

Méně obvyklé metody modelování přenosu znečištění

K.Kovářík

Litomyšl 2008

Modelování proudění podzemní vody

□ Běžné metody

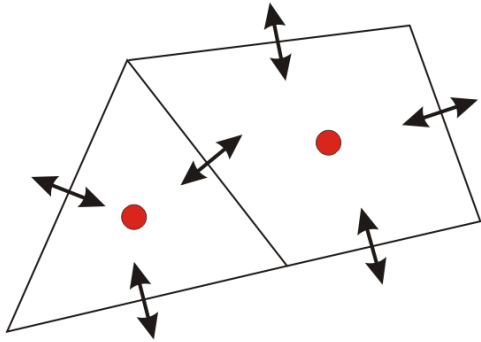
- Metoda konečných rozdílů (MKR)
- Metoda konečných prvků (MKP)

□ Nestandardní metody

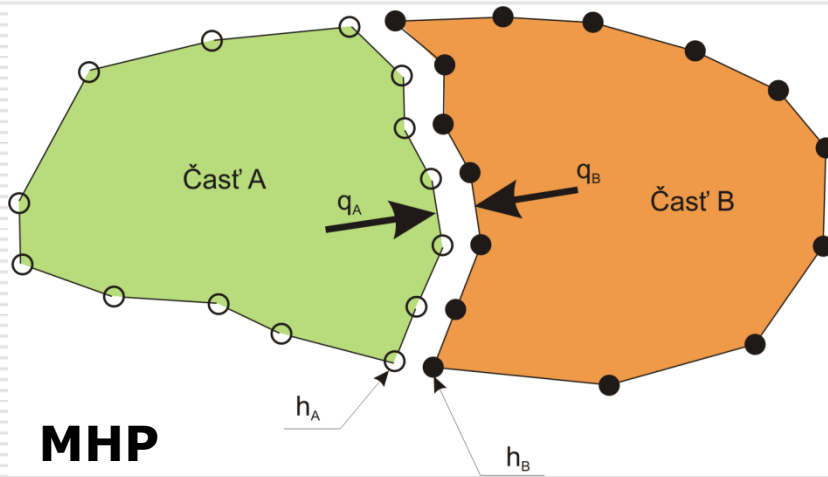
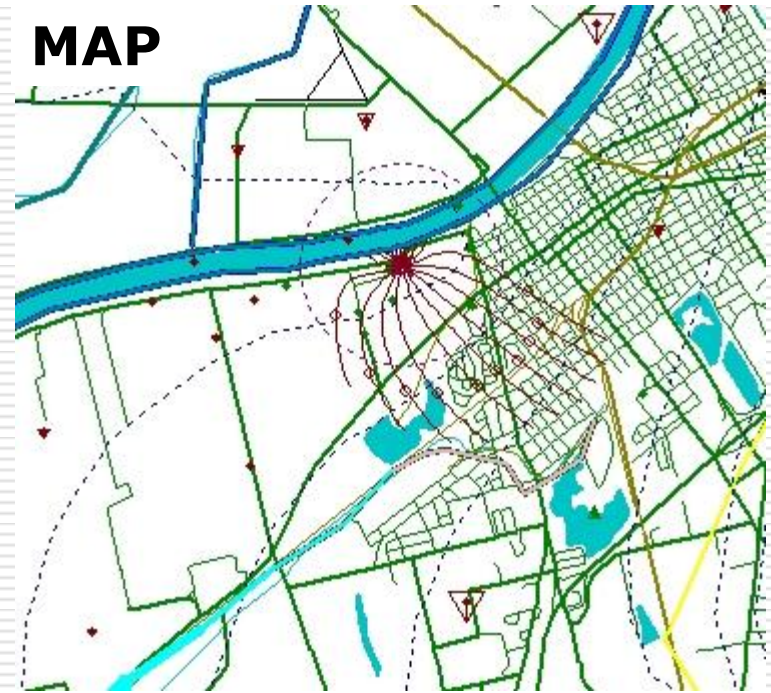
- Metoda konečných objemů (MKO)
 - Metoda analytických prvků (MAP)
 - Metoda hraničních prvků (MHP)
 - Metoda dvojité reciprocity – úprava MHP
-

Stručně o nestandardních metodách

MKO



MAP



MHP

Porovnání vlastností jednotlivých metod

Porovnávaná vlastnost	MKR	MKP	MKO	MAP	MHP
Geometrie oblasti	Hrubé přiblížení	OK	OK	OK	OK
Okrajové podmínky	Hrubé přiblížení	OK	OK	OK	OK
Nehomogenita prostředí	OK	OK	OK	Problémy	Problémy
Bilance v oblasti	OK	Problémy	OK	OK	OK
Rychlosti proudění	Hrubé přiblížení	Hrubé přiblížení	Hrubé přiblížení	OK	OK
Pracnost zadání	Nízká	Vysoká	Vysoká	Nízká	Nízká

Porovnávání vlastností metod (práce se zdroji)

Porovnávaná vlastnost	MKR	MKP	MKO	MAP	MHP
Bodový zdroj (vrt)	Problémy	Problémy	Problémy	OK	OK
Plošný zdroj (srážky)	OK	OK	OK	OK	Problémy
Liniový zdroj	Problémy	Problémy	Problémy	?	OK
Drény	Problémy	Problémy	Nedá se	?	OK

Modelování přenosu znečištění v podzemní vodě

□ Běžné metody

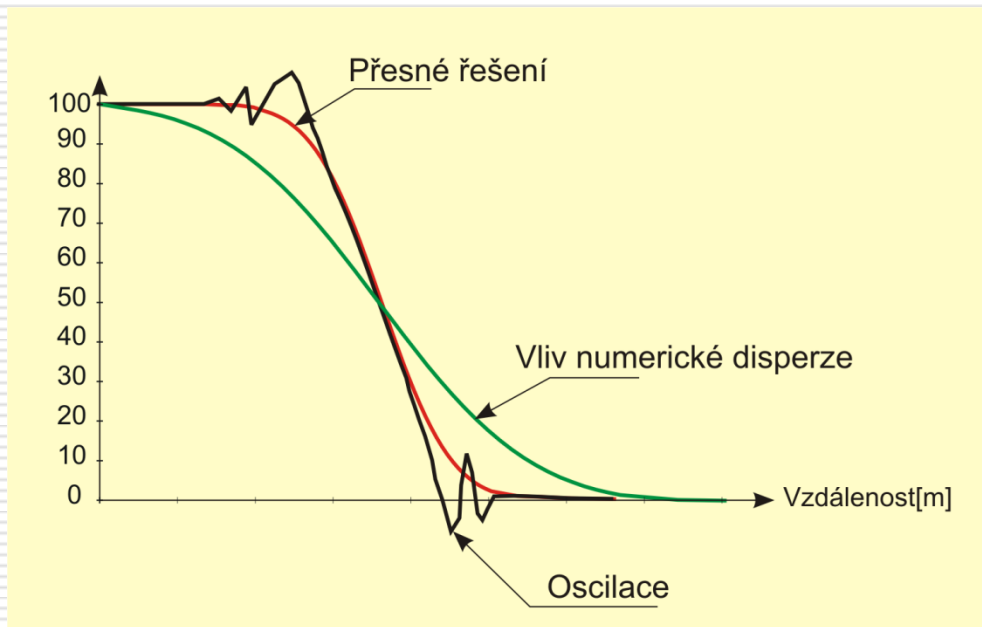
- Metoda konečných diferencí
- Metoda konečných prvků

□ Nestandardní metody

- Metoda charakteristik
 - Metoda náhodné procházky (random-walk)
 - Metoda DR-BEM
 - Metoda RBF (radiálních bázových funkcí)
-

Problémy při řešení přenosu

- Numerická disperze
- Oscilace řešení

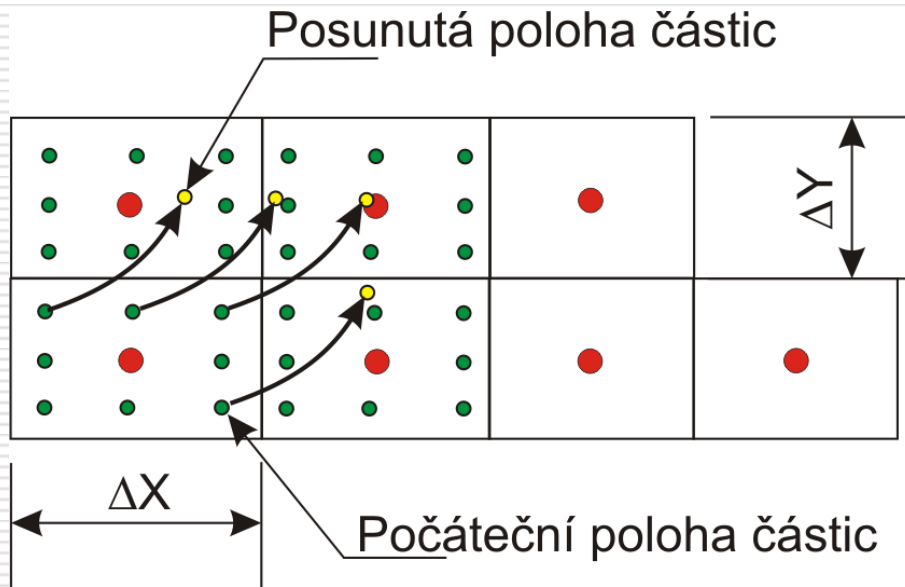


Porovnání metod pro přenos

Vlastnost	MKP	DR-BEM	MCH	MRW	RBF
Oscilace	Vznikají	Omezené	Ne	Ne	Omezené
Num. disperze	Vzniká	Vzniká	Omezená	Ne	Omezená
Ryze konvektivní	Nedá se	Nedá se	Omezeně	Ano	Omezeně
Okraj. podm. 1.řádu	Bez prob.	Bez prob.	Bez prob.	Problémy	Bez prob.

Metoda charakteristik

□ Systém MT3D, součást MODFLOW

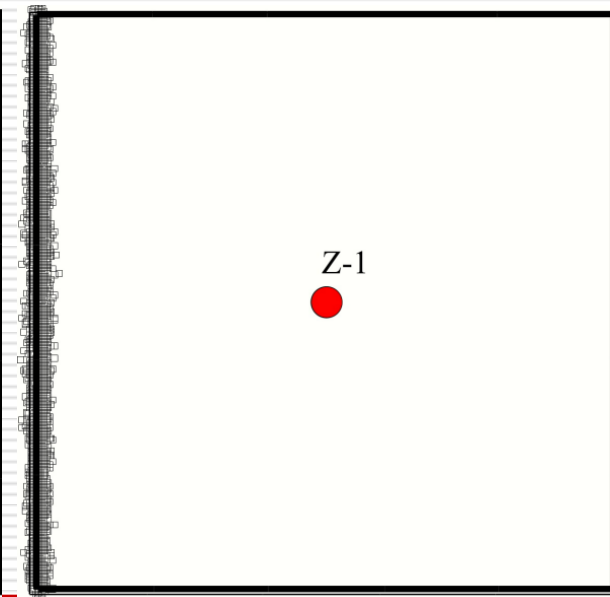
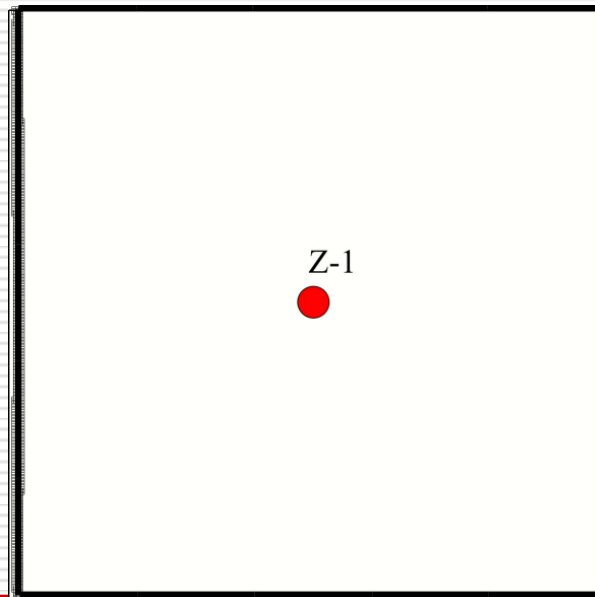
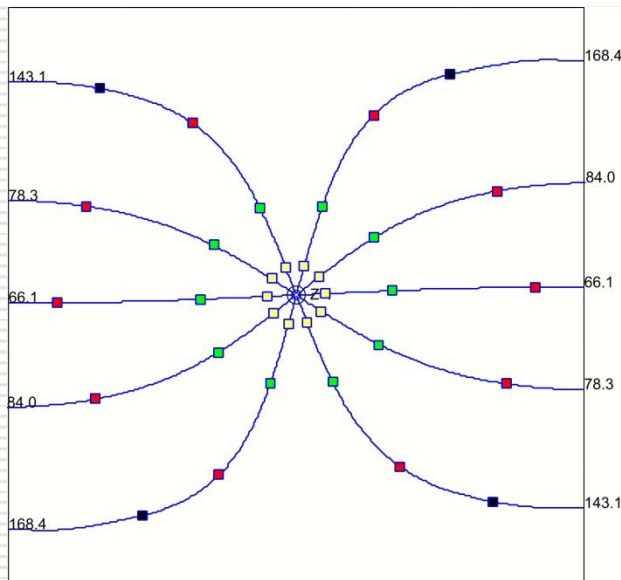


**Disperzní část se řeší
metodou MKD,
Konvekce posunem
částic**

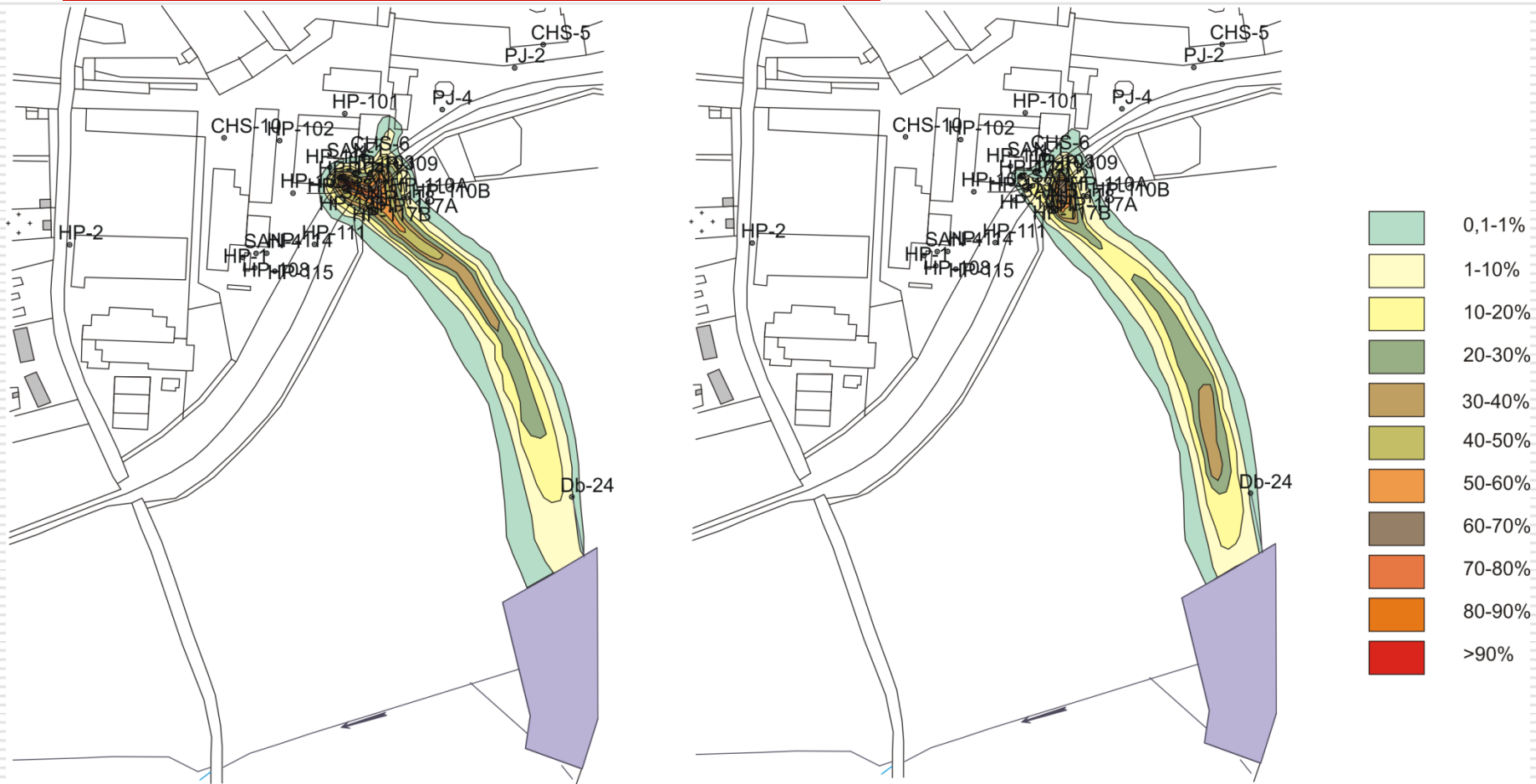
Metoda náhodné procházky (Random-walk)

Poloha částice x_i^c $\leftarrow + \Delta t \rightleftharpoons x_i^c(t) + v_i' \Delta t + Z_{ij} \sqrt{2D_{ij} \Delta t}$

$$v_i' = v_i + \frac{\partial D_{ij}}{\partial x_j}$$



Sanace Chotěboř



Metoda radiálních bázových funkcí (RBF)

- Aproximace průběhu koncentrace

$$C(x_i, t) = \sum_{j=1}^N \lambda_j(t) \cdot \phi(r_{ij})$$

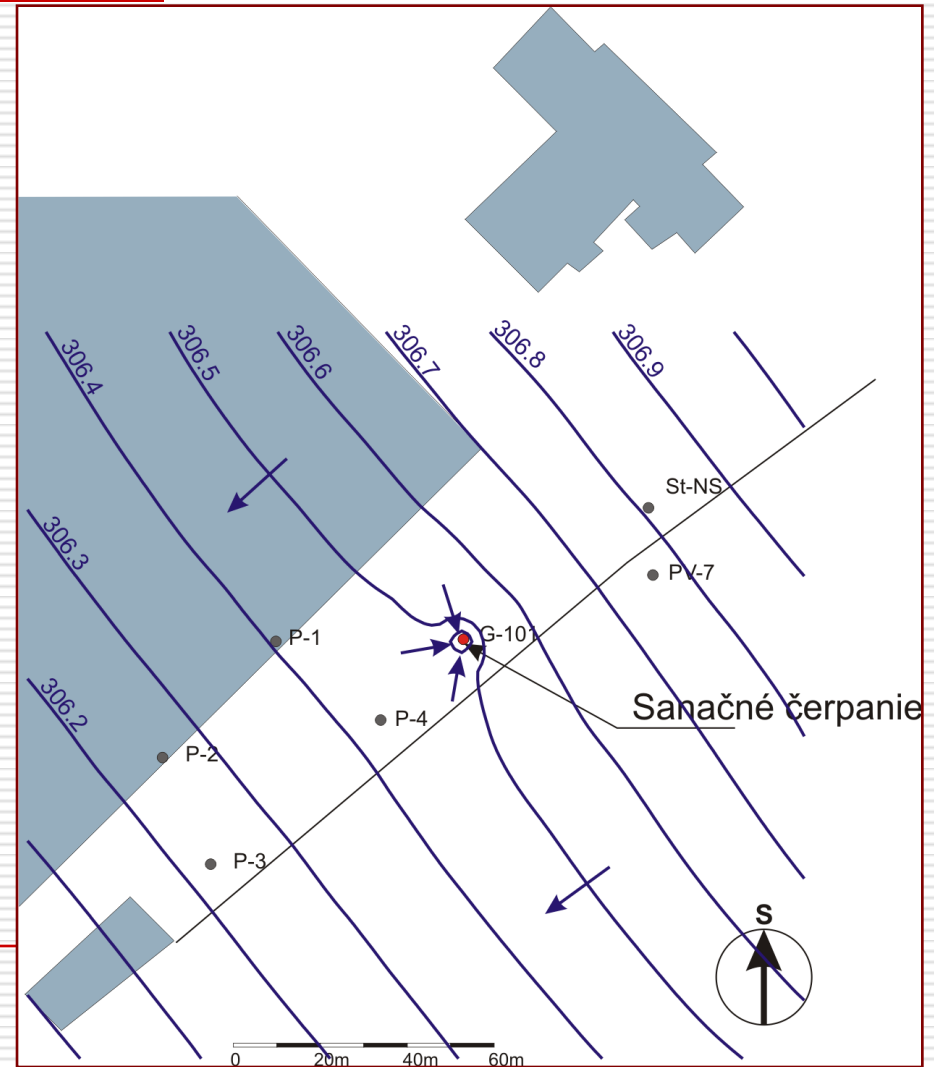
- Interpolační funkce

$$\phi(r_{ij}) = r_{ij}^2 \cdot \log(r_{ij})$$

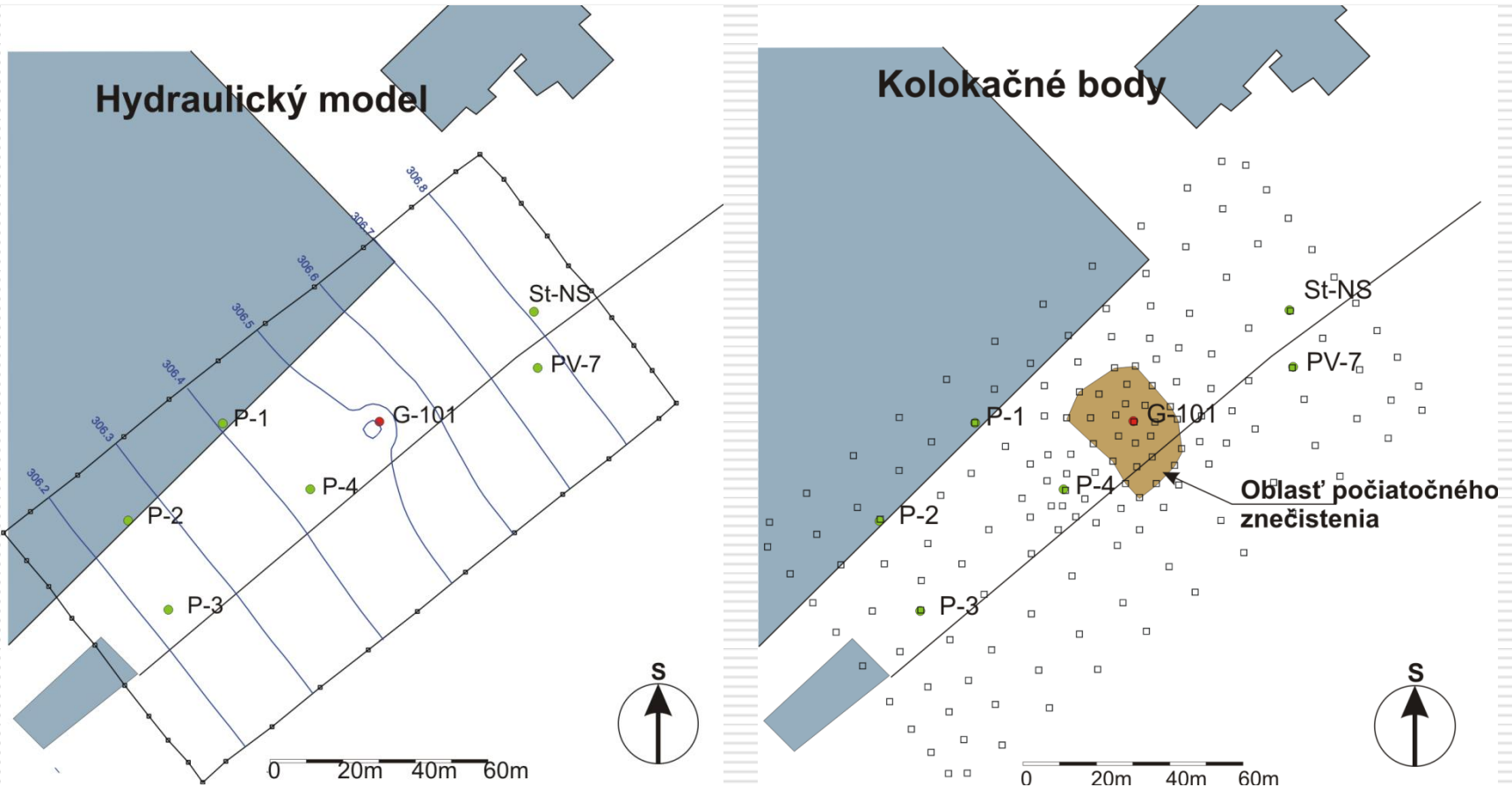
- Řešení hledáme ve zvolených bodech
-

Použití RBF na modelování

- Posouzení sanace na lokalitě PARS Šumperk

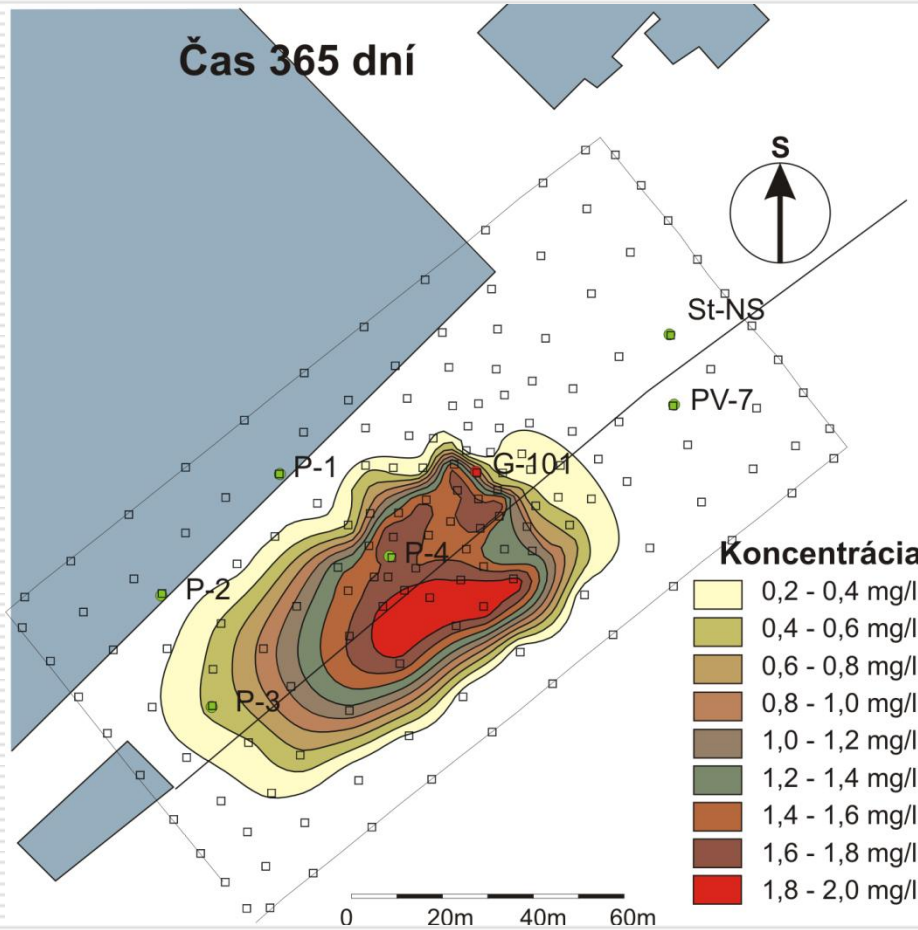


PARS Šumperk

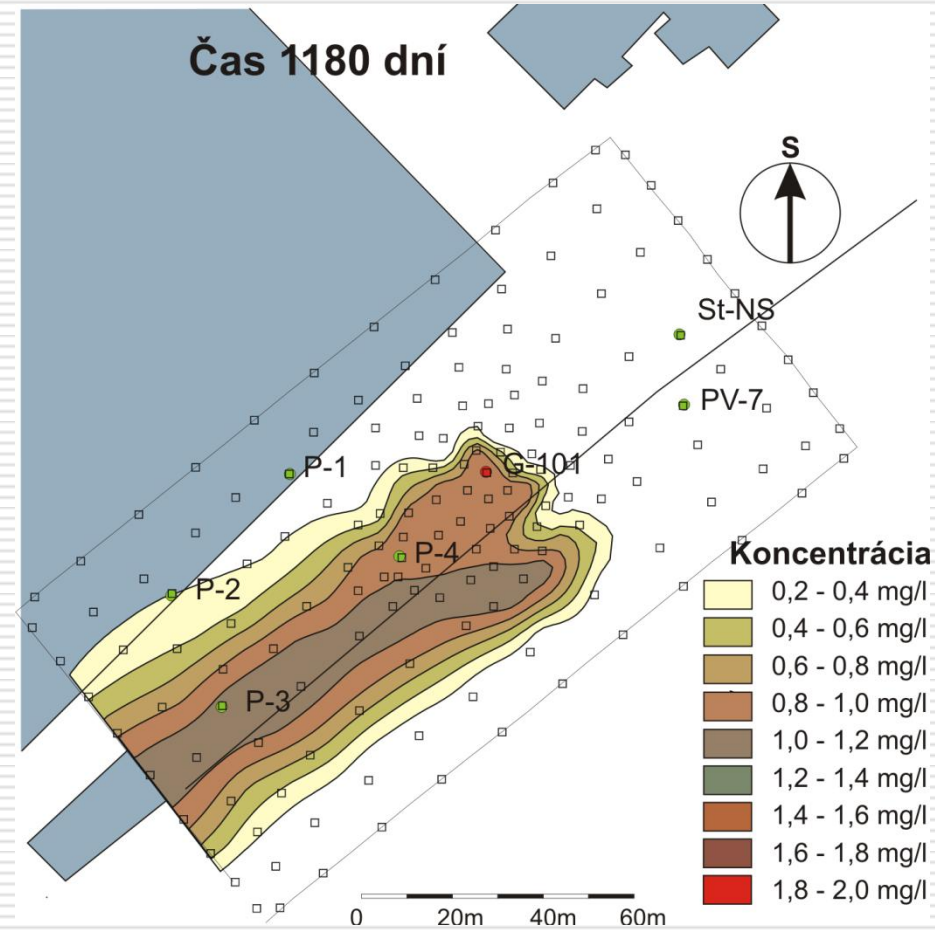


PARS Šumperk

Čas 365 dní



Čas 1180 dní



Děkuji za Vaši pozornost
