



BATTELLE CHLORCON 2014 KALIFORNIE - NEJNOVĚJŠÍ TRENDY V OBLASTI SANACÍ CHLOROVANÝCH A OBTÍŽNĚ ODBOURATELNÝCH POLUTANTŮ

Jiřina Macháčková¹, Miroslav Černík^{1,2}, Petr
Kvapil², Jan Němeček³

¹*Technická univerzita v Liberci*

²*AQUATEST a.s*

³*ENACON s.r.o*



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ



Konference Battelle

<http://www.battelle.org/media/conferences>

The Ninth International Conference on Remediation of Chlorinated and Recalcitrant Compounds (May 19-22, 2014)

The Eighth International Conference on Remediation of Contaminated Sediments (Winter, 2015)

The Third International Symposium on Bioremediation and Sustainable Environmental Technologies (Spring, 2015)

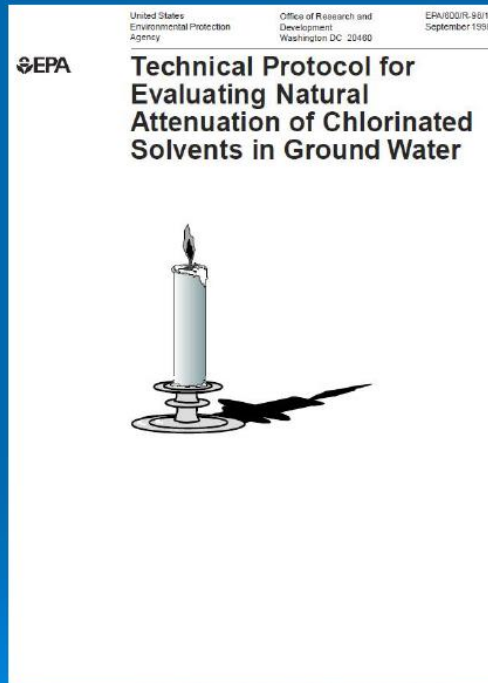


Projekt „Partnerská síť v oblastech moderního a ekologicky šetrného čištění vod a půd se zaměřením na vzájemné propojení akademické půdy a soukromého sektoru“, reg. č.: CZ.1.07/2.4.00/31.0189



➤ Preliminary Screening for Biodegradation (*Screening Process*) Presented in the *Technical Protocol for Evaluating Natural Attenuation of Chlorinated Solvents in Ground Water* (USEPA, 1998)

➤ “Screening Tool”



Copyright 2014 © Todd H. Wiedemeier
www.thwa.com

Limitations of the Preliminary Screening for Anaerobic Biodegradation Processes Presented in the 1998 USEPA *Technical Protocol for Evaluating Natural Attenuation of Chlorinated Solvents in Ground Water*

Todd H. Wiedemeier (todd@thwa.com)

(T.H. Wiedemeier & Associates, Inc., Conifer, CO)

John T. Wilson (jorbwilson@cablone.net) (Ada, OK)

Robert E. Hinchee (rob@hinchee.org) (Integrated Science and Technology, Panacea, FL)



Biogeochemical Data for Screening Process

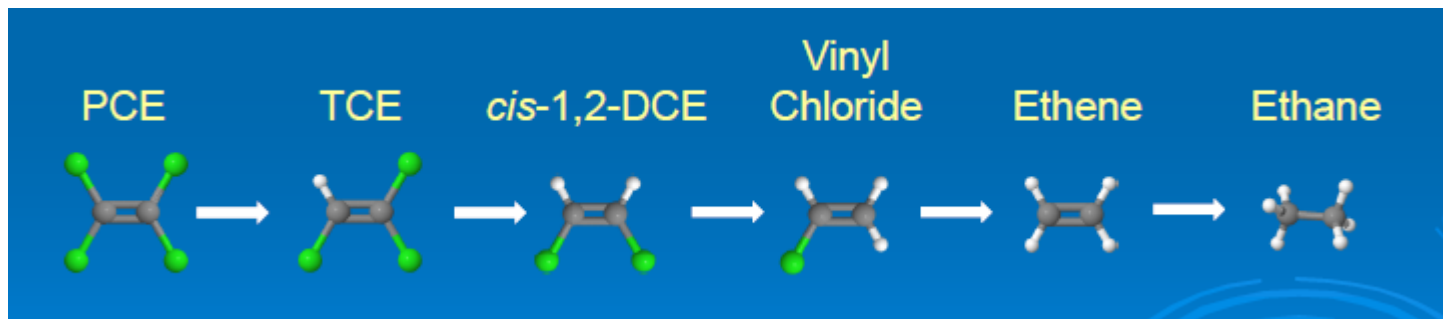
- VOC Analysis (8260)
- Dissolved Oxygen
- Nitrate
- Fe(II)
- Sulfate
- Methane/Ethane/
Ethene
- Chloride
- Carbon Dioxide
- Hydrogen (Optional)
- Total Organic Carbon
- Redox Potential
- Alkalinity
- pH
- Temperature

Score	Interpretation
0-5	Inadequate Evidence for Anaerobic Biodegradation* of Chlorinated Organics
6-14	Limited Evidence for Anaerobic Biodegradation* of Chlorinated Organics
15-20	Adequate Evidence for Anaerobic Biodegradation* of Chlorinated Organics
>20	Strong Evidence for Anaerobic Biodegradation* of Chlorinated Organics

Analysis	Concentration in Most Contaminated Zone	Interpretation	Value
Oxygen*	<0.5 mg/L	Tolerated, suppresses the reductive pathway at higher concentrations	3
Oxygen*	>5 mg/L	Not tolerated; however, VC may be oxidized aerobically	-3
Nitrate*	<1 mg/L	At higher concentrations may compete with reductive pathway	2
Iron II*	>1 mg/L	Reductive pathway possible; VC may be oxidized under Fe(III)-reducing conditions	3
Sulfate*	<20 mg/L	At higher concentrations may compete with reductive pathway	2
Sulfide*	>1 mg/L	Reductive pathway possible	3
Methane*	<0.5 mg/L >0.5 mg/L	VC oxidizes Ultimate reductive daughter product, VC Accumulates	0 3
Oxidation Reduction Potential* (ORP) against Ag/AgCl electrode	<50 millivolts (mV) <-100mV	Reductive pathway possible Reductive pathway likely	1 2
pH*	5 < pH < 9 5 > pH > 9	Optimal range for reductive pathway Outside optimal range for reductive pathway	0 -2
TOC	> 20 mg/L	Carbon and energy source; drives dechlorination; can be natural or anthropogenic	2
Temperature*	> 20°C	At T >20°C biochemical process is accelerated	1
Carbon Dioxide	>2x background	Ultimate oxidative daughter product	1
Alkalinity	>2x background	Results from interaction between CO ₂ and aquifer minerals	1
Chloride*	>2x background	Daughter product of organic chlorine	2
Hydrogen	>1 nM	Reductive pathway possible, VC may accumulate	3
Hydrogen	<1 nM	VC oxidized	0
Volatile Fatty Acids	> 0.1 mg/L	Intermediates resulting from biodegradation of more complex compounds; carbon and energy source	2
BTEX*	> 0.1 mg/L	Carbon and energy source; drives dechlorination	2
Tetrachloroethene		Material released	0
Trichloroethene*		Material released Daughter product of PCE	0 2 ^{a/}
DCE*		Material released Daughter product of TCE If cis is > 80% of total DCE it is likely a daughter product 1,1-DCE can be chemical reaction product of TCA	0 2 ^{a/}
VC*		Material released Daughter product of DCE	0 2 ^{a/}
1,1,1-Trichloroethane*		Material released	0
DCA		Daughter product of TCA under reducing conditions	2
Carbon Tetrachloride		Material released	0
Chloroethane*		Daughter product of DCA or VC under reducing conditions	2
Ethene/Ethane	>0.01 mg/L >0.1 mg/L	Daughter product of VC/ethene	2 3
Chloroform		Material released Daughter product of Carbon Tetrachloride	0 2
Dichloromethane		Material released Daughter product of Chloroform	0 2

* Required analysis. a/ Points awarded only if it can be shown that the compound is a daughter product (i.e., not a constituent of the source NAPI).

Manuál hodnotí BRD



nikoliv celou škálu procesů, které v horninovém prostředí skutečně probíhají

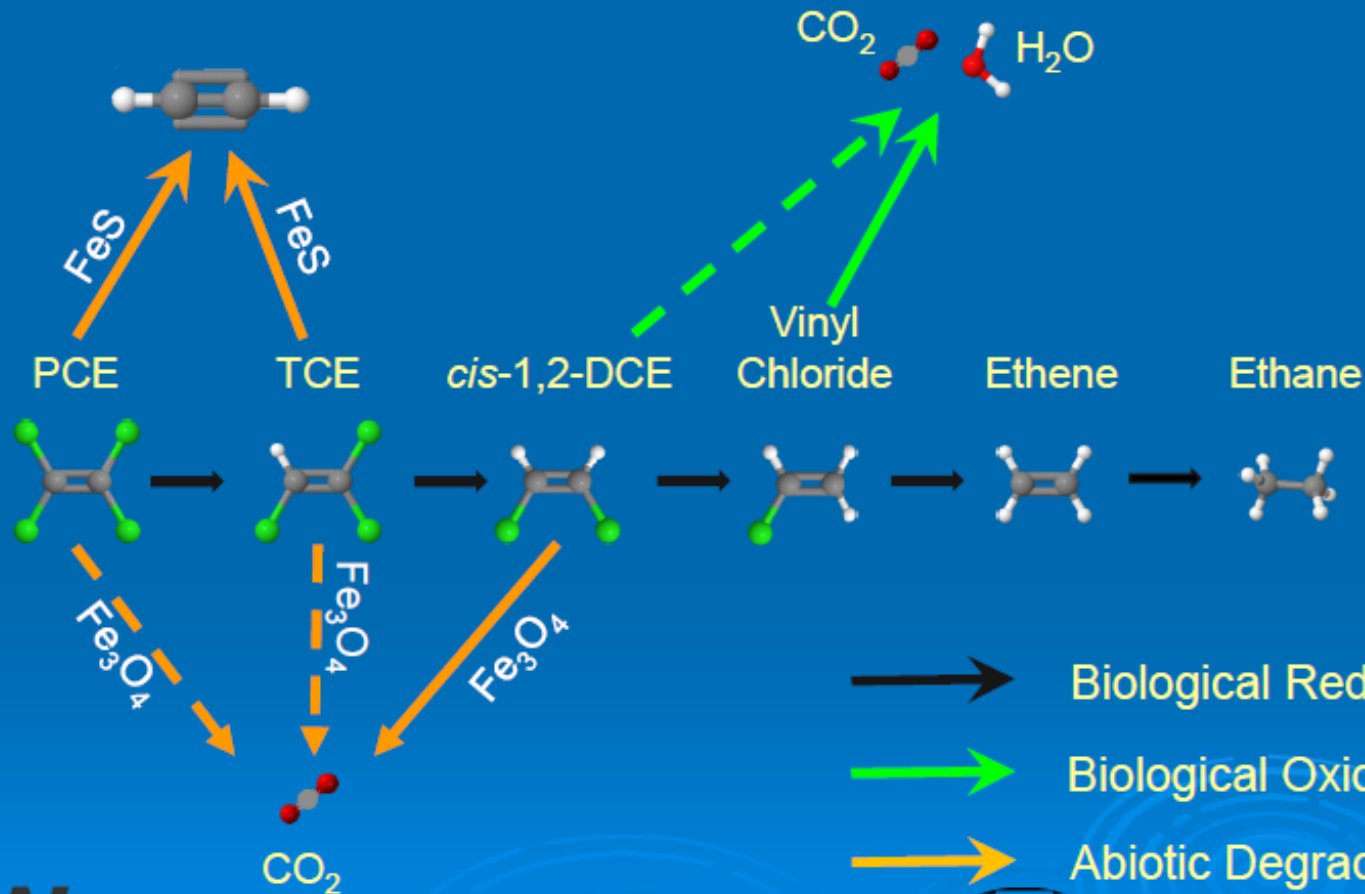
v době zpracování nebyly k dispozici nástroje molekulární genetiky a isotopové analýzy, které umožňují hlubší porozumění probíhajícím procesům

A v roce 1998 bylo k dispozici i málo dat o sanačních procesech

Projekt „Partnerská síť v oblastech moderního a ekologicky šetrného čištění vod a půd se zaměřením na vzájemné propojení akademické půdy a soukromého sektoru“, reg. č.: CZ.1.07/2.4.00/31.0189



Chlorinated Ethene Degradation

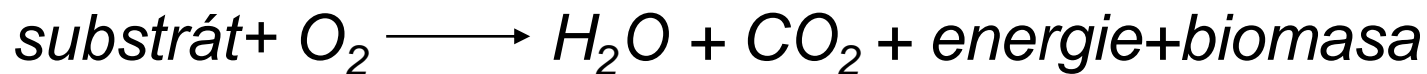


Dashed Where Suspected But Not Confirmed Beyond any Doubt

Copyright 2014 © Todd H. Wiedemeier

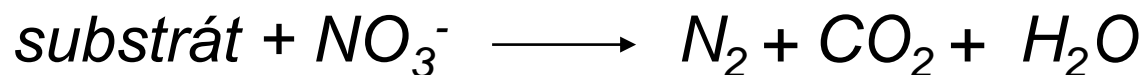
www.thwa.com

aerobní oxidace – akceptor elektronu kyslík



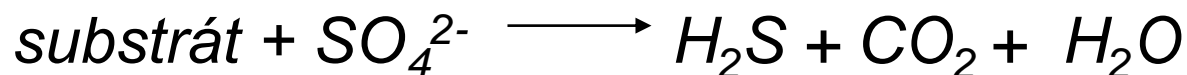
anaerobní oxidace – alternativní akceptory
elektronu

denitrifikace

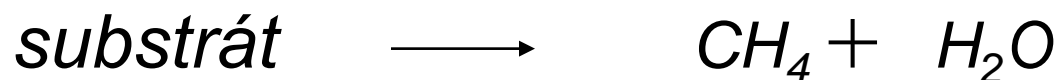


redukce manganu, redukce železa

redukce síranových iontů



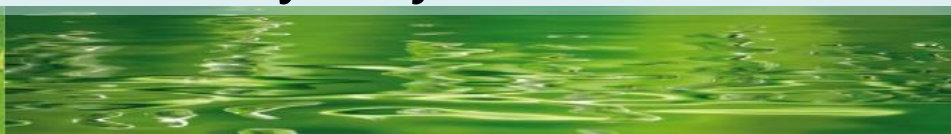
methanogeneze

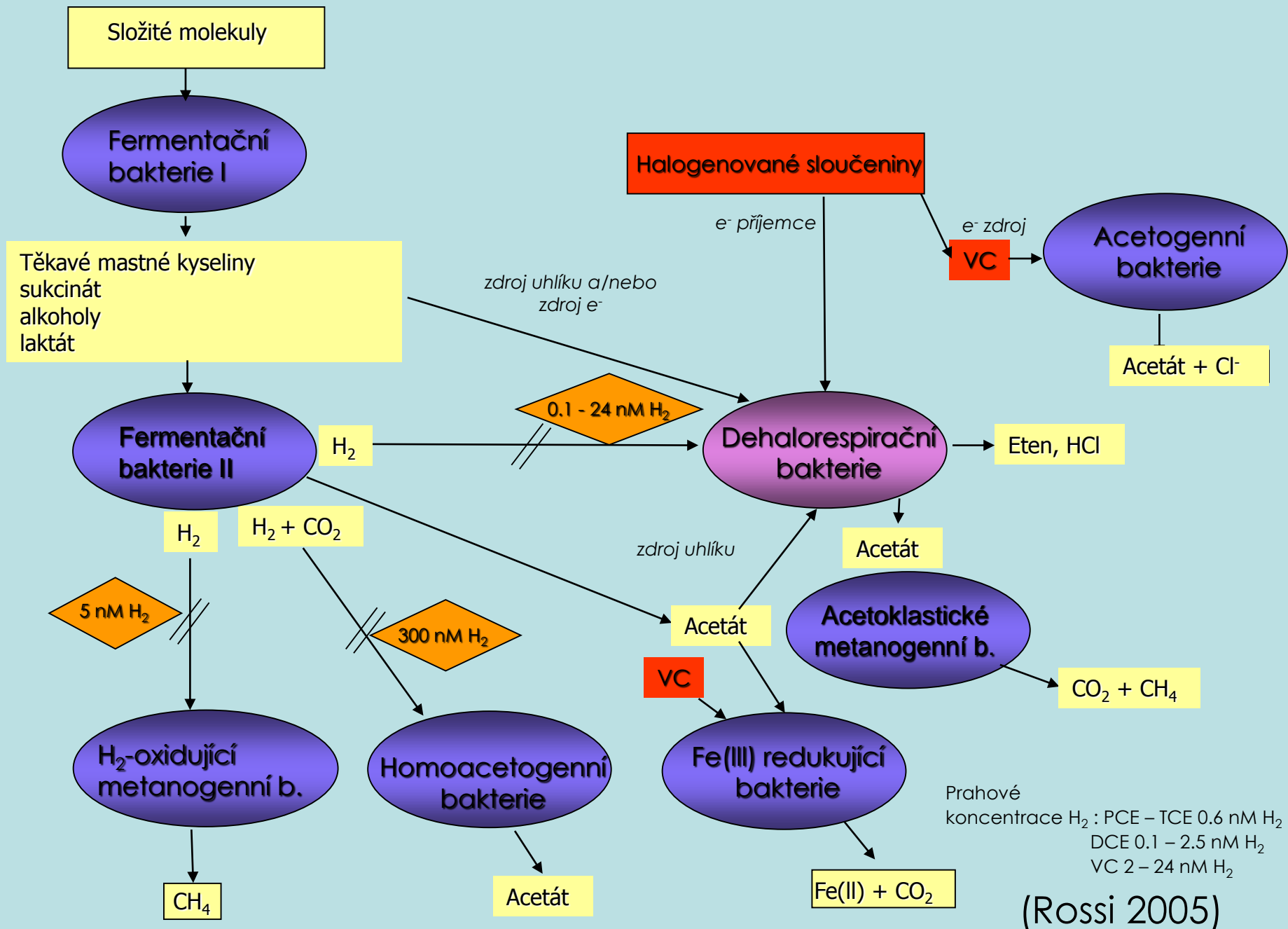


energetická
výťažnost

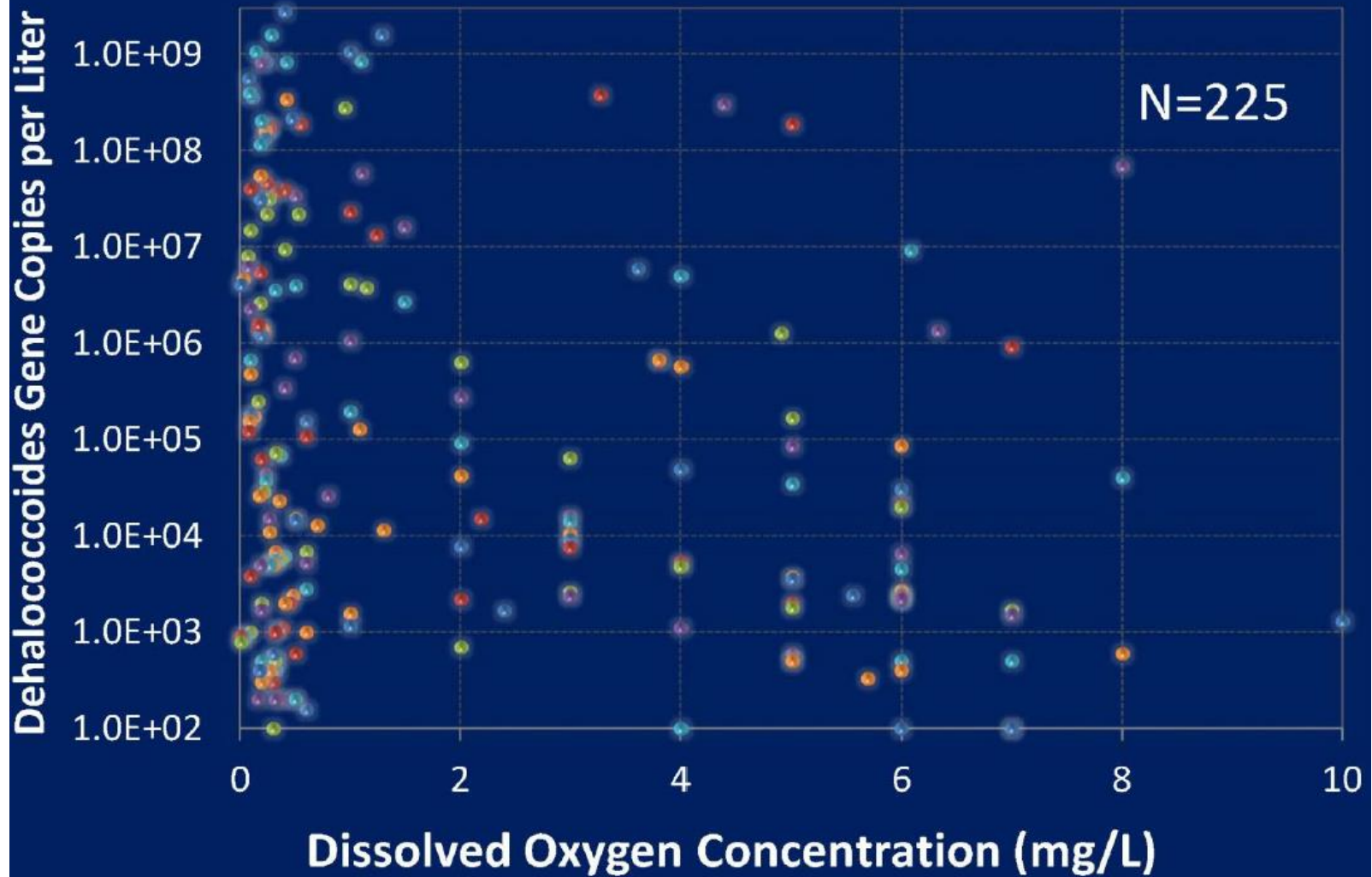


chlorované uhlovodíky – vysoce oxidované látky

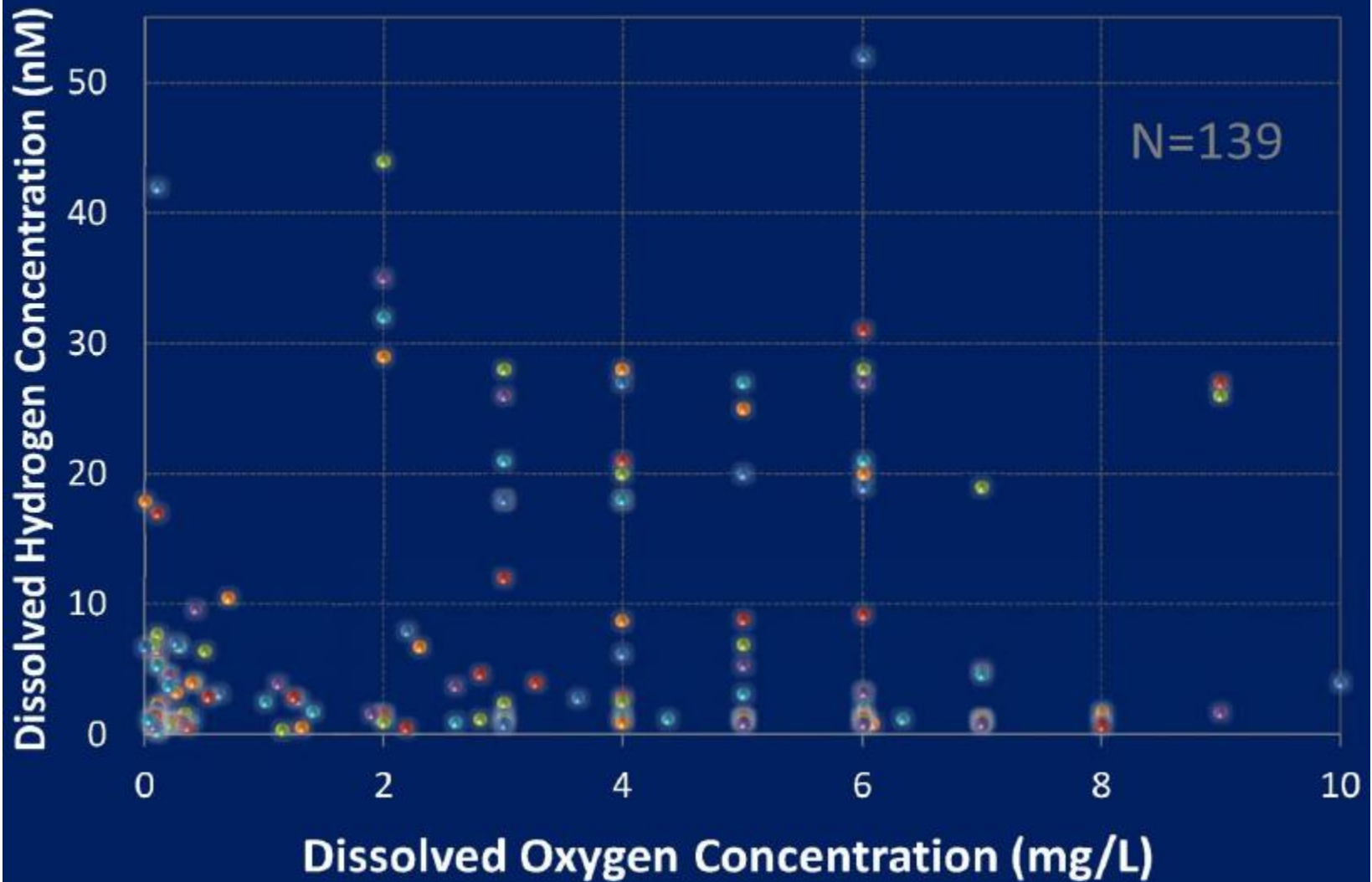




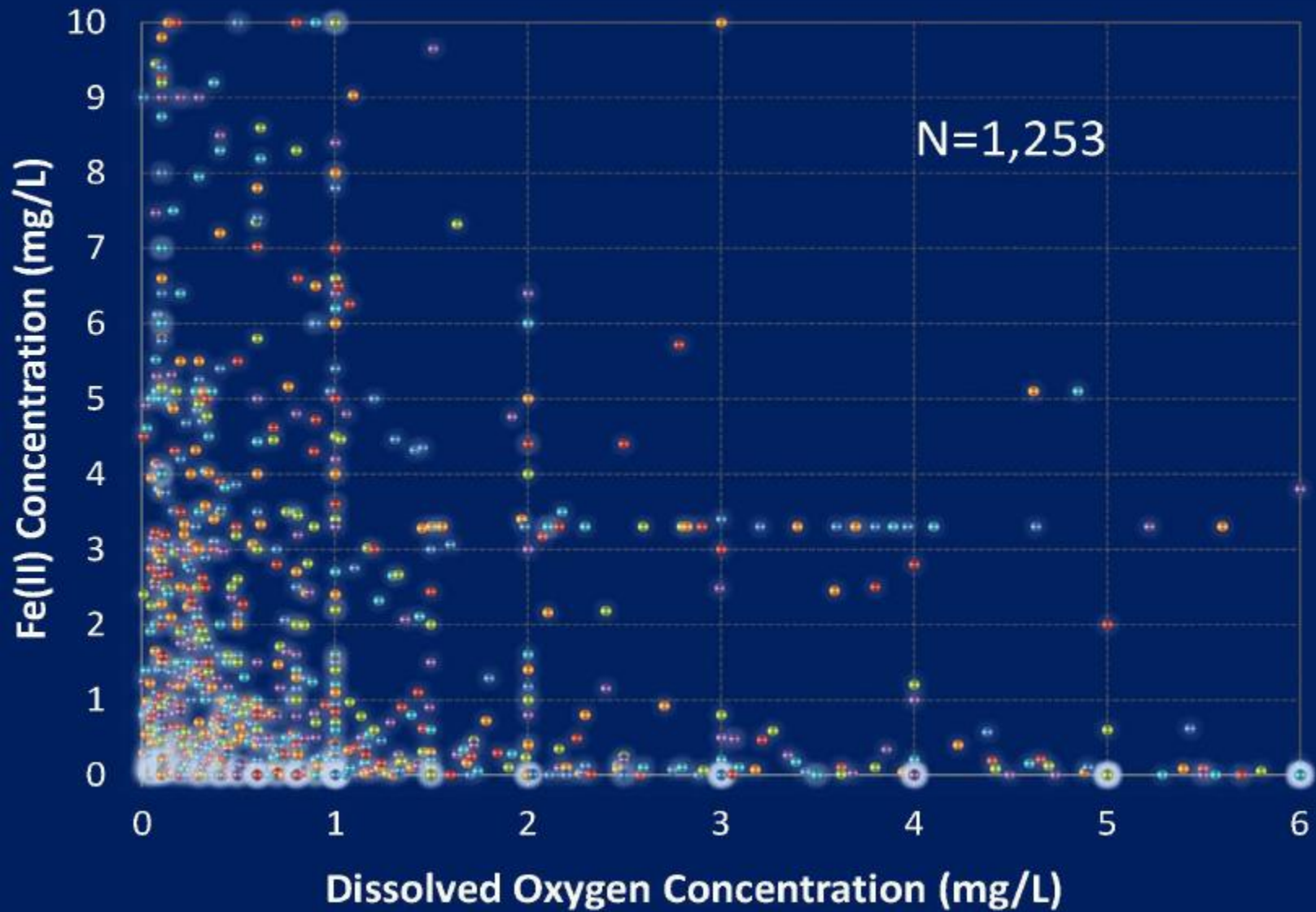
Dehalococcoides Gene Copies vs Dissolved Oxygen Concentration



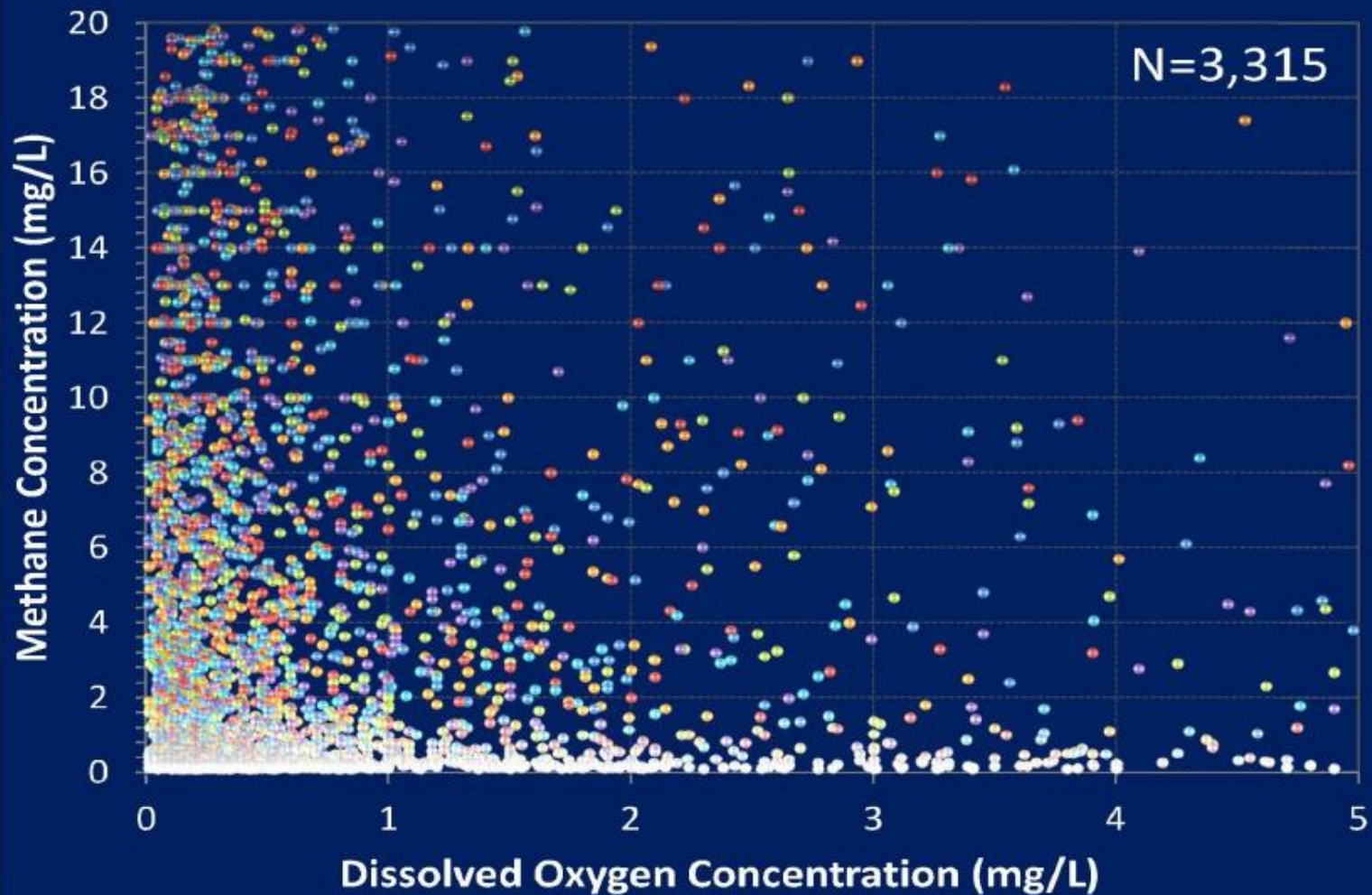
Dissolved Hydrogen Concentration vs Dissolved Oxygen Concentration



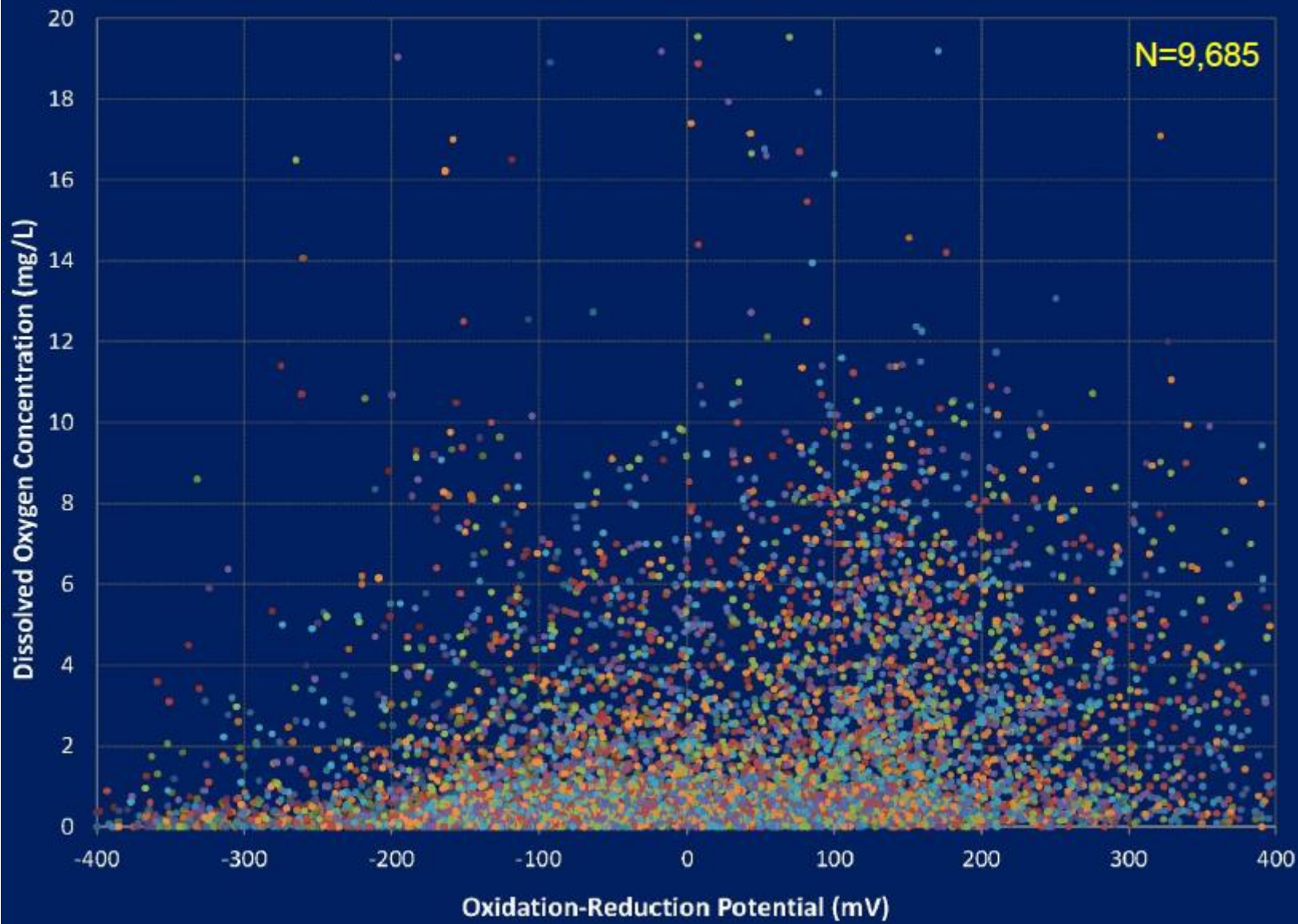
Fe(II) vs Dissolved Oxygen Concentration



Methane Concentration vs Dissolved Oxygen Concentration

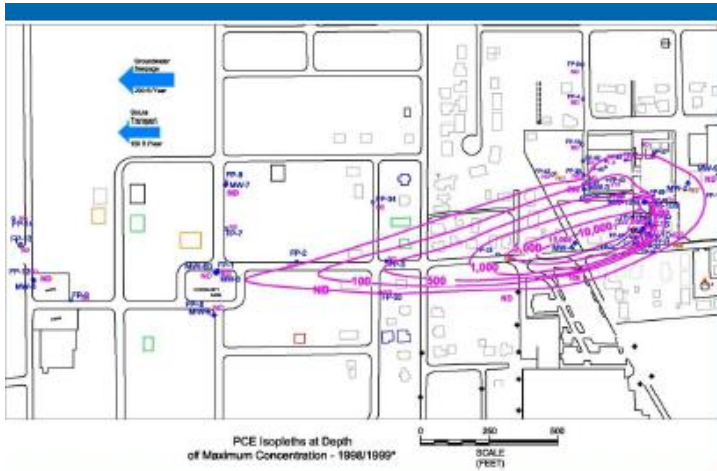


Dissolved Oxygen Concentration vs Oxidation-Reduction Potential



ESTCP ER-1129

vyvíjena nová metodika,
zahrnující nové poznatky



1999 vs 2013

Maximum Concentrations

Total Ethenes:

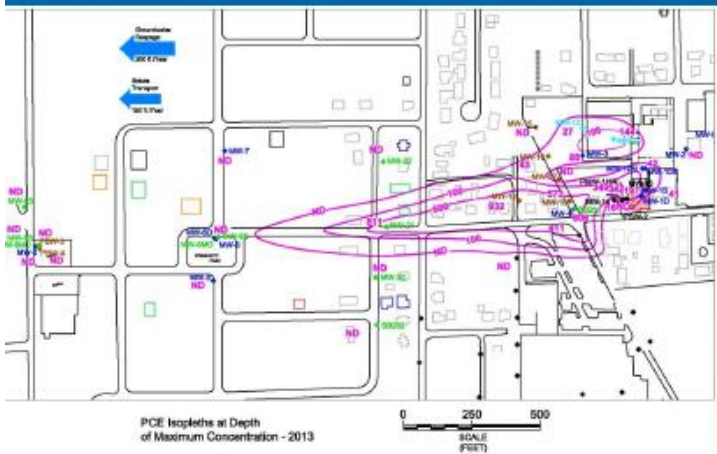
13,180 vs 1,227

PCE: 13,000 vs 1,060

TCE: 160 vs 118

cDCE: 150 vs 49

VC: ND vs ND



PCE Deg. Rate 0.6/yr

Projekt „Partnerská síť v oblastech moderního a ekologicky setrpného čistění vod a půd se zaměřením na vzájemné propojení akademické půdy a soukromého sektoru“, reg. č.: CZ.1.07/2.4.00/31.0189





Koncept hmotnostního toku

využito přednášky:

Newell C.: Grams per Day: The State-of-the-Practice for Applying Mass Flux/Mass Discharge at Contaminated Groundwater Site



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

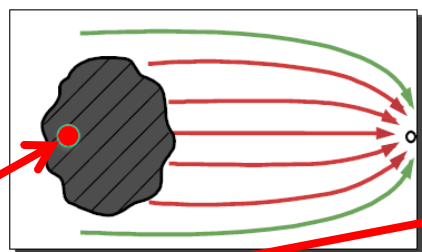


Koncept hmotnostního průtoku/toku

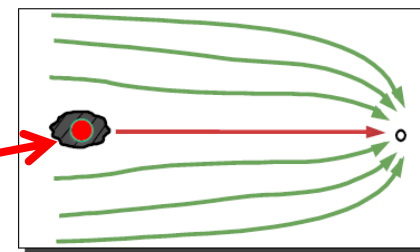
Newell C.: Grams per Day: The State-of-the-Practice for Applying Mass Flux/Mass Discharge at Contaminated Groundwater Site

Two Views of the World: Concentration versus Mass Discharge

- Concentration-based approach may not account for important site characteristics



*But same maximum
groundwater
Concentration...*



**Mega
Site**

**Piss-Ant
Site**

totožná koncentrace
v pozorovacím vrtu

Projekt „Partnerská síť v oblastech moderního a ekologicky setrpného čištění vod a půd se zaměřením na vzájemné propojení akademické půdy a soukromého sektoru“, reg. č.: CZ.1.07/2.4.00/31.0189



Definice hmotnostního průtoku/toku

Hmotnostní průtok,

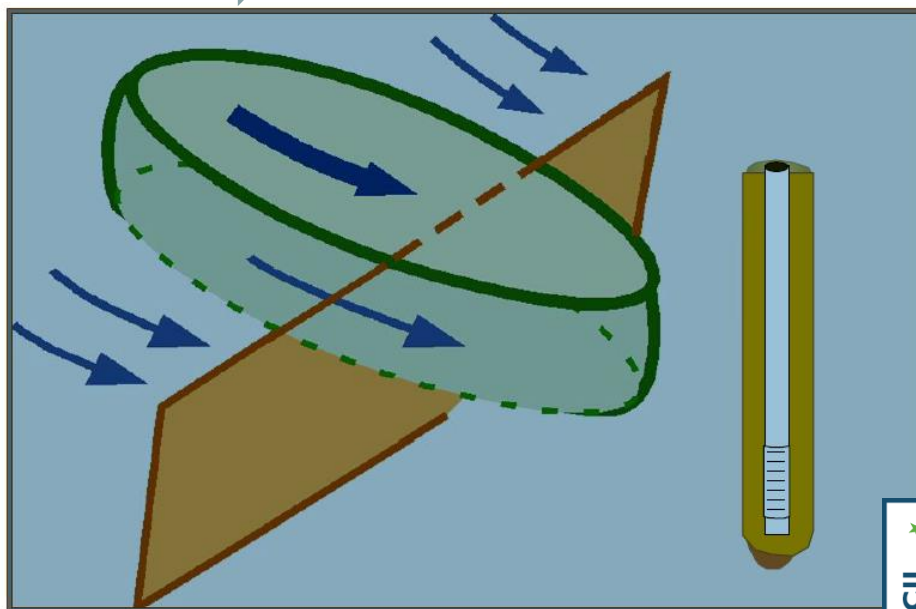
J

Hmotnostní množství na jednotku plochy za jednotku času

integrací

Hmotnostní tok, M_d

Hmotnostní množství za jednotku času



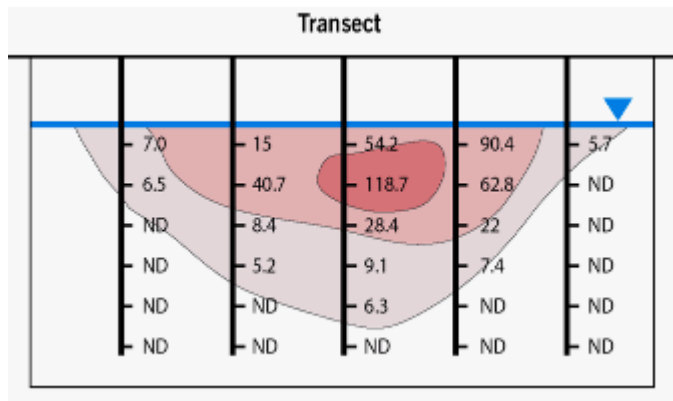
Projekt „Partnerská síť v oblastech moderního a akademické půdy a so

ITRC Mass Flux Technology O



Způsob zjištění hmotnostního průtoku/toku

1. Metoda příčných profilů



Mass Flux Toolkit
To Evaluate Groundwater Impacts, Attenuation, and Remediation Alternatives

Calculate Flux

Impact of Flux

Learn About Flux

About Help

Version 1.0 Beta

Software **Mass Flux Toolkit** (Farhat et al. 2006) ke stažení na: <http://gsi-net.com/software/free-software/mass-flux-toolkit.html>

Projekt „Partnerská síť v oblastech moderního a ekologicky šetrného čištění vod a půd se zaměřením na vzájemné propojení akademické půdy a soukromého sektoru“, reg. č.: CZ.1.07/2.4.00/31.0189



Způsob zjištění hmotnostního průtoku/toku

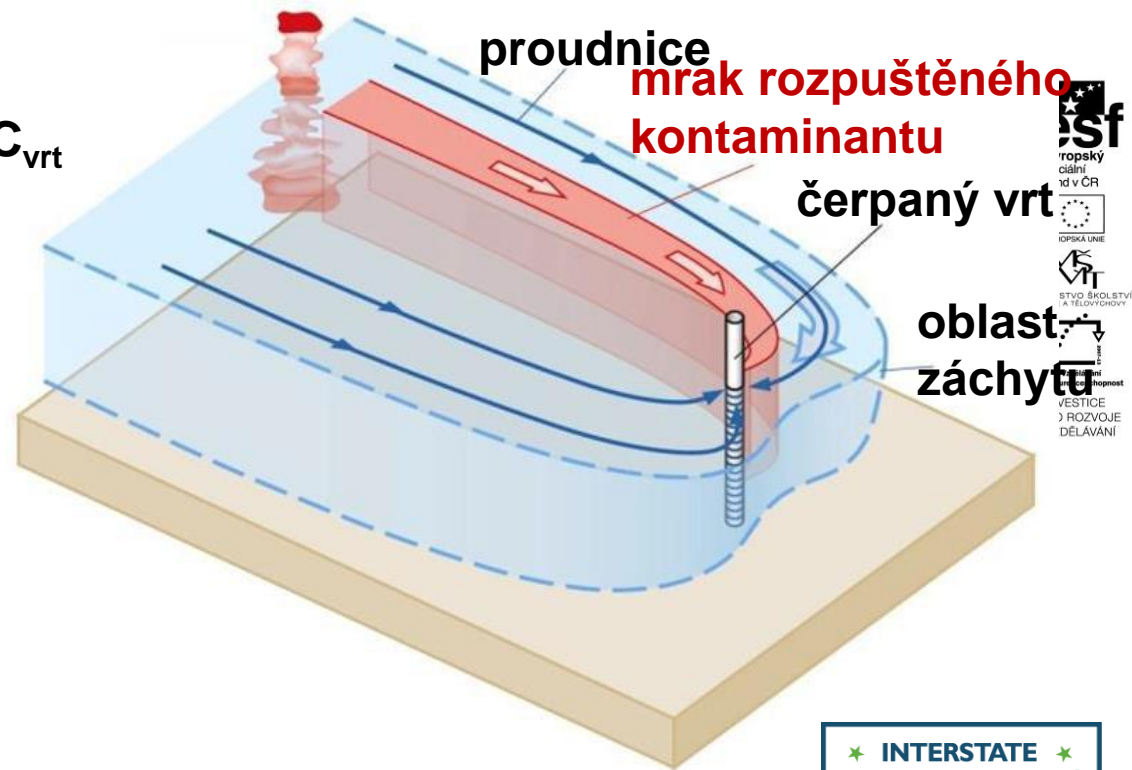
2. Metoda záchytu vrtem

měří se Q a koncentrace C_{vrt}

$$M_d = Q \times C_{vrt}$$

$$M_d = \text{hmotnostní tok}$$

zdroj znečištění



Projekt „Partnerská síť v oblastech moderního a ekologicky šetrného čištění vod a půd se zaměřením na vzájemné akademické půdy a soukromého sektoru“, reg. č.: CZ.1.07/2.4.00/31.0189

Odkaz: Nichols and Roth, 2004

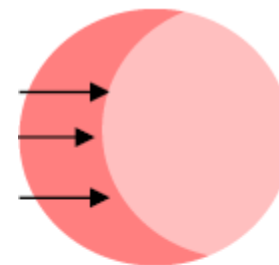


Způsob zjištění hmotnostního průtoku/toku

3. Metoda pasivními fluxmetry

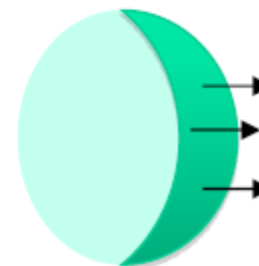
Propustné sorbenty

- akumulují kontaminant úměrně průtoku a koncentraci



Rozpustné tracers

- uvolňují stopovač úměrně průtoku



Odkaz: Hatfield and Annable

Projekt „Partnerská síť v oblastech moderního a ekologicky šetrného čištění vod a půd se zaměřením na vzájemné akademické půdy a soukromého sektoru“, reg. č.: CZ.1.07/2.4.00/31.0189

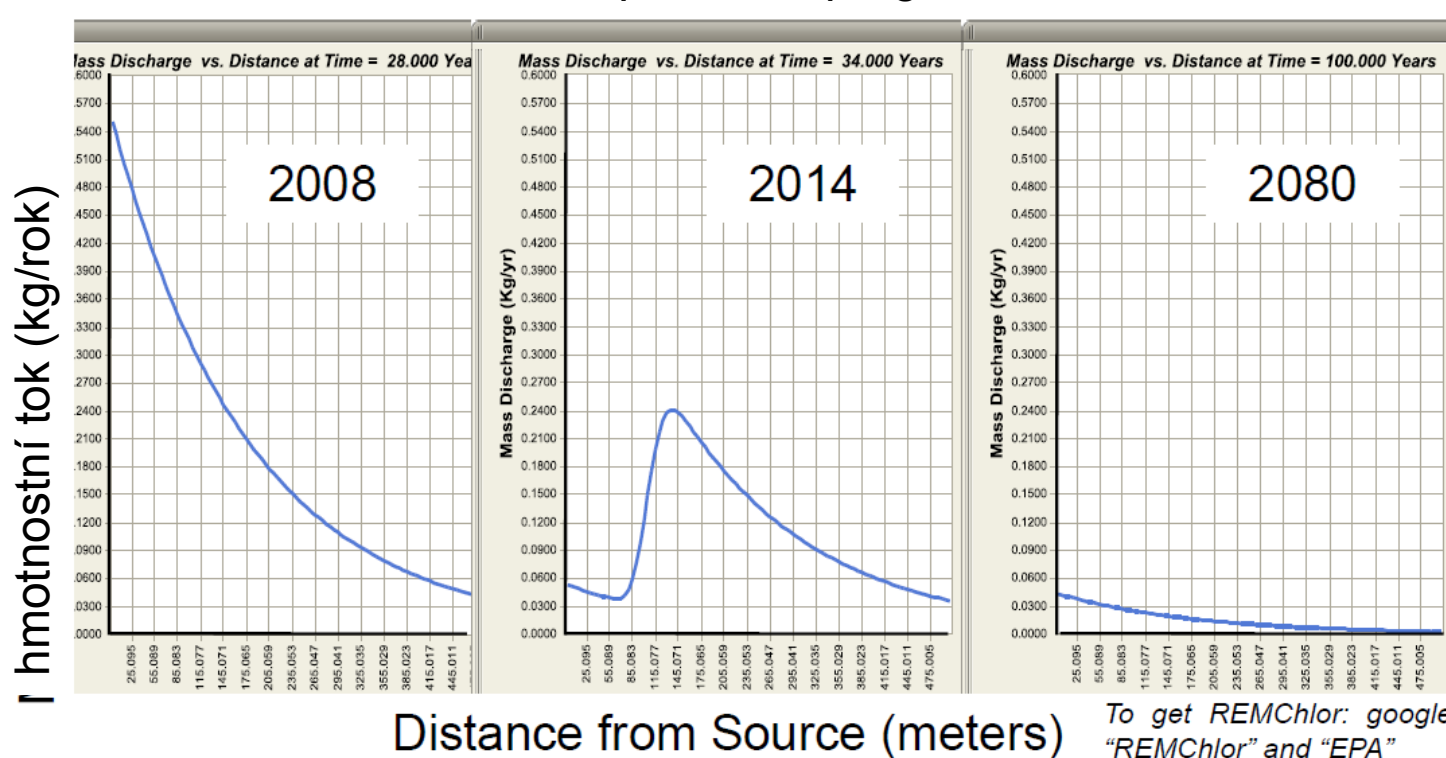


Způsob zjištění hmotnostního průtoku/toku



4. Matematickým modelováním transportu např. REMChlor

ke stažení software **REMChlor**: <http://www.epa.gov/ada/csmos/models/remchlor.html>



Projekt

akademické půdy a soukromého sektoru“, reg. č.: CZ.1.07/2.4.00/31.0189

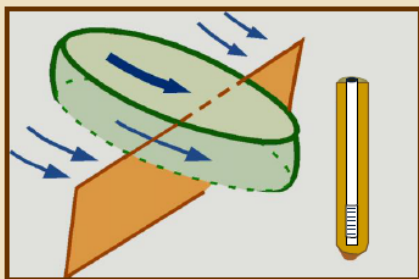
To get REMChlor: google
“REMChlor” and “EPA”

spojení



Klasifikace velikosti kontaminačního mraku podle hmotnostního toku

Plume Magnitude Classification System



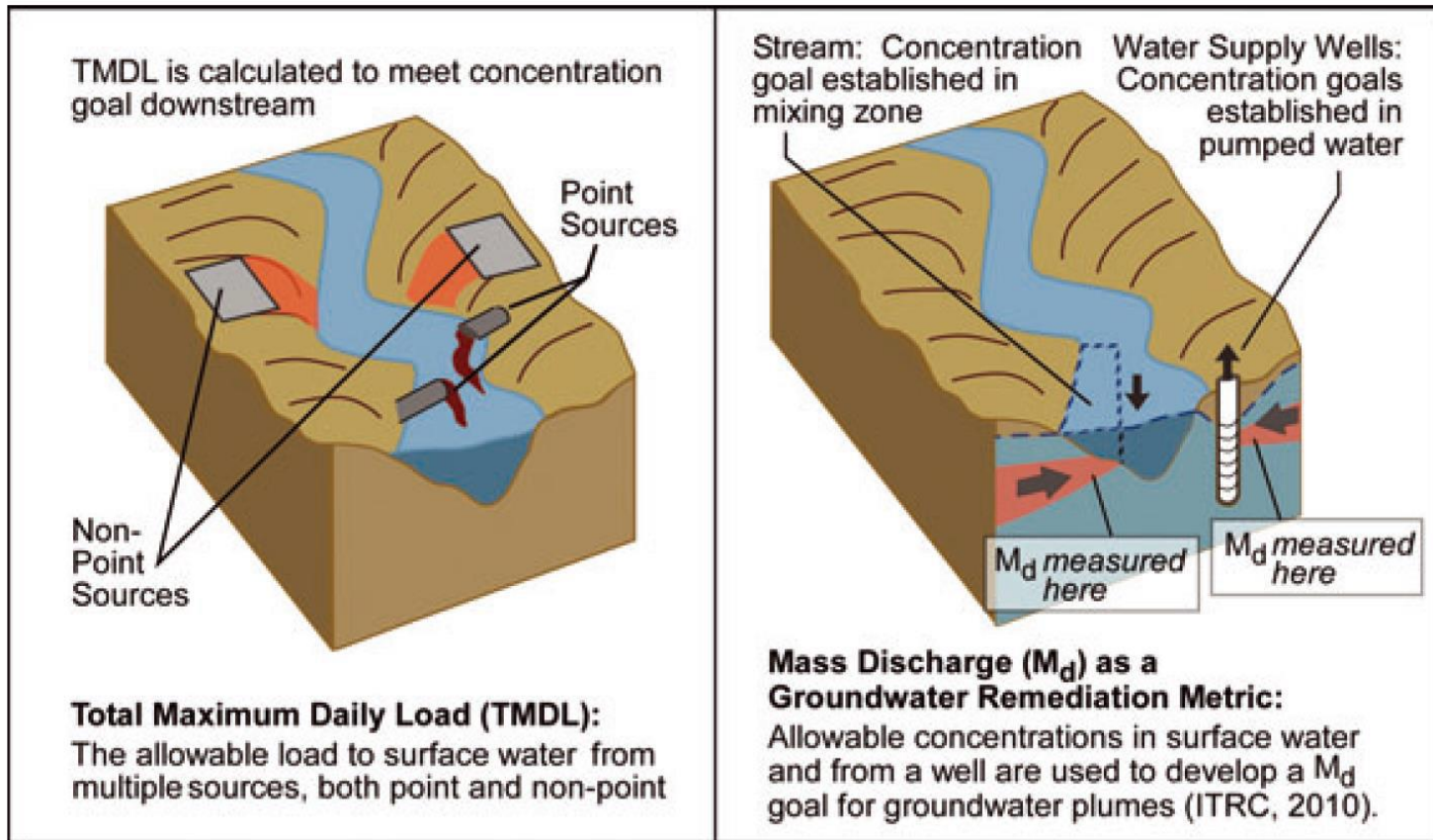
Newell et al., 2011,
Ground Water

Mass Discharge (grams per day)	Plume Category
< 0.001	Mag 1
0.001 to 0.01	Mag 2
0.01 to 0.1	Mag 3
0.1 to 1	Mag 4
1 to 10	Mag 5
10 to 100	Mag 6
100 to 1,000	Mag 7
1,000 to 10,000	Mag 8
10,000 to 100,000	Mag 9
>100,000	Mag 10

Projekt

é propojení

Využití hmotnostního toku pro definování cílových parametrů sanace podzemních vod



zdroj:

Projekt „Partnerská síť v oblastech moderního a ekologicky šetrného zemědělství“
akademické půdy a soukromého sektoru

ground
water

Issue Paper/

Groundwater Remediation: The Next 30 Years

by Paul W. Hadley¹ and Charles J. Newell²





Děkuji za pozornost

Projekt „Partnerská síť v oblastech moderního a ekologicky šetrného čištění vod a půd se zaměřením na vzájemné propojení akademické půdy a soukromého sektoru“

Reg. č.: CZ.1.07/2.4.00/31.0189



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ



???

