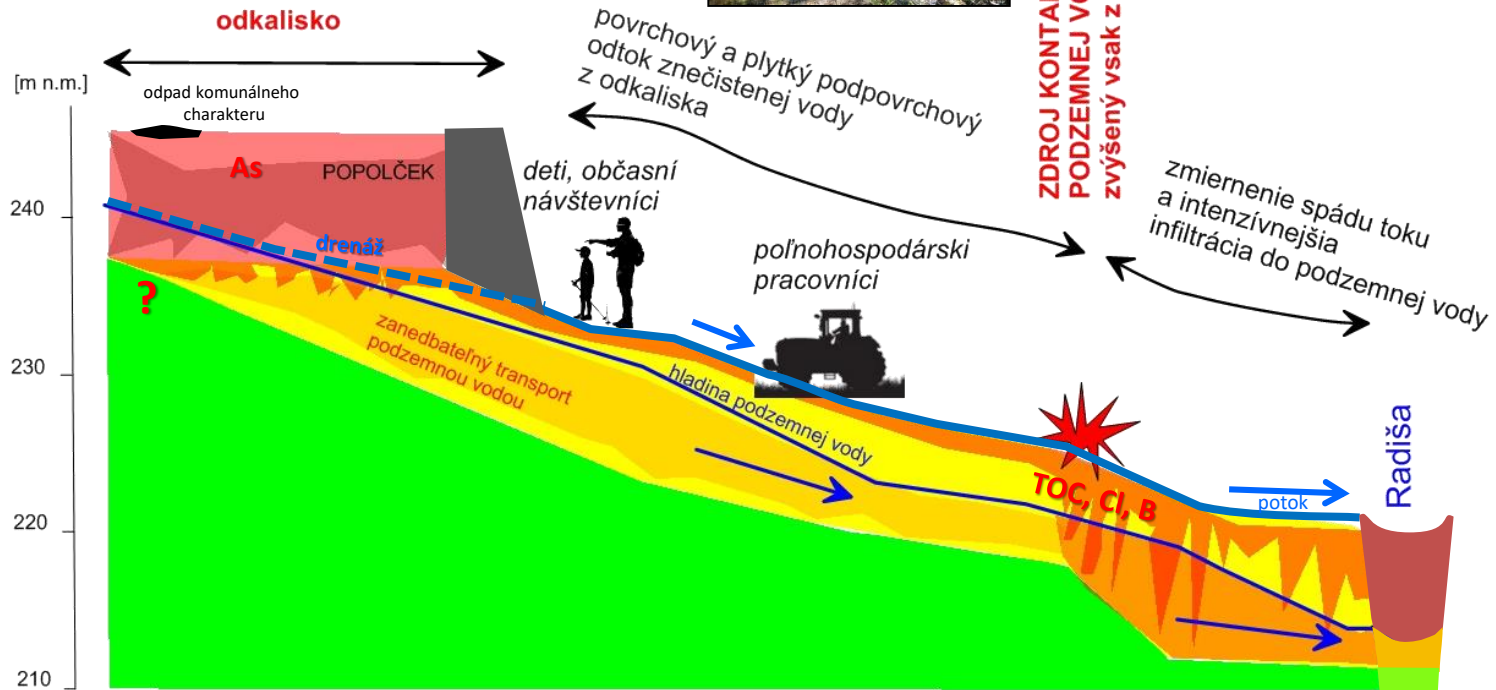
## Znečistenie podzemnej vody

**B**



(PEZ., 2015)

# HORNÉ NAŠTICE – SKLÁDKA POPOLČEKA



Hydraulické parametre zvodneného prostredia:

$$k_f = 1.7 \times 10^{-5} \text{ m/s}$$

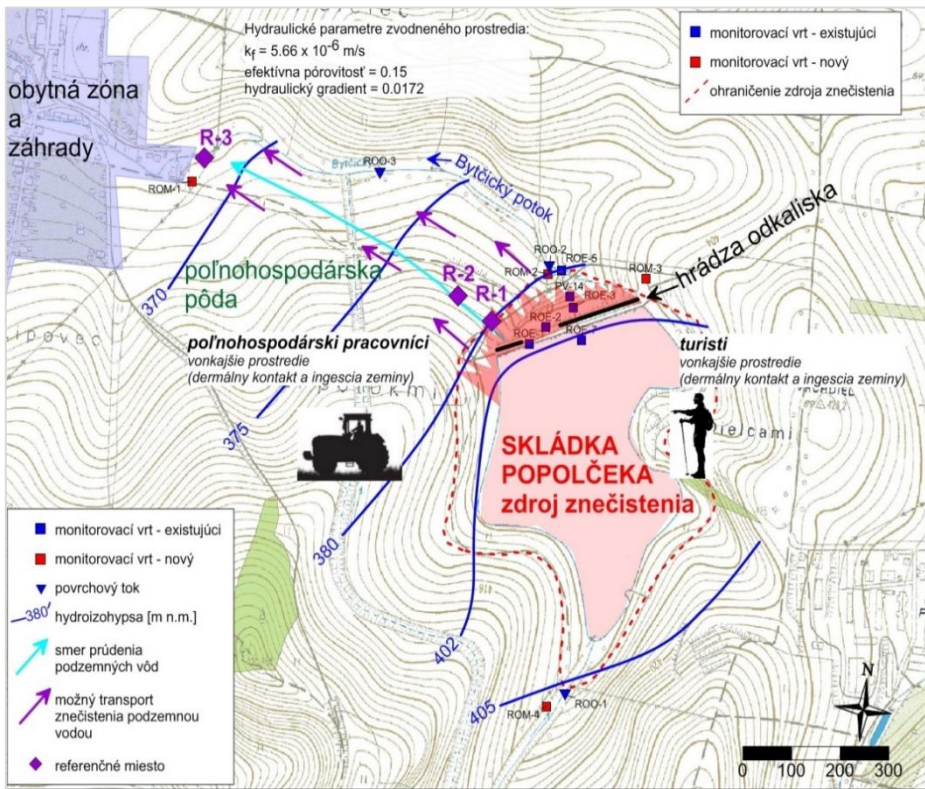
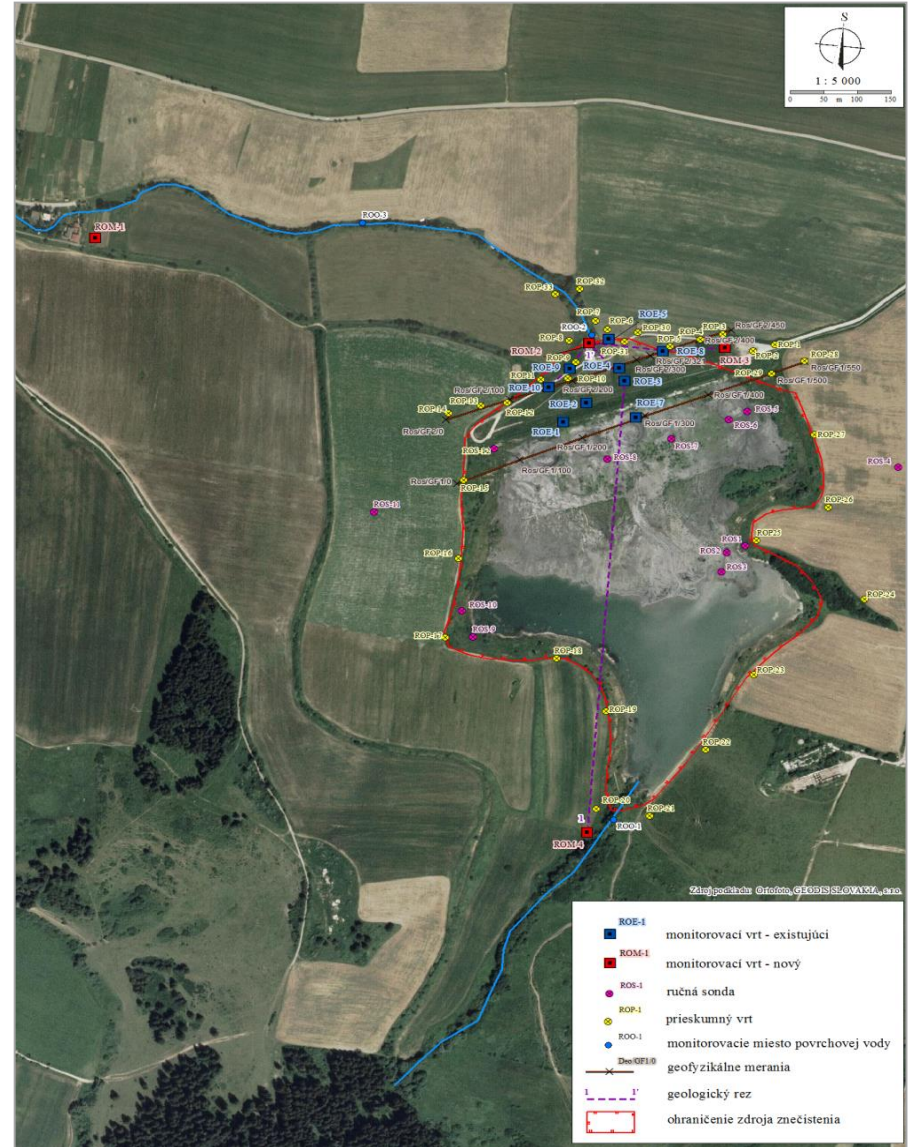
efektívna pórovitosť = 0.2

hydraulický gradient = 0.0385



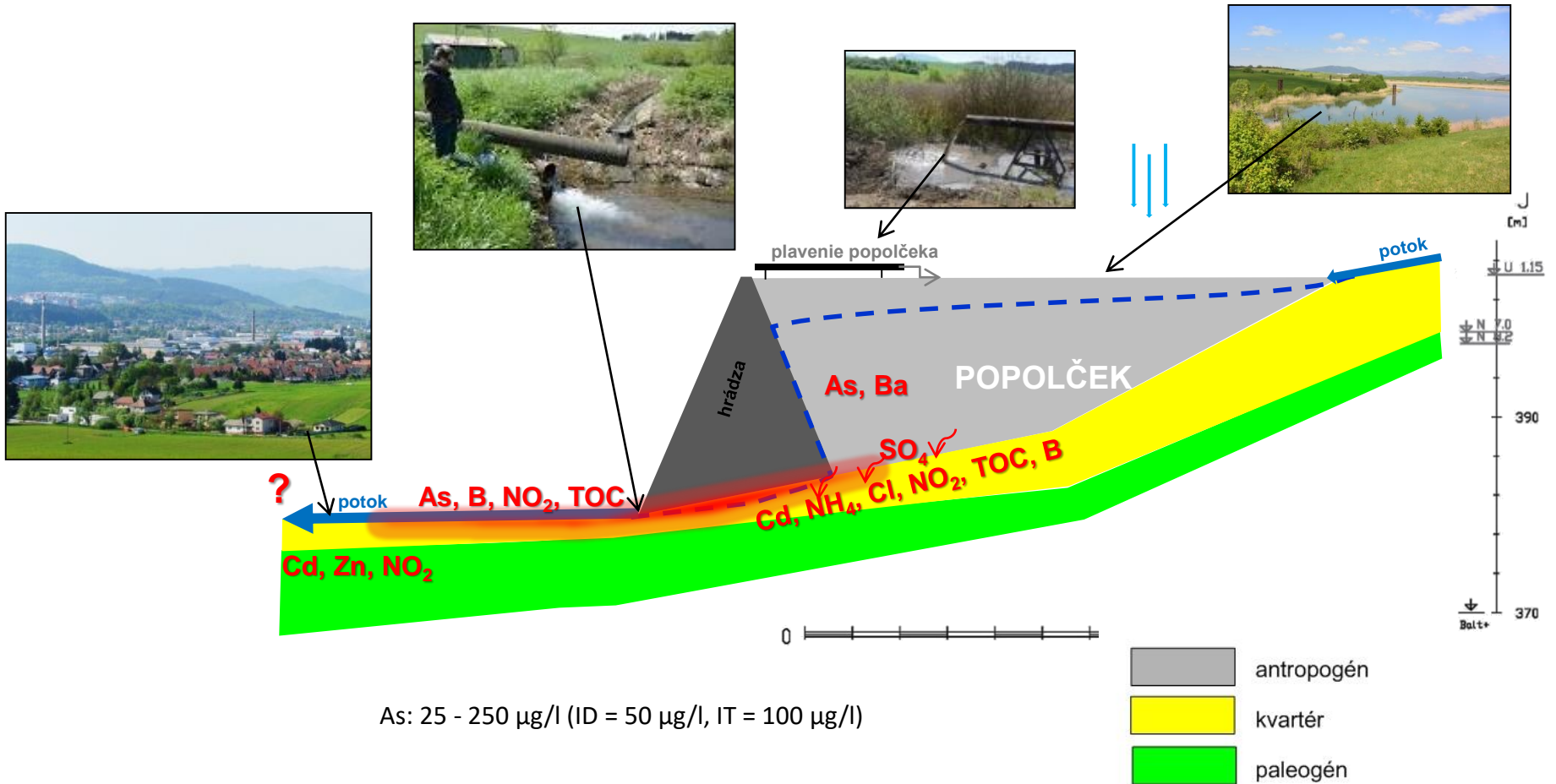
(PEZ., 2015)

# ROSINA – SKLÁDKA POPOLČEKA – ODKALISKO



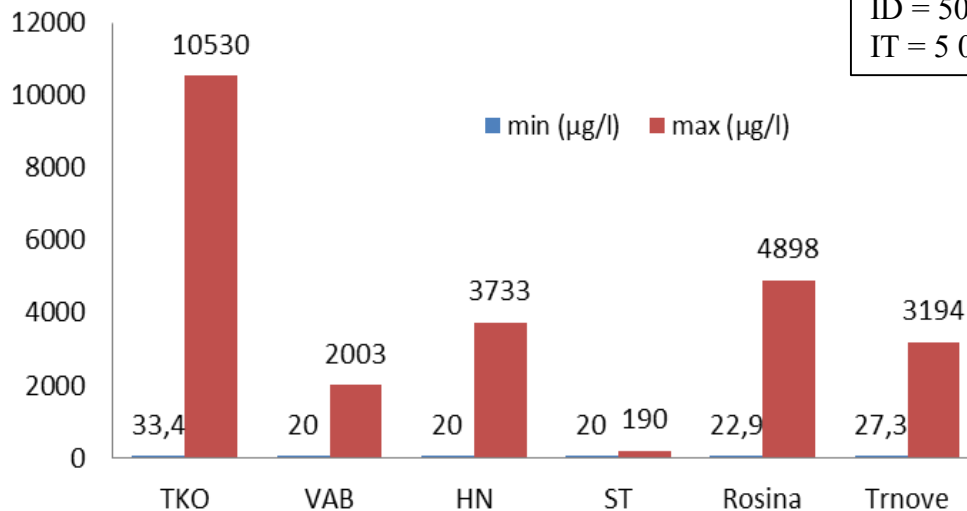
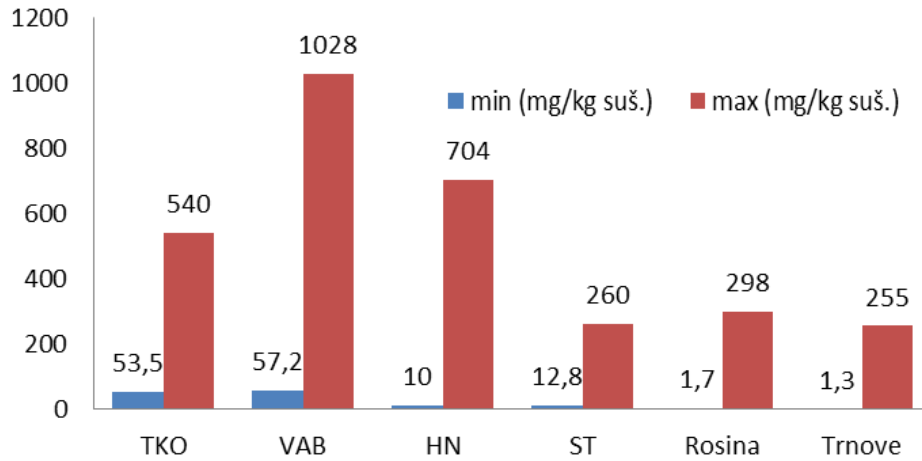
(PEZ., 2015)

# ROSINA – SKLÁDKA POPOLČEKA – ODKALISKO



(PEZ., 2015)

# Extrémny hodnôt bóru na pravdepodobných EZ



**TKO** – staršia skládka komunálneho odpadu v Dežericiach

**VAB** – bývalá skládka priemyselného odpadu v Dežericiach, na skládku bol ukladaný kal z brúseného skla, neutralizačný kal s obsahom šesťmocného chrómu a odpadové koncentráty a roztoky s obsahom solí kovov

**HN** – bývalé odkalisko popolčeka a škváry s nelegálne ukladaným organickým odpadom v Horných Našticiach

**ST** – opustená skládka priemyselného odpadu galvanickými kalmi v Starej Turej

**Rosina** – prevádzkované odkalisko popolčeka v Žiline – časť Rosina

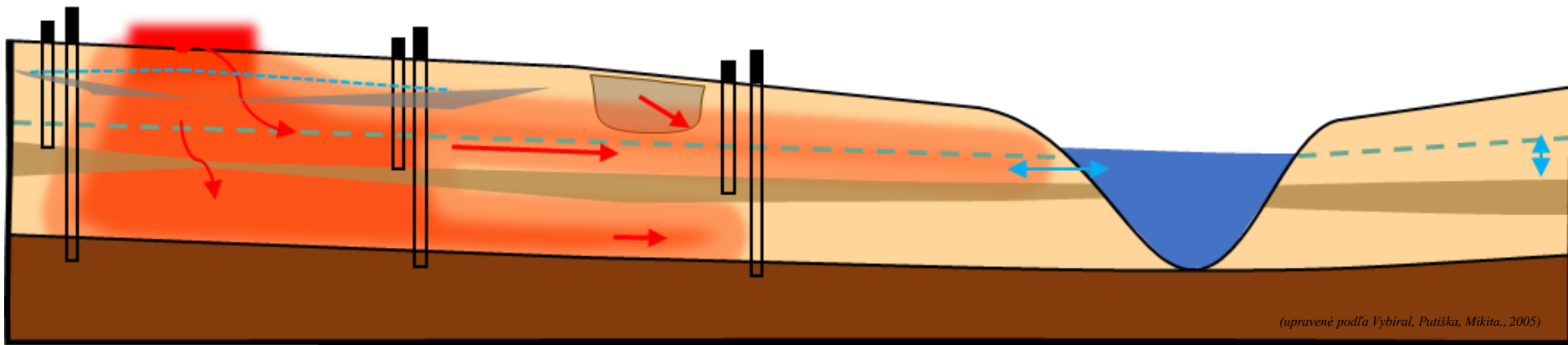
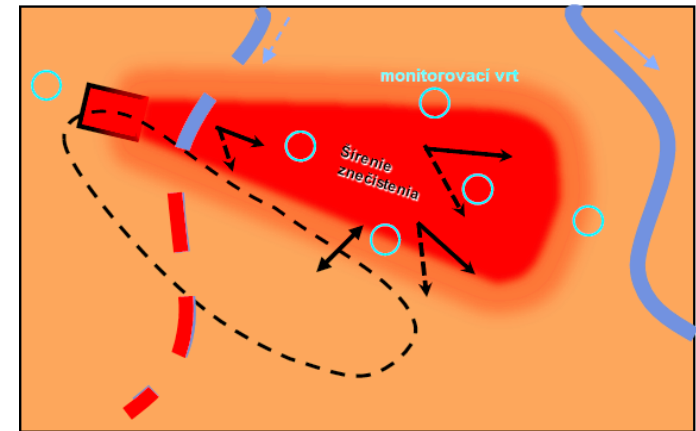
**Trnové** – bývalé odkalisko popolčeka v Žiline – časť Trnové

# PRÍKLADY –

## HYDROGEOLOGICKÁ ŠTRUKTÚRA SO STRIEDANÍM KOLEKTOROV A IZOLÁTOROV

kolektor tvorí bezprostredné podložie EZ, pričom dominantný izolátor tvorí bázu kolektora v hĺbke do 30 m, terén je rovinatý, napr. údolné nivy

- migrácia vo forme kontaminačného mraku
- priebeh izolátorov podmieňuje konkrétne prejavy znečisťovania podz. vody
- prítomnosť viacerých zvodnencov s rôznymi hydraulickými parametrami a obehom
- zmeny smerov prúdenia podzemnej vody v závislosti od hydraulickej spojitosti s povrchovým tokom (prúdenie vs. disperzia, anizotropia)
- chemická zonálnosť znečistenia pri vyššej mineralizácii znečisteného zvodnenca
- preferenčné prúdenie cez staré riečne ramená



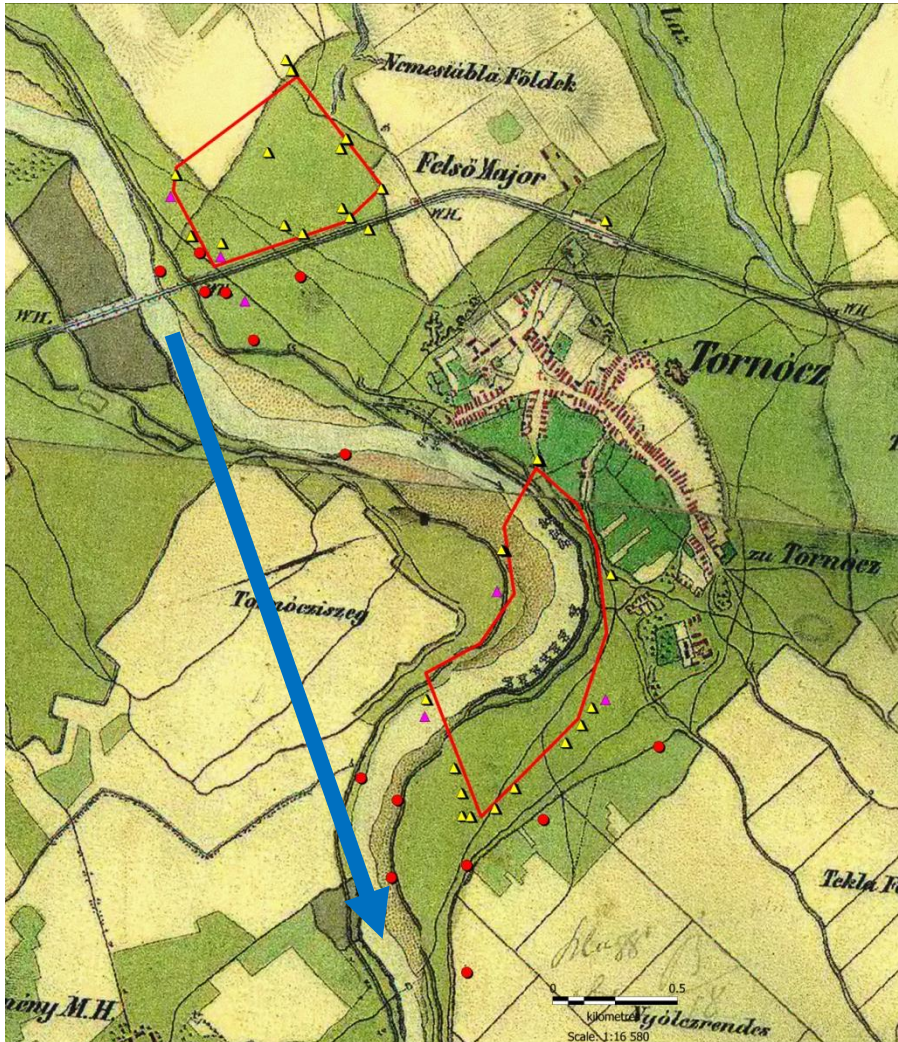
(upravené podľa Vybíral, Putiška, Mikita., 2005)



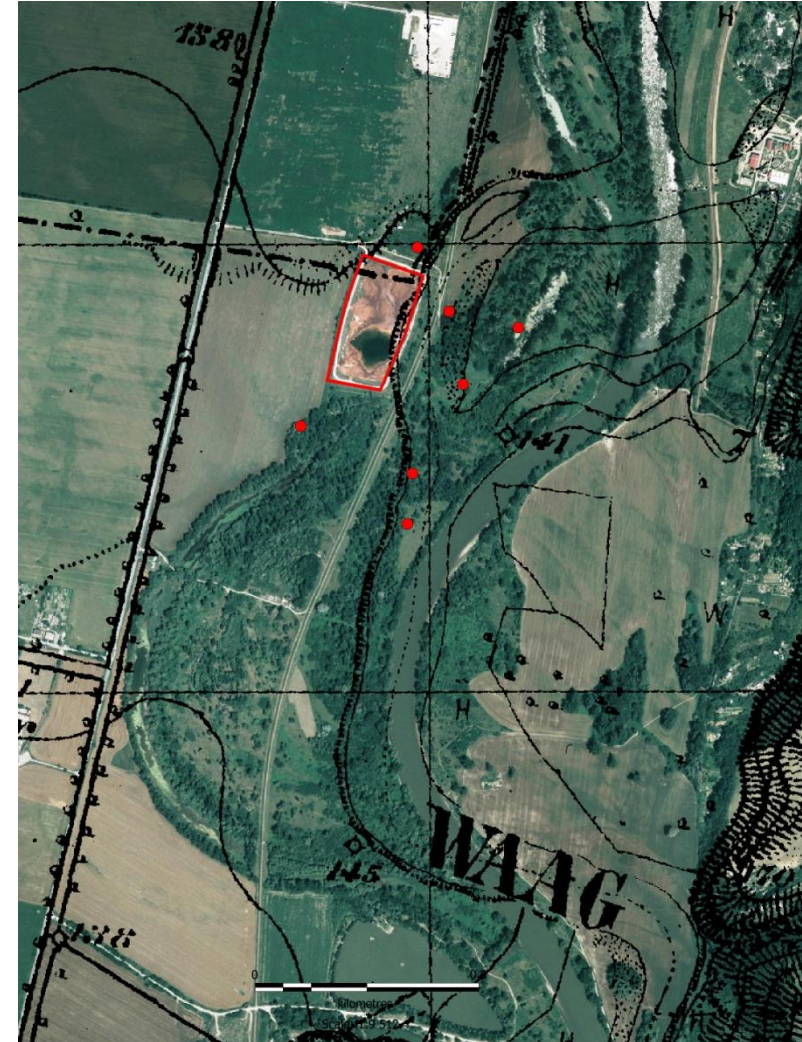
# PRÍKLADY –

## HYDROGEOLOGICKÁ ŠTRUKTÚRA SO STRIEDANÍM KOLEKTOROV A IZOLÁTOROV

Šaľa: Vojenská mapa r. 1810-1869



Šulekovo: Vojenská mapa r. 1920-1924

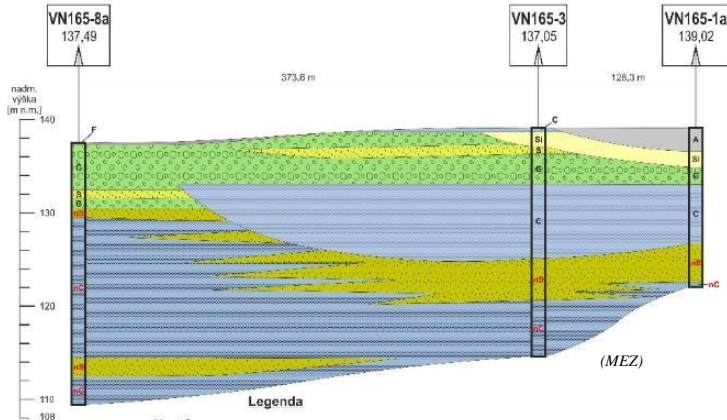


<http://geoportal.gov.sk>

# PRÍKLADY -

# HYDROGEOLOGICKÁ ŠTRUKTÚRA SO STRIEDANÍM KOLEKTOROV A IZOLÁTOROV

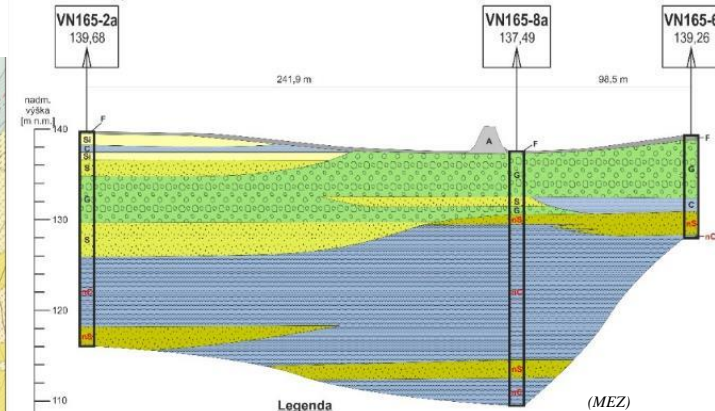
MEZ-165 profil 2-2'



Legenda

- | Kvartér |   |
|---------|---|
| A       | Antropogén - nečlenený  |
| F       | Hĺbna - pôda (ornica) miestami s obsahom piesku, štrku, ílu a humolitu                              |
| Si      | Dominantne silt (ílovitý, piesčité až štrkovité)  |
| C       | Dominantne íl (rôznej plasticity), piesčité, siltovité, štrkovité s rôznym obsahom organickej hmoty |
| G       | Dominantne štrk (piesčité, siltovité a ílovité), miestami s prímiesou organickej hmoty              |
| S       | Dominantne piesok (jemnozrnný až hrubozrnný), ílovitý, siltovité, miestami s obsahom štrku          |
| Neogén  |   |
| nS      | Dominantne piesok (ílovitý a siltovité), jemnozrnný až hrubozrnný                                   |
| nC      | Dominantne íl (tuhý až plastický), piesčité, siltovité, štrkovité s rôznym obsahom organickej hmoty |

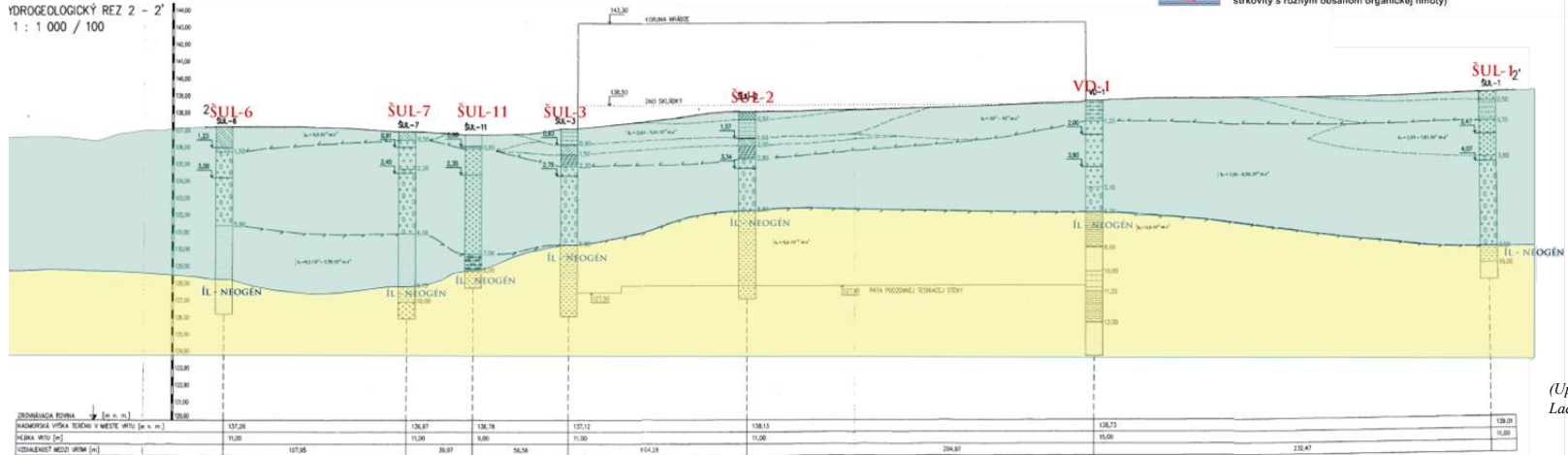
MEZ-165 profil 1-1'



Legenda

- | Kvartér |   |
|---------|---|
| A       | Antropogén - nečlenený  |
| F       | Hĺbna - pôda (ornica) miestami s obsahom piesku, štrku, ílu a humolitu                              |
| Si      | Dominantne silt (ílovitý, piesčité až štrkovité)  |
| C       | Dominantne íl (rôznej plasticity), piesčité, siltovité, štrkovité s rôznym obsahom organickej hmoty |
| G       | Dominantne štrk (piesčité, siltovité a ílovité), miestami s prímiesou organickej hmoty              |
| S       | Dominantne piesok (jemnozrnný až hrubozrnný), ílovitý, siltovité, miestami s obsahom štrku          |
| Neogén  |   |
| nS      | Dominantne piesok (ílovitý a siltovité), jemnozrnný až hrubozrnný                                   |
| nC      | Dominantne íl (tuhý až plastický), piesčité, siltovité, štrkovité s rôznym obsahom organickej hmoty |

HYDROGEOLOGICKÝ REZ 2 - 2'  
1 : 1 000 / 100

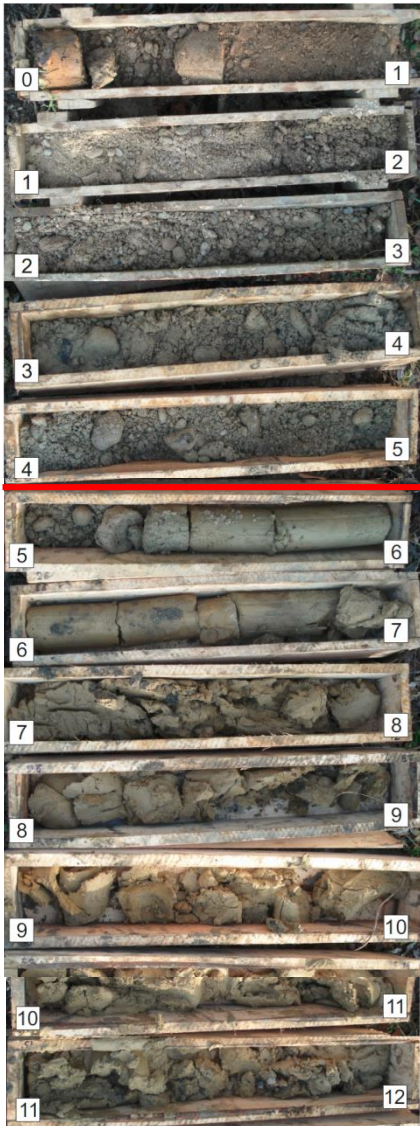


(Upravené podľa Laczová, 2014)

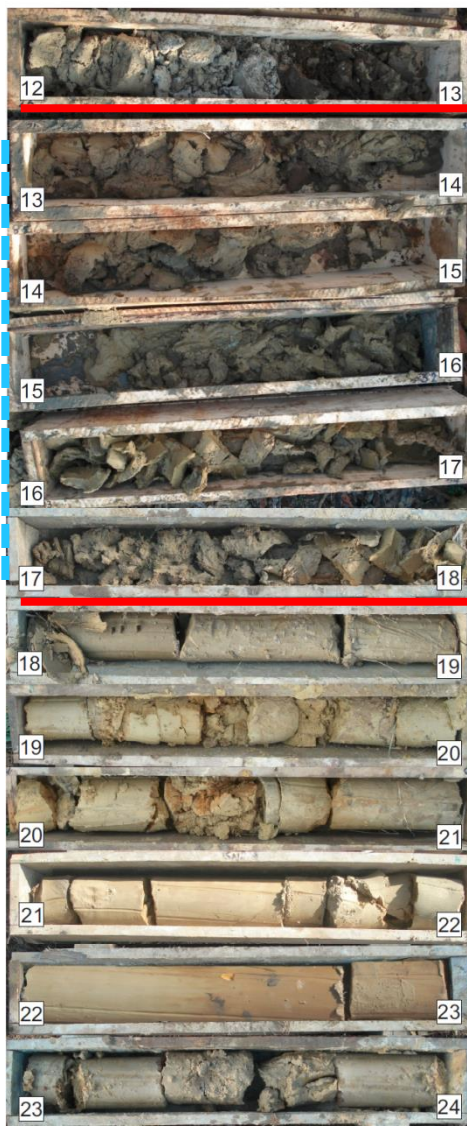
# PRÍKLADY -

## HYDROGEOLOGICKÁ ŠTRUKTÚRA SO STRIEDANÍM KOLEKTOROV A IZOLÁTOROV

VN165-5  
(0-12 m)



(12-24 m)



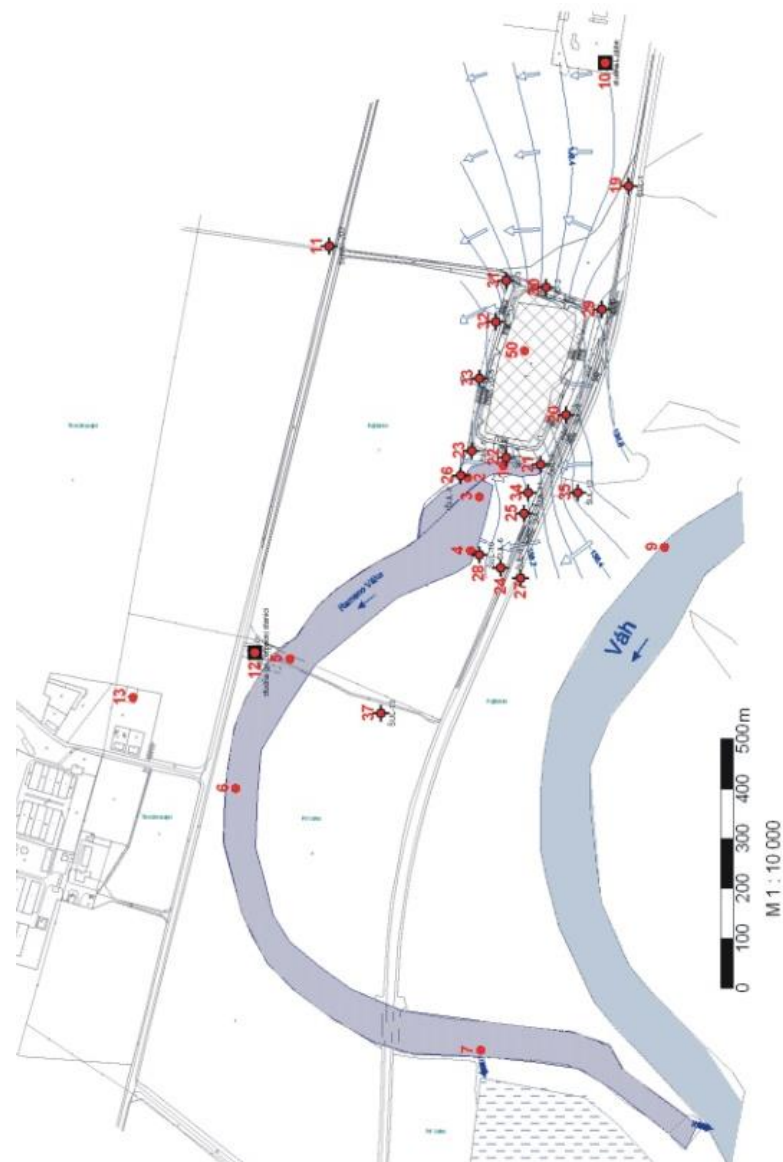
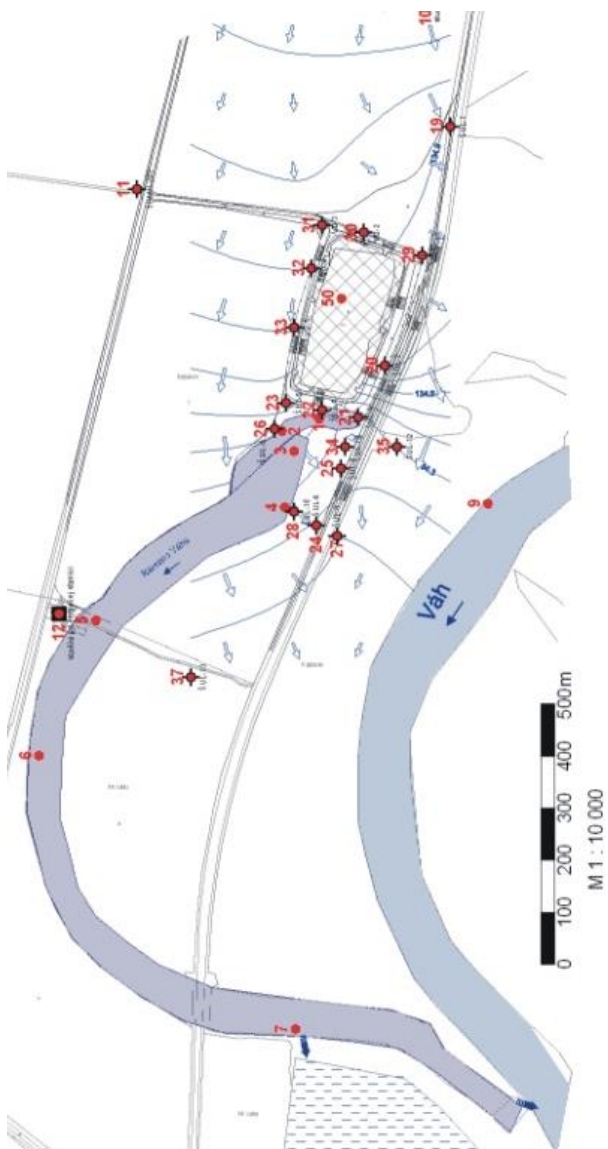
Časť geologického profilu vrtu VN49-7



(ŠGÚDŠ – MEZ)

# PRÍKLADY -

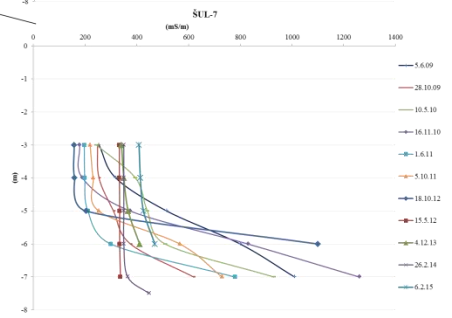
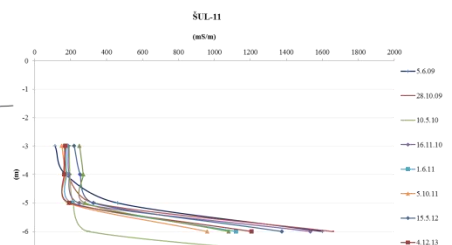
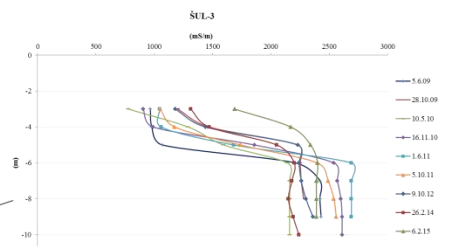
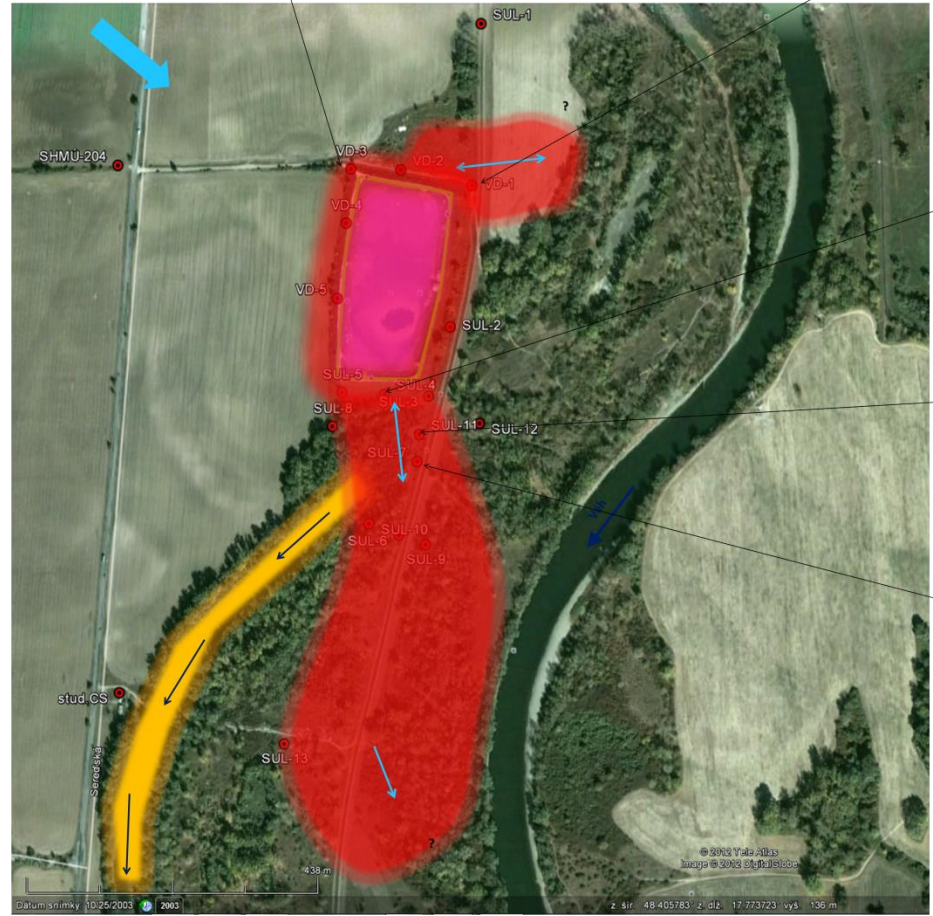
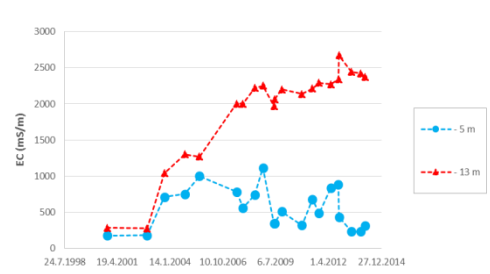
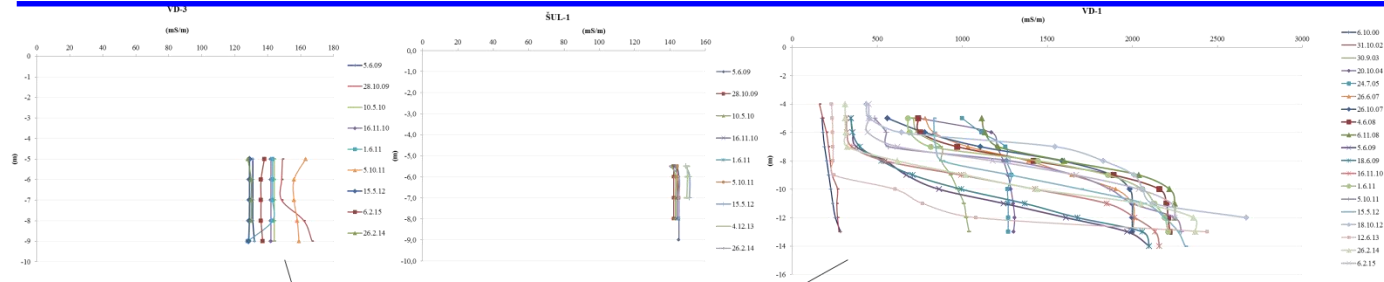
## HYDROGEOLOGICKÁ ŠTRUKTÚRA SO STRIEDANÍM KOLEKTOROV A IZOLÁTOROV



(Mikita, S. in Vybíral a kol., 2005)

# PRÍKLADY -

## HYDROGEOLOGICKÁ ŠTRUKTÚRA SO STRIEDANÍM KOLEKTOROV A IZOLÁTOROV

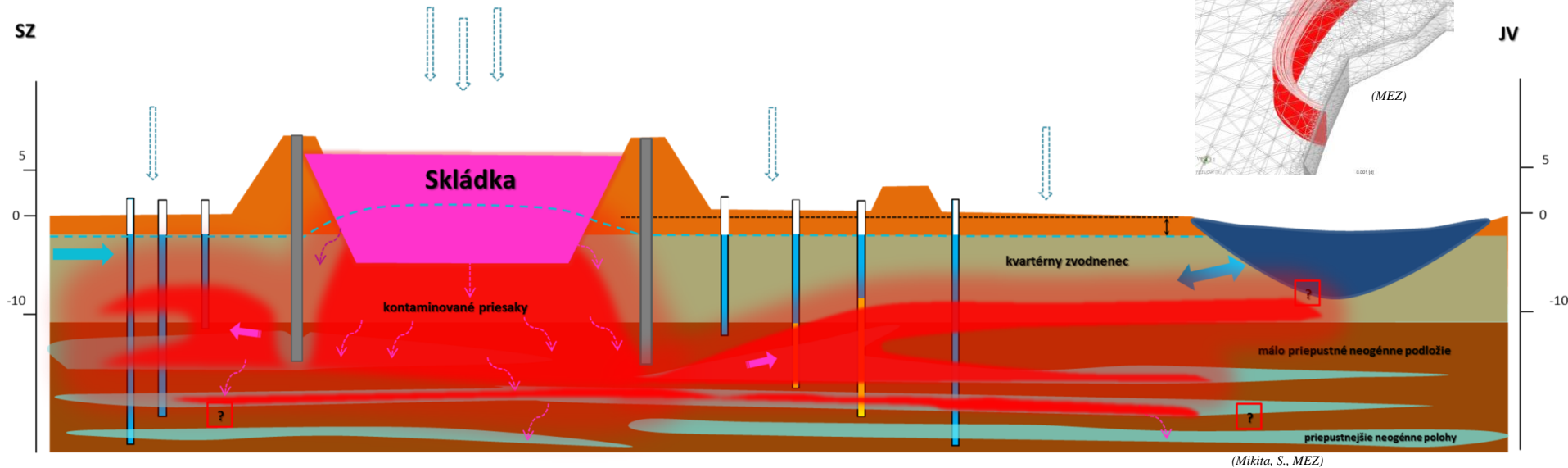
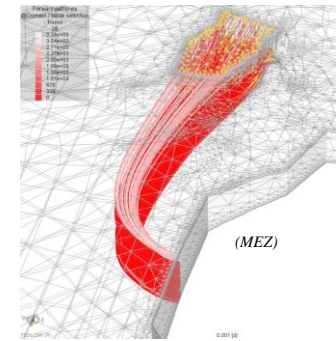


	2012	CHSK <sub>Cr</sub>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	(SO <sub>4</sub> ) <sup>2-</sup>	Fe	Zn	Pb
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	μg/l	μg/l
VR165-1a	18.10.	48	1349	274	127	10	<5	
VR165-1b	18.10.	528	8958	<4	1716	108	48	



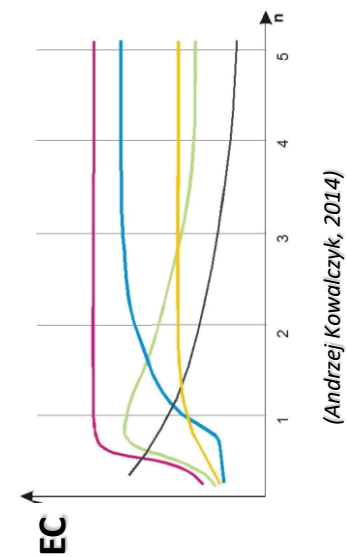
(Vybíral, Mikita)

# PRÍKLADY - HYDROGEOLOGICKÁ ŠTRUKTÚRA SO STRIEDANÍM KOLEKTOROV A IZOLÁTOROV



# PRÍKLADY – vplyv čerpania

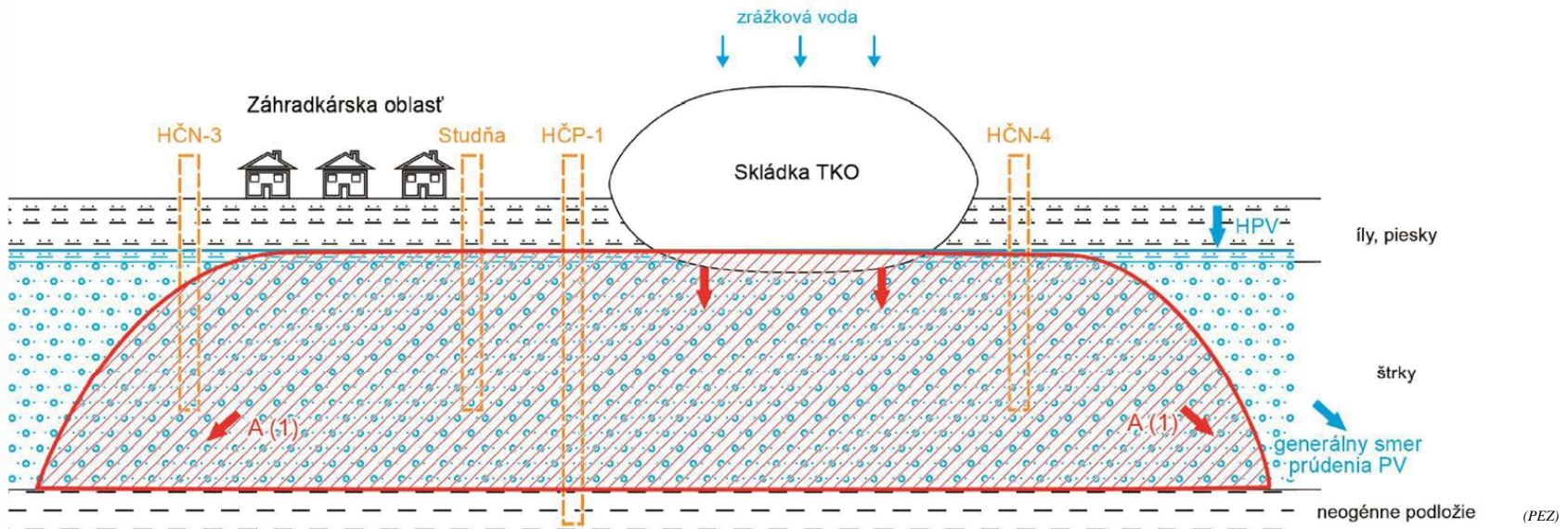
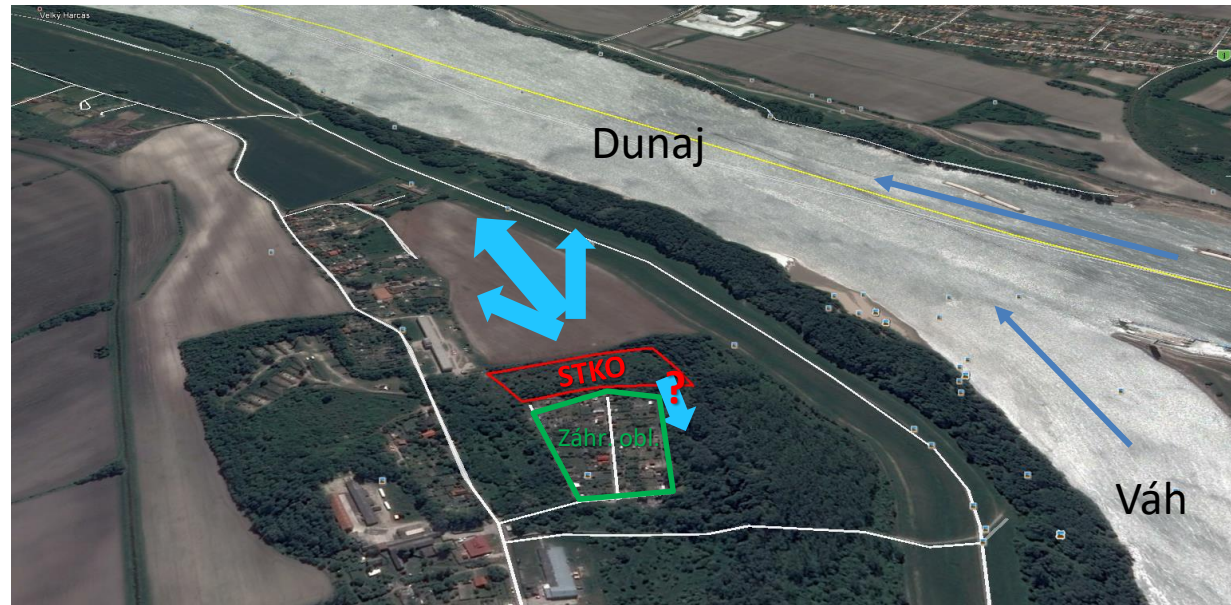
## HYDROGEOLOGICKÁ ŠTRUKTÚRA SO STRIEDANÍM KOLEKTOROV A IZOLÁTOROV



(Mikita, S., MEZ)

(Andrzej Kowalczyk, 2014)

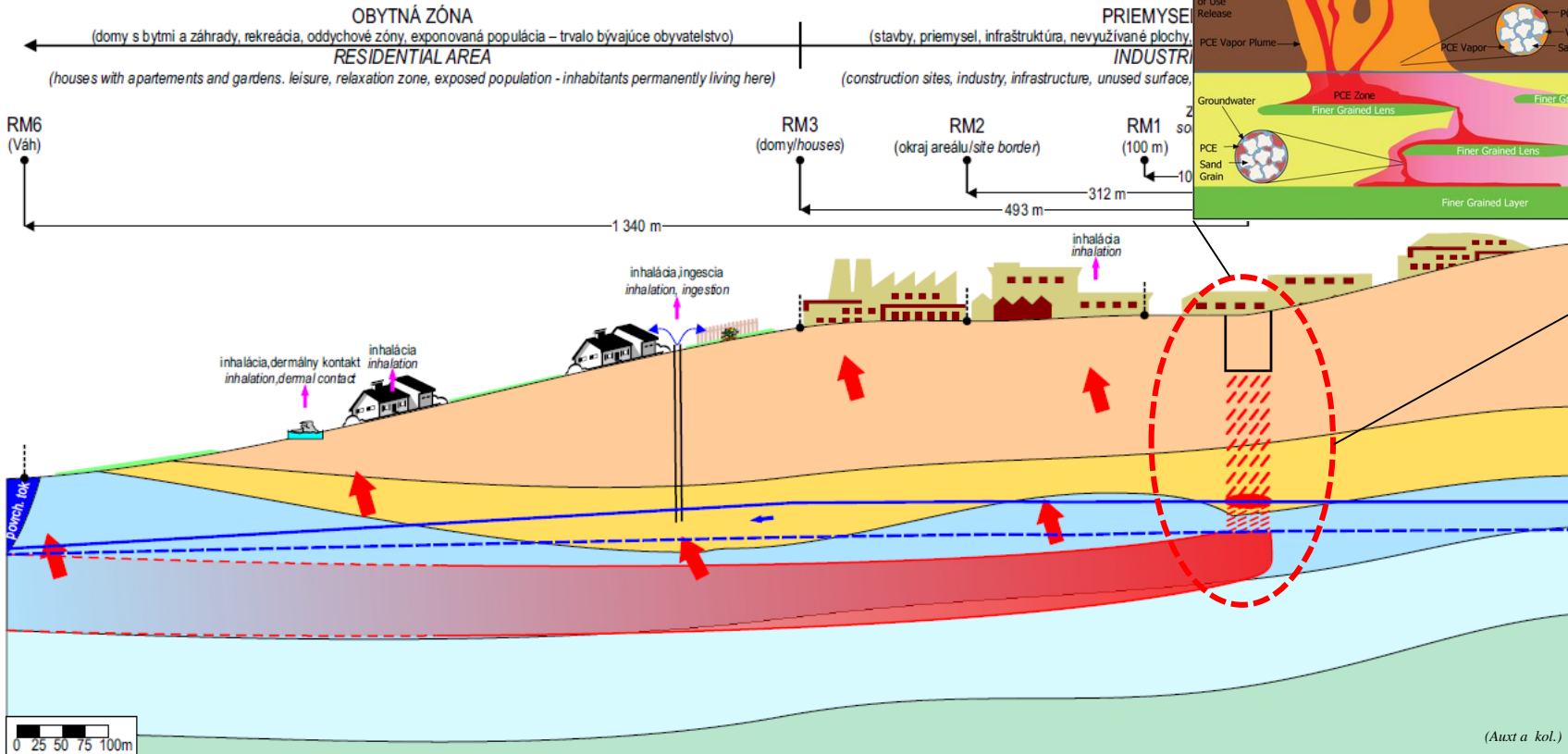
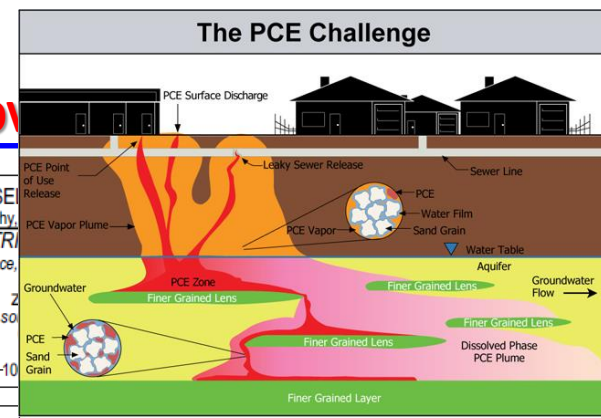
# PRÍKLADY – vplyv čerpania





# PRÍKLADY –

## HYDROGEOLOGICKÁ ŠTRUKTÚRA SO STRIEDANÍM KOLEKTOROV



### LEGENDA / LEGEND:

#### Hydrogeologická charakteristika Hydrogeological characteristics

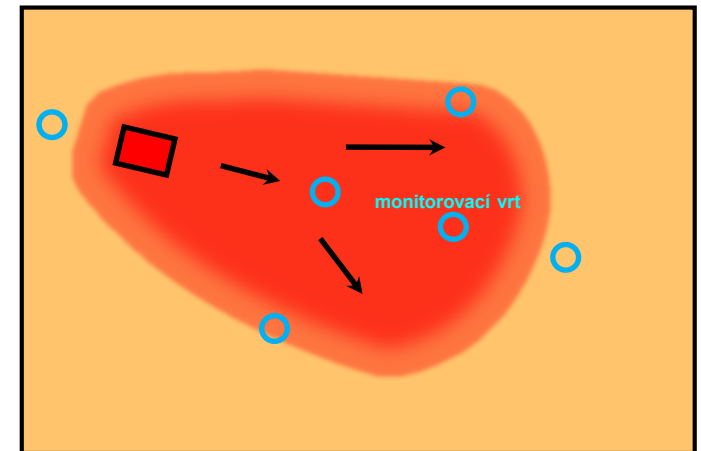
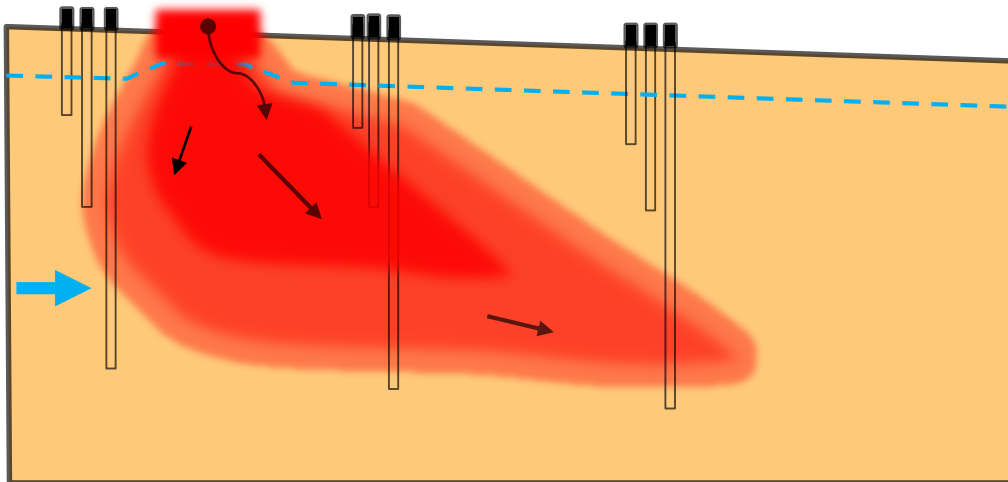
- hliny / loam,  $k_f = 5 \times 10^{-5} - 5 \times 10^{-6}$
- hliny / loam,  $k_f = 5 \times 10^{-4} - 5 \times 10^{-5}$
- štrky / gravels,  $k_f = 5 \times 10^{-3} - 5 \times 10^{-4}$
- piesky a íly / sand and clay,  $k_f = 5 \times 10^{-5} - 5 \times 10^{-8}$
- neogén / neogene,  $k_f = 5 \times 10^{-5} - 5 \times 10^{-8}$

- referenčné miesto  
reference place
- znečistenie zemín nad hladinou podz. vody  
soil contamination above groundwater level
- znečistenie zemín pod hladinou podz. vody  
soil contamination below groundwater level
- kontaminačný mrak  
contamination plume
- cesty šírenia znečistenia  
contamination spreading paths
- expozičné cesty  
exposure paths
- maximálna hladina podzemnej vody  
maximum groundwater level
- minimálna hladina podzemnej vody  
minimum groundwater level
- smer prúdenia podzemnej vody  
groundwater flow direction

# PRÍKLADY – HLBOKÁ HYDROGEOLOGICKÁ ŠTRUKTÚRA

Kolektor tvorí bezprostredné podložie EZ, pričom dominantný izolátor je v hĺbke viac ako 30 m, terén je rovinatý.

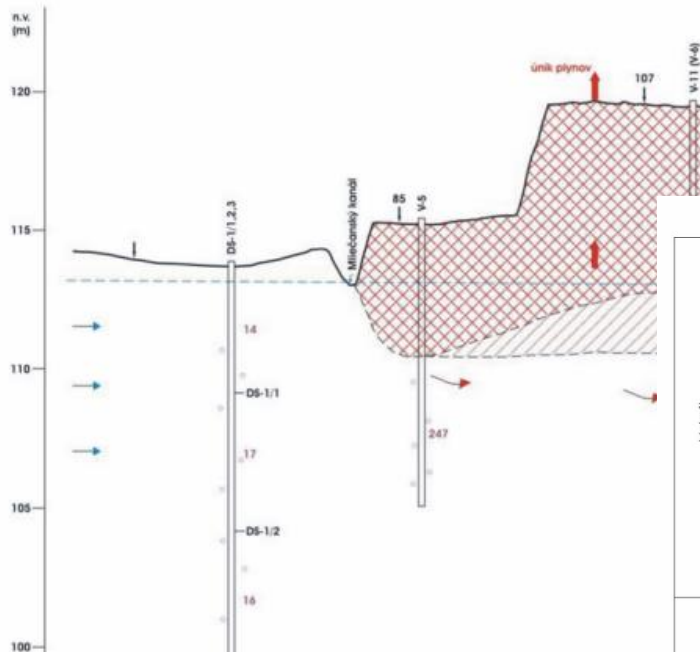
- zneč. l. migrujú vo forme kontaminačného mraku, má tendenciu zaklesávať hlbšie do zvodnenca (vyššia hustota zneč. l.), postupne sa vplyvom disperzie narieduje
- smer a tvar šírenia kontaminačného mraku je podmienený regionálnym prúdením podzemnej vody a tiež disperziou a anizotropiou (fluviálny vývoj)
- pri vyššej mineralizácii zvodnenca, spôsobeného zneč. l. sa môže vytvárať chemická zonálnosť



(upravené podľa Vybíral, Putiška, Mikita., 2005)

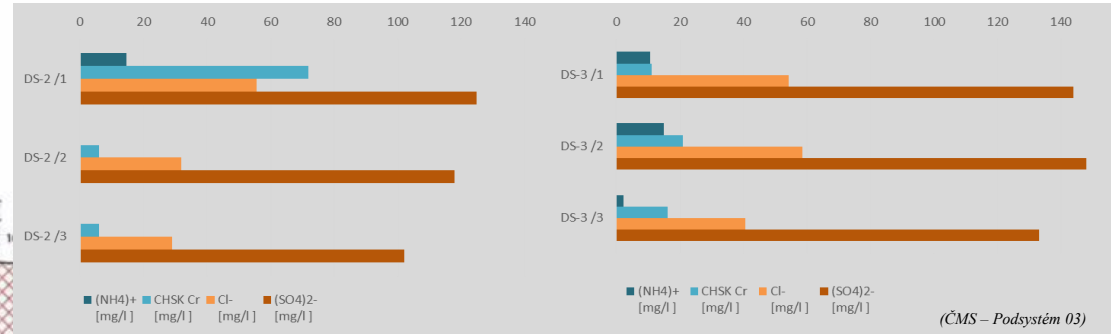
# PRÍKLADY – HLBOKÁ HYDROGEOLOGICKÁ ŠTRUKTÚRA

Dunajská Streda – skládka TKO  
Vertikálna distribúcia bóru  
v okolí skládky



125 m od skládky

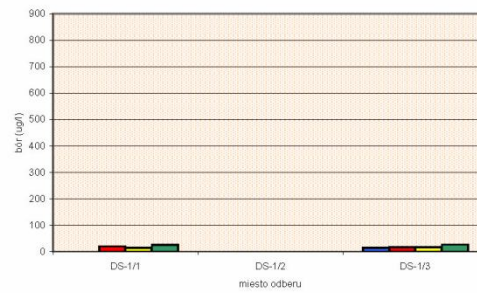
190 m od skládky



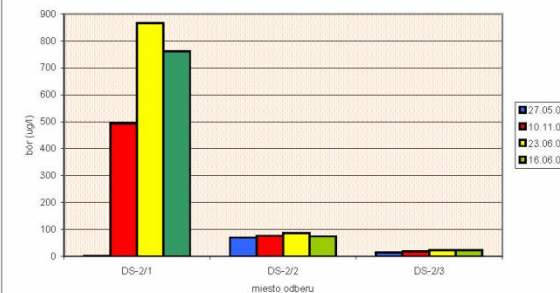
Dunajská Streda - skládka TKO

(ČMS – Podsystem 03)

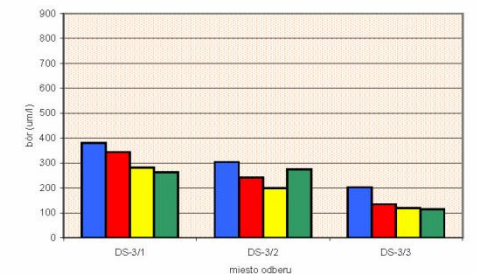
Obsah bóru vo vrtoch



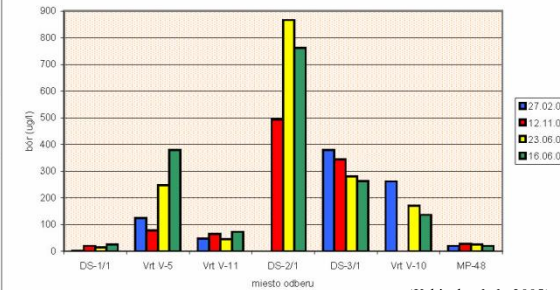
Obsah bóru vo vrtoch



Obsah bóru vo vrtoch



Obsah bóru - vrty v smere prúdenia vody



(Vybíral a kol., 2005)

# Metodický pokyn – odporúčaný postup pre vybrané prípady prieskumu ZÚ

---

V pripravovanom metodickom pokyne je snaha prezentovať odporúčané postupy prieskumných prác pri najbežnejších prípadoch znečistených území v prostredí SR

## A. Zdroje znečisťovania:

banský odpad, skládka odpadov, priemyselný areál

## B. Hydrogeologické štruktúry:

*(nie pre puklinové horninové prostredie a nie pre špecifické org. l. typu LNAPL a DNAPL)*

plytká, hlboká, striedanie kolektorov a izolátorov

## C. Znečisťujúce látky:

priesakové kvapaliny, organické látky a špecifické organické látky (LNAPL, DNAPL), kovy.

*V podstate zovšeobecnenie prípadový štúdií (case studies) ...*

Nie náhrada platnej legislatívy

# ZÁVERY

---

- Pri prieskume znečisteného územia sa v praxi najčastejšie využíva **odborný úsudok riešiteľa**, ktorý ale nesie so sebou veľké rozdiely v prístupe a kvalite ... (*Neistoty môžu byť vyvážené napr. získaním väčšieho množstva informácií...*)
- Platí, že **každá lokalita je jedinečná**, preto nie je možné v detailoch uplatňovať rovnaké prístupy a postupy ale je žiadúce prispôbiť prieskum potrebe získavať reprezenatatívne(jšie) údaje o lokalite
- Odporúčané postupy pre prieskum vybraných prípadov znečisteného územia v prostredí Slovenska ilustrujú relevantné **aspekty, ktoré je opodstatnené zvažovať** pri určitých zdrojoch znečistenia, znečisťujúcej látky alebo hydrogeologickej štruktúry.
- Vychádzajú hlavne z riešenia **komplexnejších a dlhšie trvajúcich úloh** zameraných na znečistené územia v prostredí Slovenska a sú priebežne konfrontované s riešením úloh v praxi a taktiež aktuálnymi poznatkami zo zahraničia.
- Spoznávaním ako znečistený prírodný systém funguje, možno uplatňovať pri prieskume **cielenejší prístup a eliminovať tak neurčitosti**, to umožňuje získavať reprezentatívnejšie údaje o reálnej situácii na lokalite.
- Vývoj a poznanie idú neustále dopredu, pribúdajú nové a sofistikovanejšie prieskumné a laboratórne technológie. Pre optimalizovanie prieskumných prác a získavanie reprezentatívnejších údajov dôležité, jednotlivé skúsenosti a poznatky z riešenia úloh v znečistenom území **systematicky zhromažďovať a účelovo spracovávať**.
- Ako ?

*„Ani najlepšia interpretácia nereprezentatívnych údajov nemôže byť spoľahlivá“*

# Ďakujem za pozornosť

