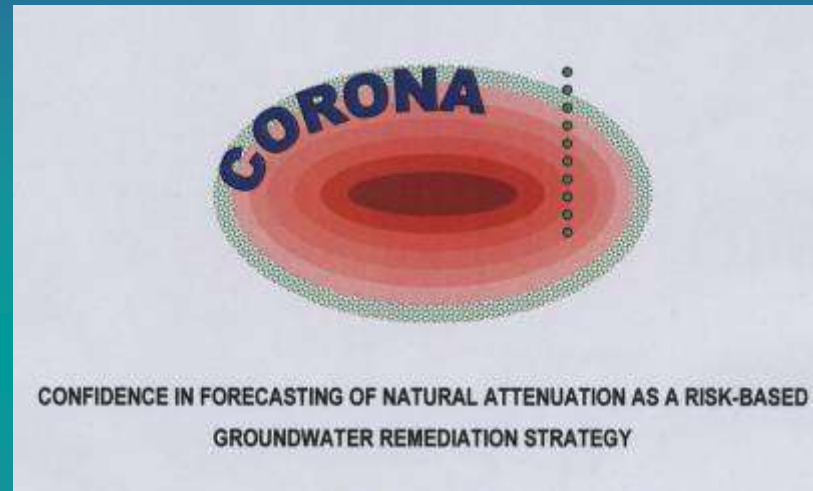


Výsledky mezinárodního výzkumného projektu CORONA



Jiří Čížek, Zbyněk Vencelides, Jaroslav Žák

SANAČNÍ TECHNOLOGIE X. 22.-24.5.2007 Uherské Hradiště

Projekt CORONA

– Confidence in fORecasting Of Natural Attenuation

Projekt financován Evropskou komisí - EVK1-CT-2001-00087

Hlavní kordinátor D.N. Lerner z University of Sheffield

Hlavní cíle projektu:

- (a) Posílení vědecké báze pro použití metody přirozené atenuace
- (b) Příprava robustních prostředků pro posouzení přirozené atenuace jako sanační metody
- (c) Rozšíření těchto prostředků v hydrogeologické obci
- (d) Vyvinutí vzorkovačů s velkým rozlišením
- (e) Porovnání modelování sofistikovaným numerickým programem PHT3D s jednoduchým model CoronaScreen;

Lokality projektu CORONA:

Holandsko: kontaminace chlorovanými uhlovodíky v provincii Brabant, kombinace použití izotopů ^{13}C , modelování a mikrobiologie

Itálie: kontaminace ropnými látkami na lokalitě se sezónními změnami směru proudění, aplikace izotopů ^{18}O a ^{13}C a modelování

Dánsko: Sjoelund, kontaminace ze skládky, hlavní kontaminanty herbicidy MCPP a dichlorprop, opět modelování a izotopy

Anglie: Rexco u Mansfieldu, kontaminace amonnými ionty a fenoly na lokalitě gasifikace uhlí, modelování, izotopy a mikrobiologie FourAshes – pískovcový aquifer znečištěný fenoly

Česko: Hněvice, kontaminace ropnými látkami (viz dále), jediná lokalita, kde oblast detailní studie nebyla v čelní části kontaminačního mraku

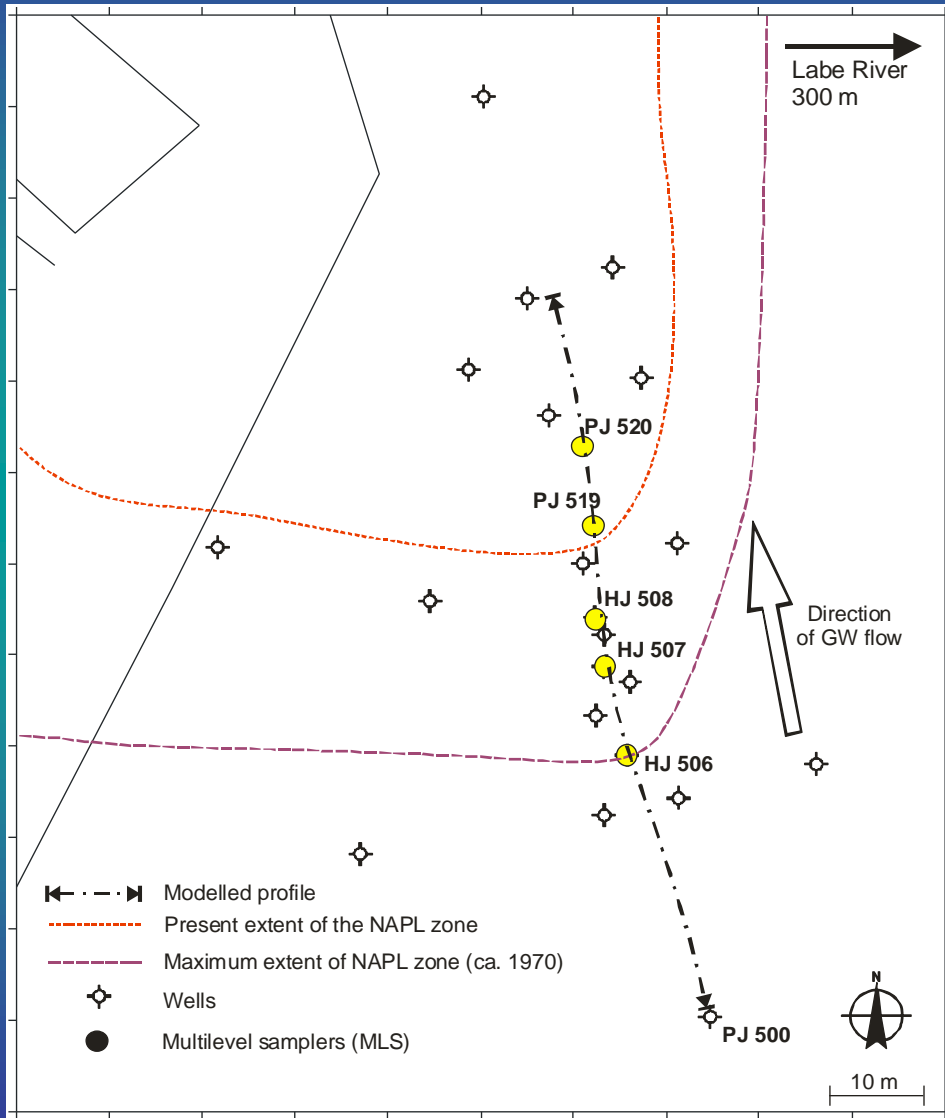
Na všech lokalitách byl použit program reaktivního transportu PHT3D (Prommer et al., 2003) k verifikaci hypotéz o procesech přirozené atenuace, rovněž na všech lokalitách bylo použito víceúrovňové vzorkování (MLS)

Lokalita Hněvice

- kontaminace je ve štěrkopískovém kolektoru v blízkosti Labe, vysoká hydraulická vodivost v řádu 10^{-3} m/s, rychlosti proudění okolo 1 m/den, směr proudění k severu paralelně s řekou Labe,
- historie kontaminace není přesně známá, předpokládají se úniky už za 2. světové války, pak další úniky a maximální rozsah kontaminace na začátku sedmdesátých let,
- pak sanační čerpání volné fáze a přirozená atenuace, takže mrak se do roku 2004 zmenšil, tím se dostala zóna původně zasažená volnou fází nyní mimo mrak,
- studovaná oblast je v nátokové části mraku, kde voda s vysokými koncentracemi NO_3 a SO_4 vtéká do původně redukované zóny;



Schéma lokality a vzorkovací body



Technické práce v lokalitě Hněvice

- Úzkoprofilové průzkumné vrty PV 509 - 518
- Monitorovací vrty PJ 500 – PJ 505
- 12-ti úrovnňové zonální vrty HJ 506, HJ 507, HJ 508 (viz MLS 1, 2, 3)
- 40-ti úrovnňové vzorkovací vrty HJ 519,520
- Zasadovací vrty pro stopovače PV 521, 522
- Převystrojení stávajícího vrtu HV 43
- Geodetické zaměření všech vrtů s mm přesností

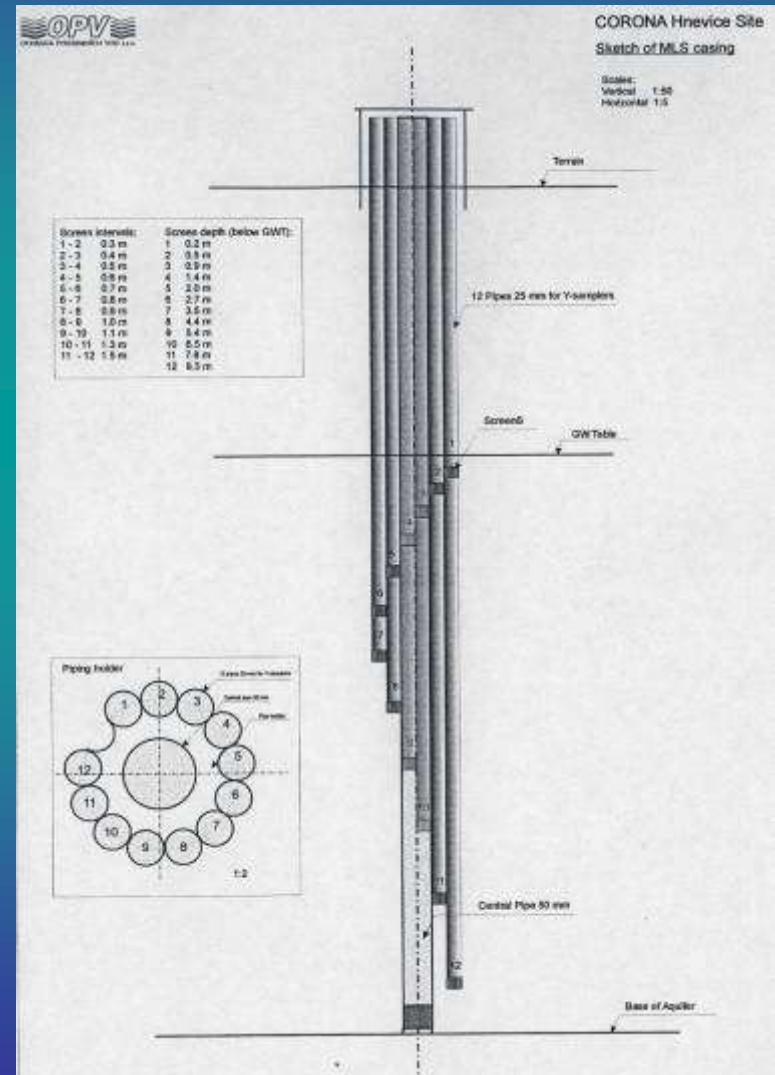
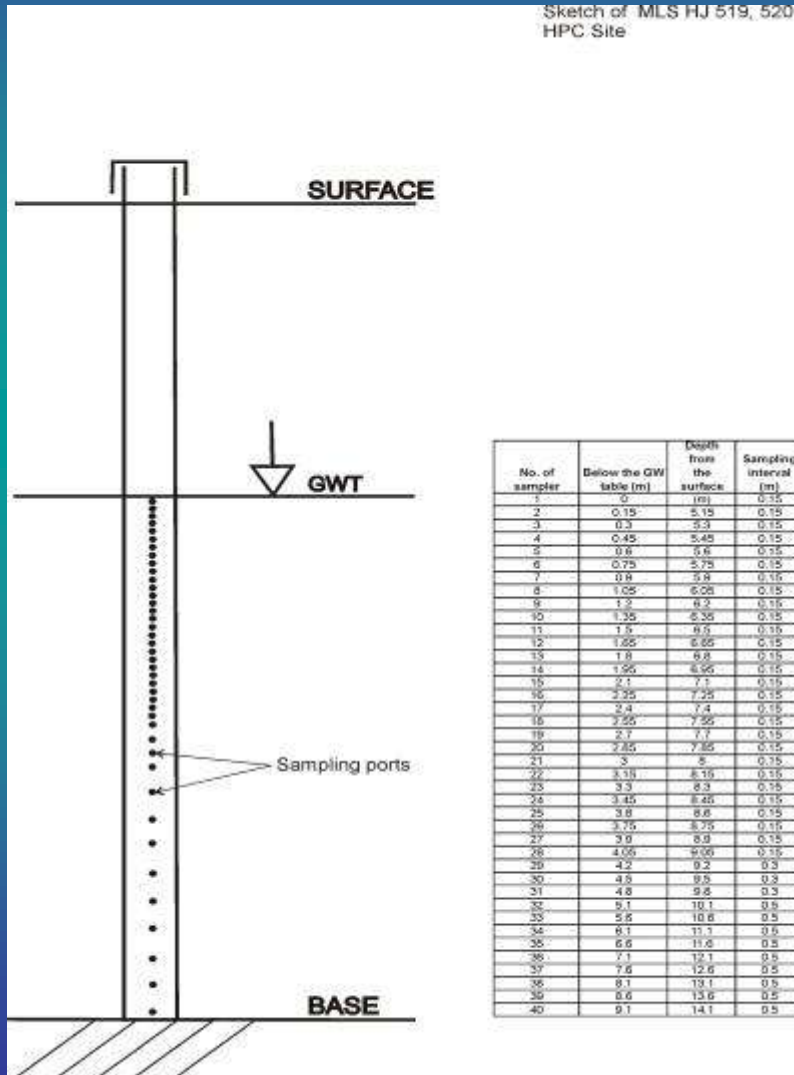
Hloubení nových monitorovacích vrtů



Nové pozorovací a monitorovací vrty



Víceúrovňové vzorkovače - Multilevel samplers (MLS):



Vystrojení nových vrtů MLS



Výstroj vrtů pro víceúrovňové vzorkování





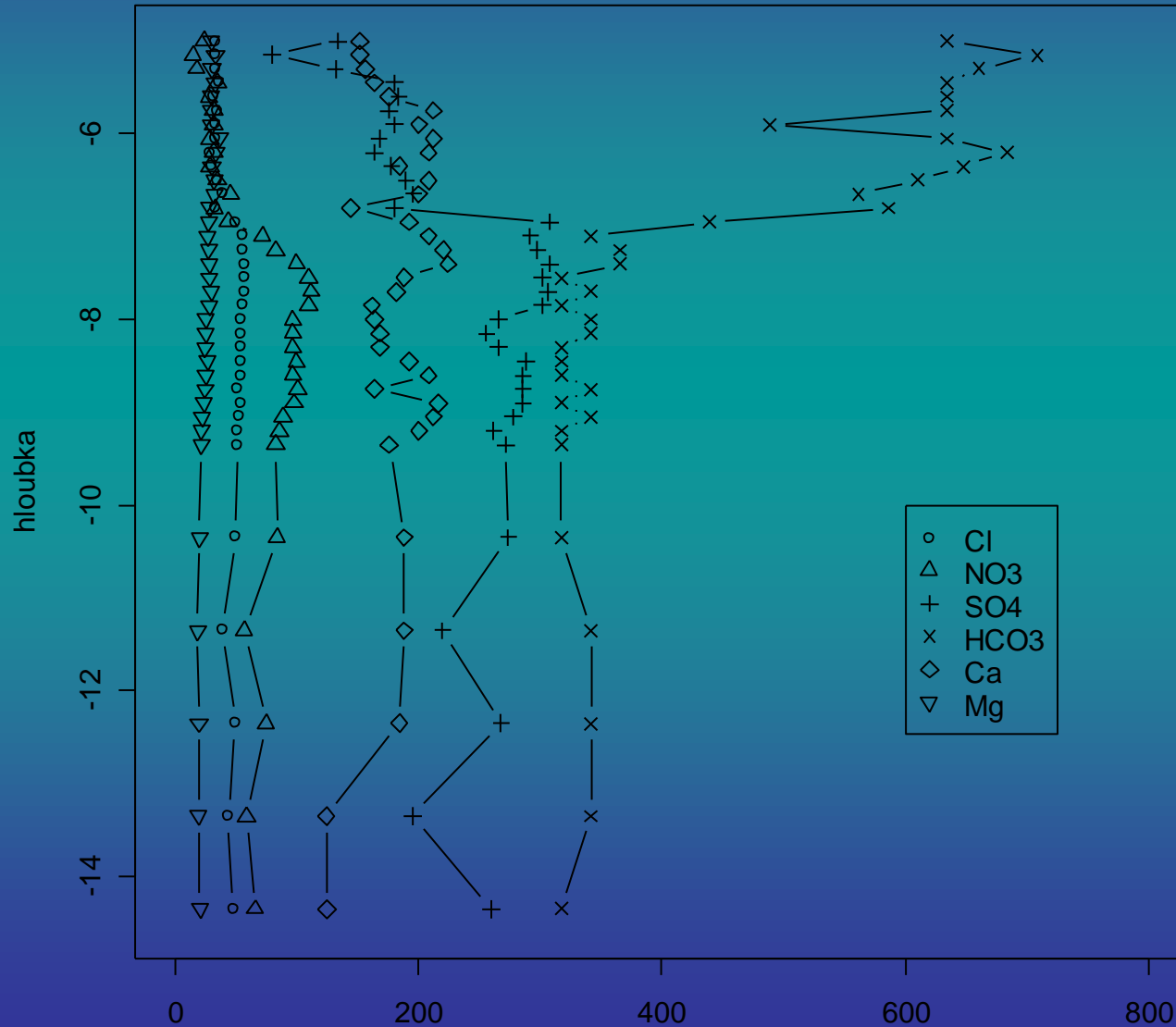


Polymer	C/C₀
PTFE (Polytetrafluoroethene)	0.94
PA-DK (Polyamide, brand used in DK)	0.94
XDPE(High density polyethylene, Waterra)	0.67
PA (Polyamide)	0.65
HDPE-USFD (High density polyethylene)	0.53
LDPE (Low density polyethylene)	0.47
PU (Polyurethane)	0.42
PVC (Polyvinyl chloride)	0.18
SI (Silicone)	0.07

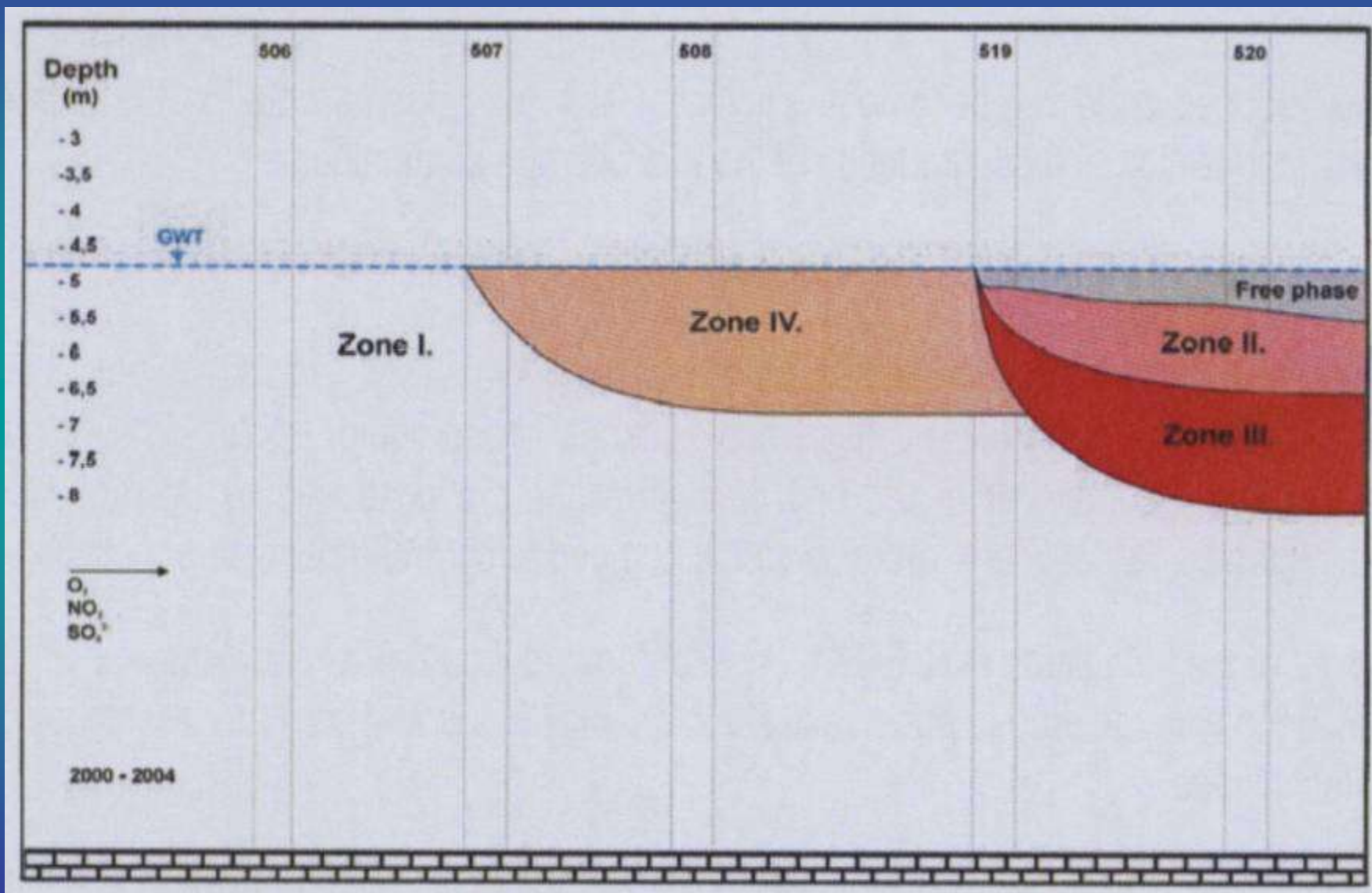
Přirozená hydrochemická zonálnost

- Složení podzemní vody odpovídá prostředí jejího výskytu
 - Při hladině kontakt s půdní atmosférou
 - Výměna plynů
 - Oxidační prostředí
 - S hloubkou klesá redoxpotenciál - Eh
 - Redukce oxidovaných složek během oběhu podz. vody
 - $O_2 \rightarrow NO_3^- \rightarrow Fe^{3+} \rightarrow SO_4^{2-}$

3D monitoring kontaminačního mraku



Koncepční model lokality (Final report)



Výsledky modelování: base case ve 2-D, simulace pro 10 let

Toluen



Siderit



Ferihydrit



FeS - mackinawit

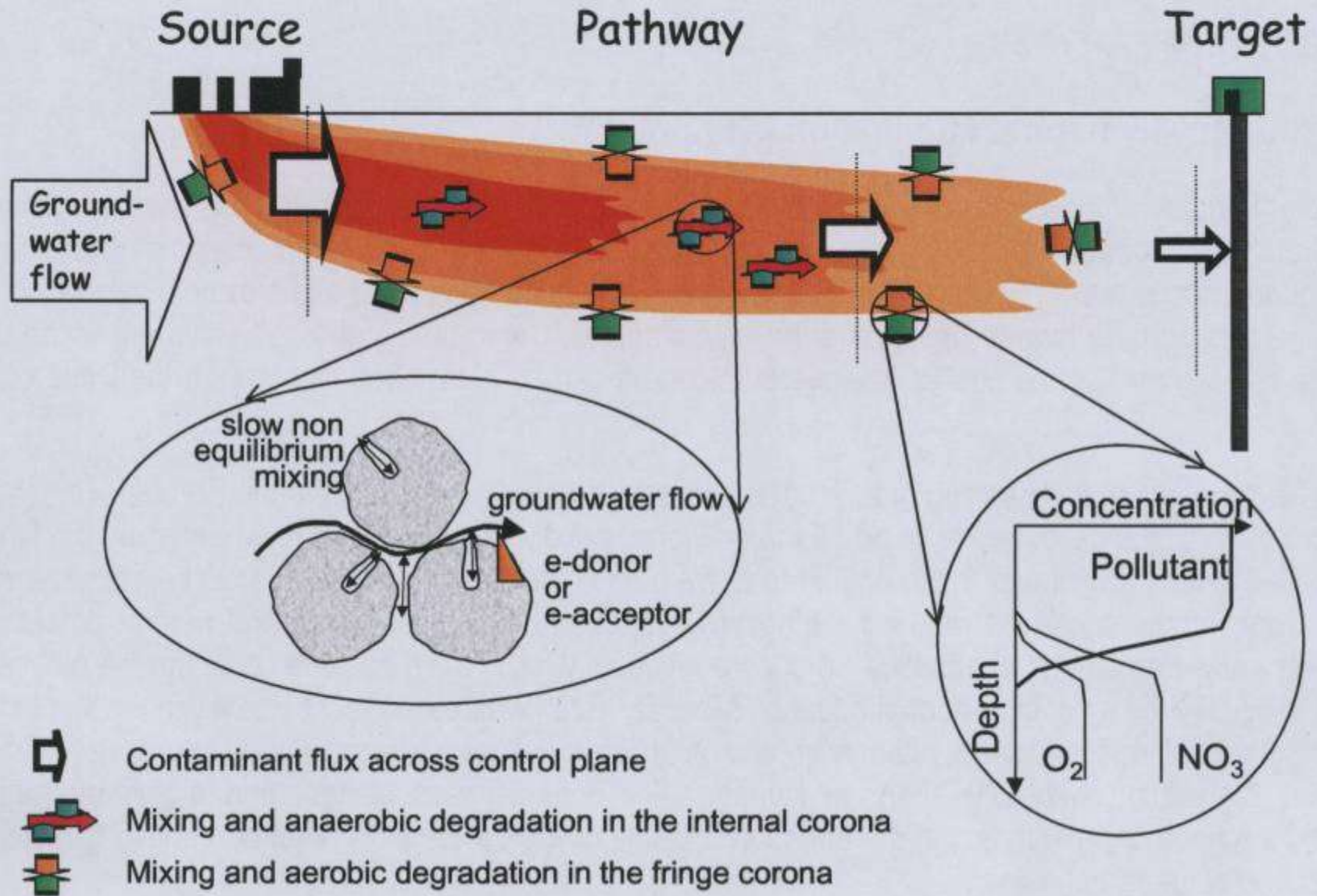


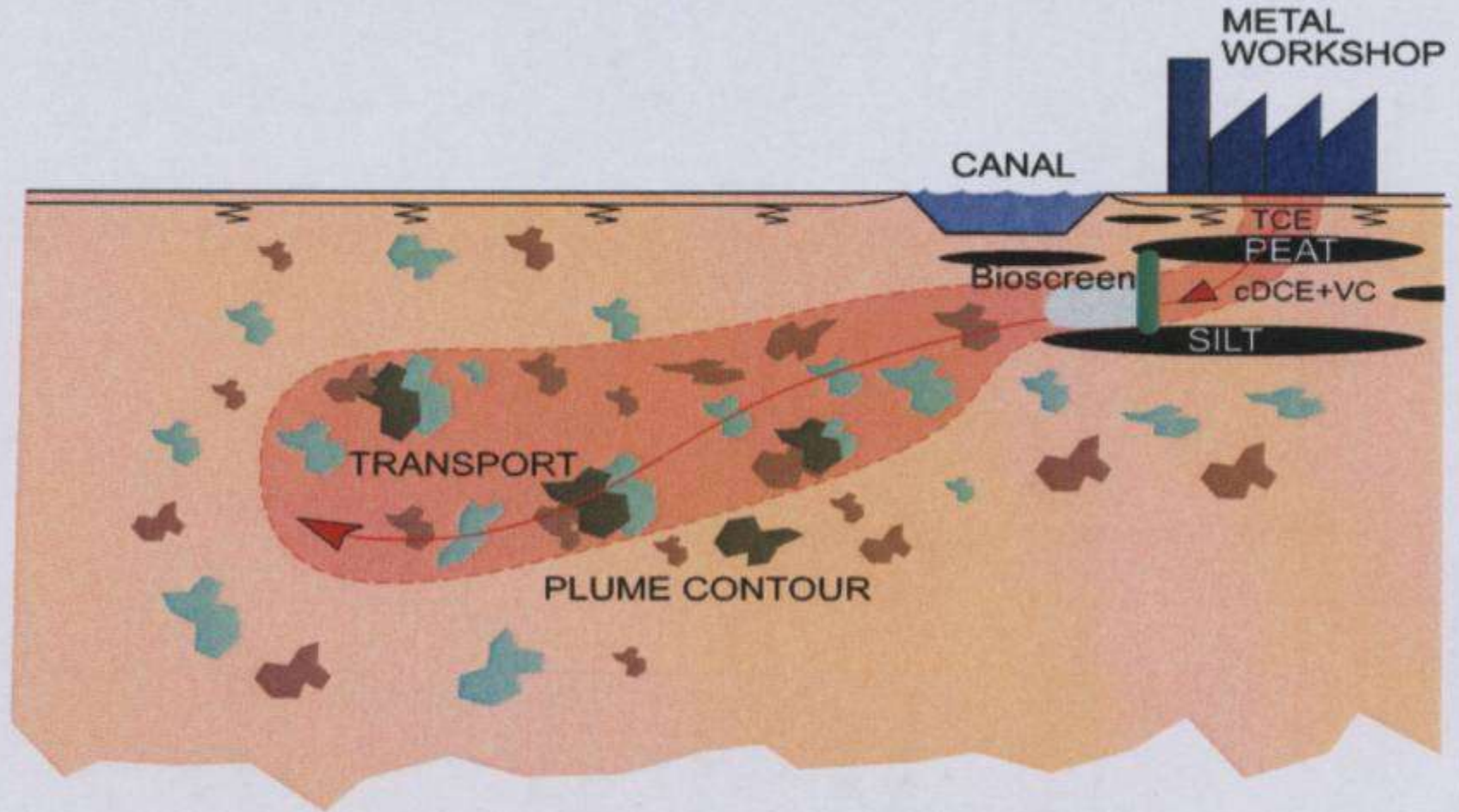
Závěry Hněvice

- na lokalitě v Hněvicích je kontaminace ropnými látkami po dobu několika desetiletí; zóna původně kontaminovaná LNAPL je nyní bez kontaminace a jsou v ní minerály Fe(II), které jsou reoxidovány,
- v mraku dochází k překrytu redoxních zón a nelze tedy ani při detailním vzorkování vymezit oddělené zóny spotřeby elektronových akceptorů,
- za použití výpočtů speciace, inverzního geochemického modelování a mineralogických analýz pevné fáze byly identifikovány hlavní procesy, které pak byly zahrnuty v modelu reaktivního transportu,
- k modelování reaktivního transportu ve 2-D byl použit program PHT3D na profilu, který zahrnoval jak zónu reoxidace, tak i zónu současné kontaminace,

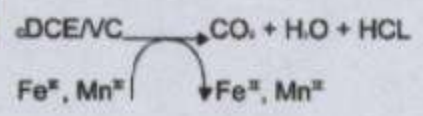
Závěry Hněvice (pokračování)

- v modelu bylo zahrnuto rozpouštění a kinetická degradace toluenu, rovnovážné rozpouštění/vysrážení ferrihydritu a kinetické rozpouštění/vysrážení sideritu a FeS,
- při modelování pro časový úsek 20 let bylo zjištěno vysrážení ferrihydritu na spodním lemu mraku v místech, kde je Fe(II) oxidováno na Fe(III),
- množství vysrážených minerálů (ferrihydrit, siderit, FeS) závisí na hodnotách disperzivity a hlavně na hodnotách kinetických konstant,
- reoxidace Fe(II) minerálů v zóně, ve které dříve byla volná fáze LNAPL, může konzumovat značnou část oxidační kapacity podzemní vody, která pak není dostupná pro degradaci ropných látek

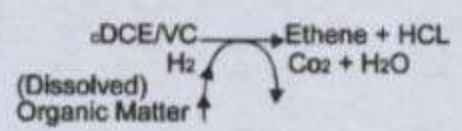




cDCE/VC Oxidation



cDCE/VC Reduction



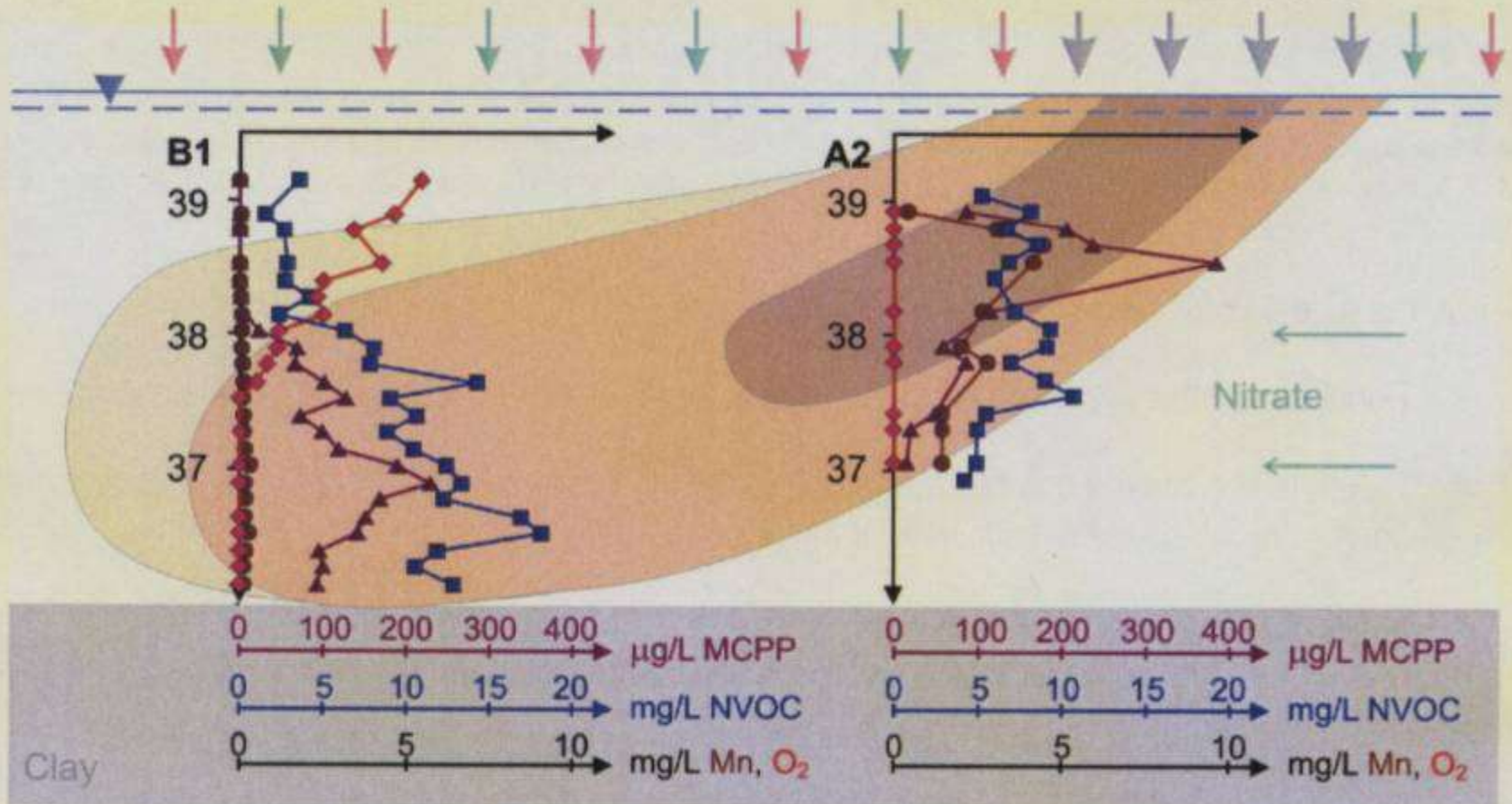
cDCE / VC OXIDATION AND REDUCTION

LANDFILL LEACHATE

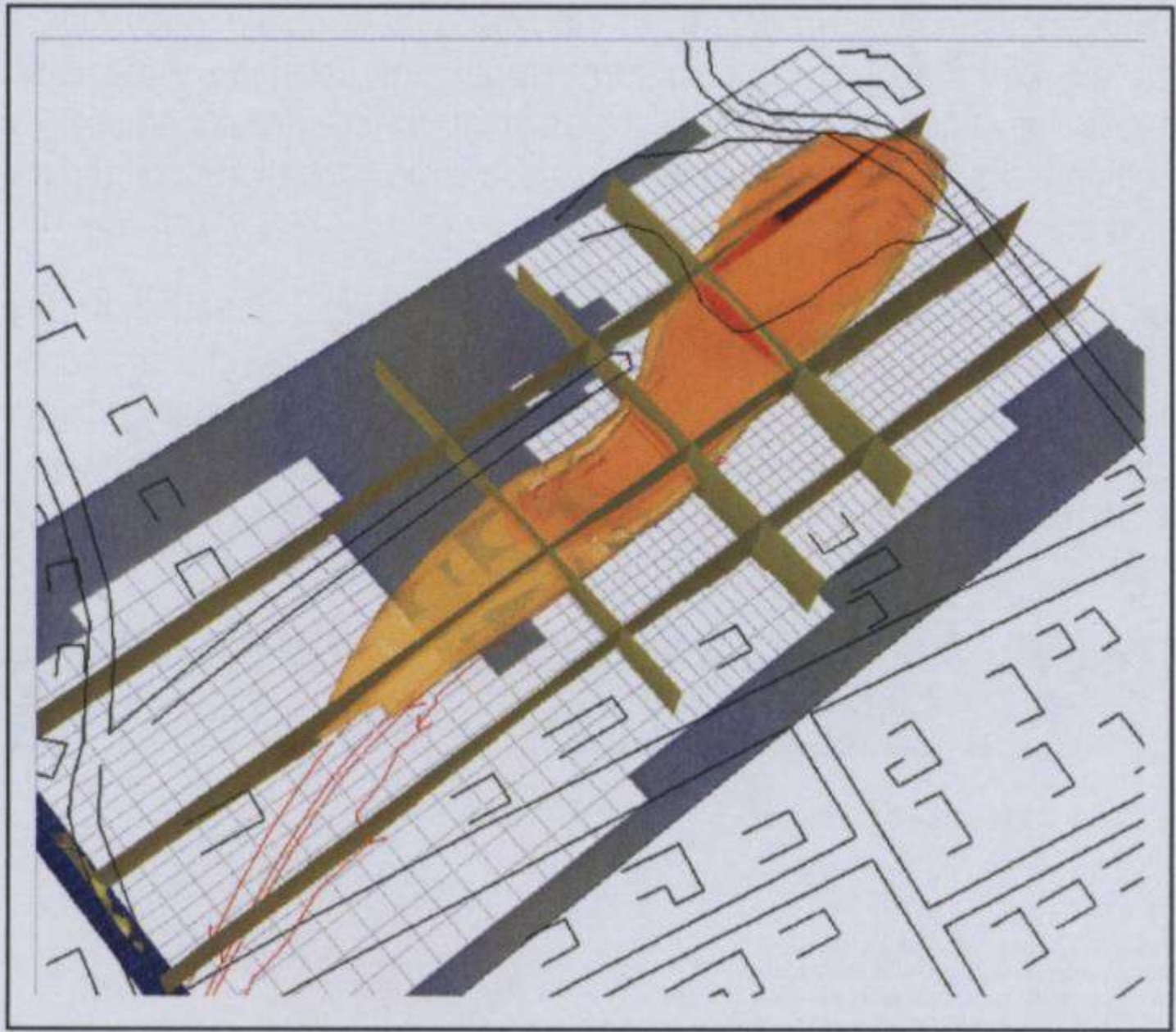
NVOC, INORGANICS

PHENOXY ACIDS

OXYGEN, NITRATE



- Aerobic
- Nitrate reducing
- Manganese reducing
- MCPP
- O₂
- Mn
- NVOC



CoronaScreen Natural Attenuation Assessment Models Worksheet Version 1.0

This worksheet was produced under the framework of CORONA, a research project supported by the European Commission under the Fifth Framework Programme and contributing to the implementation of Key Action 1 'Sustainable Management and Quality of Water' within the thematic programme for Energy, Environment and Sustainable Development, Contract No EVK1-CT-2001-00087
<http://www.shef.ac.uk/corona>



Prepared by GPRG  © 2005

Assessor:
David Lerner

Project:
TestSite

Sampling Date:
02/12/2004

Disclaimer/Liability Waiver:
This is a test-version only and not for distribution
Do not pass this file on without consent from the authors

Go To Introduction

Go To Data Input

Results

Plume Lengths

Electron Balance Model	31	m
Analytical Model	23	m
Travelling 1D Model	360	m

Calculate plume length(s)

Note on calculation of plume length

Calculation settings...

Print summary...

Assistant

- Go to Electron Balance Model
- Go to Analytical Model
- Go to Travel 1-D Model

Input

Plume source term composition

TOC	C _{TOC}	0	mg/L
Ammonium	C _{AMM}	0	mg/L
Benzene	C _{BENZ}	13	mg/L
Toluene	C _{TOLU}	0	mg/L
m_p_Xylene	C _{MPXY}	0	mg/L
o_Xylene	C _{OPYL}	0	mg/L
Ethylbenzene	C _{ETHB}	0	mg/L

Aquifer properties and hydrogeology

Groundwater flow velocity	v	0.5	m/day
Hydraulic conductivity	K	5	m/day
Hydraulic gradient	i	0.01	m/m
Effective porosity	n _e	0.27	(-)
Bulk density	ρ _b	2	g/cm ³
Fraction of organic carbon	f _{oc}	0.001	(-)
Kd for Ammonium	K _{d,AMM}	0.4	mL/g

- Add/Delete contaminants
- Restore velocity-equation
- Calc. alpha_z from dz
- Reset sheet to default values

Plume chemistry: residuals and products

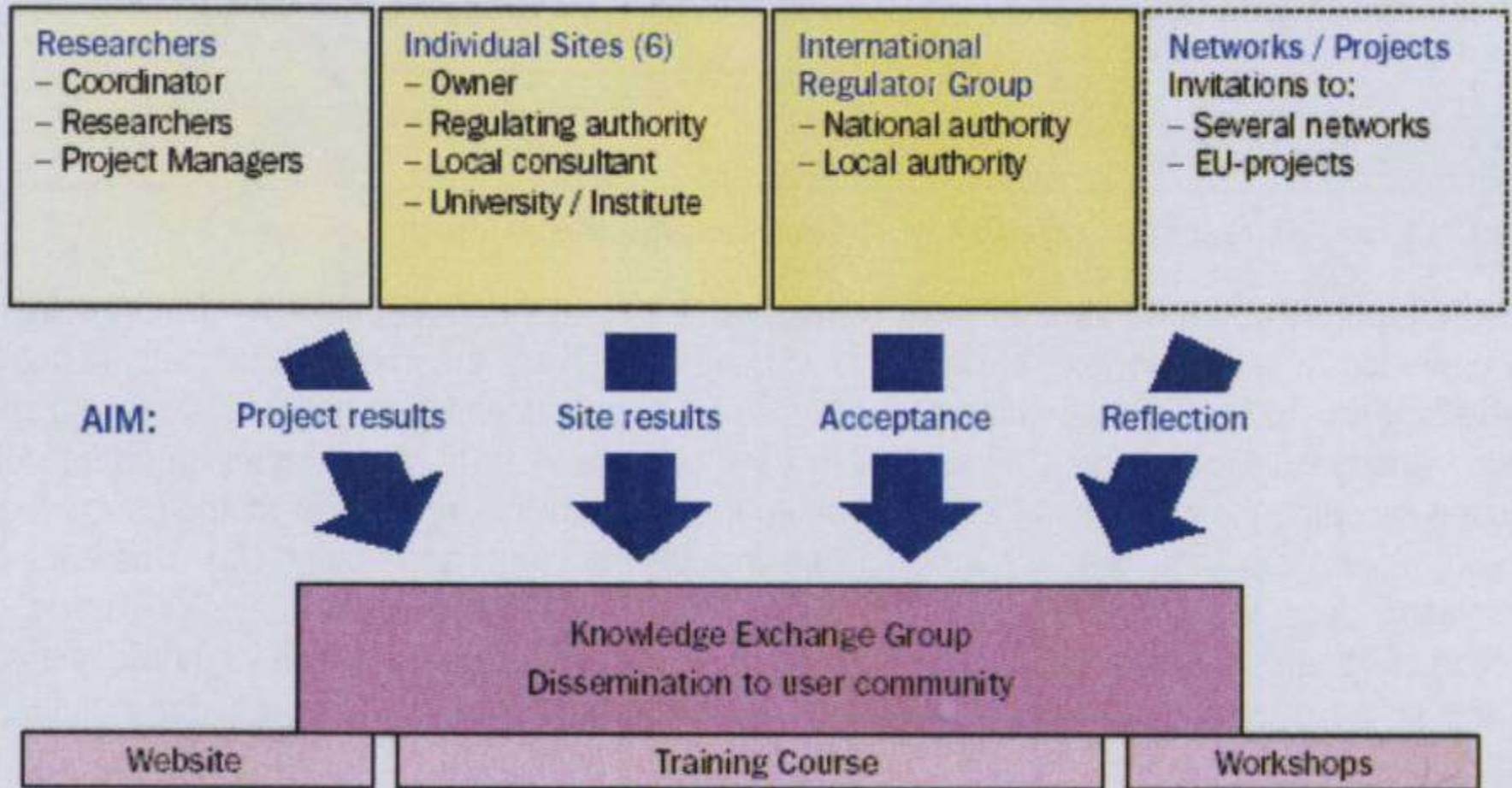
O ₂	O _{2,RESID}	0	mg/L
NO ₃	NO _{3,RESID}	0	mg/L
SO ₄	SO _{4,RESID}	0	mg/L
Mn ²⁺	Mn ^{2+,PRODUCT}	0	mg/L
Fe ²⁺	Fe ^{2+,PRODUCT}	0	mg/L
Dissolved Inorganic Carbon	DIC _{PRODUCT}	0	mg/L

Plume source dimensions

Plume width	Y	1	m
Plume thickness	Z	1	m
Distance: source to 'source well'	s	0	m

Plume fringe parameters

Click on one of the hypertext sections for a brief explanation.



ACKNOWLEDGEMENTS

This research was supported by the European Commission under contract EVK1-2001-00087, and by the Swiss Federal Office for Education and Science (project 01.0119). Additional funding was provided by the Cowi-Foundation, the County of Soenderjylland and the Technical University of Denmark.

The owners of the six field sites are thanked for providing access to the sites, background information, and permission to use the data for research. The project would not have been possible without their willing support.

OPV Ltd., a consulting company based in Prague, gave substantial support through the provision of chemical analyses valued at ~€40 000.

The two non-university partners, ESI and TNO, both provided major contributions to their own costs of taking part in CORONA. . Parts of the project where TNO was involved were also supported by the Dutch research programme TRIAS.