

Modelování proudění podzemní vody a transportu amoniaku v oblasti popelových skládek závodu Chemopetrol Litvínov a.s.

5. a 6. prosince, Litomyšl

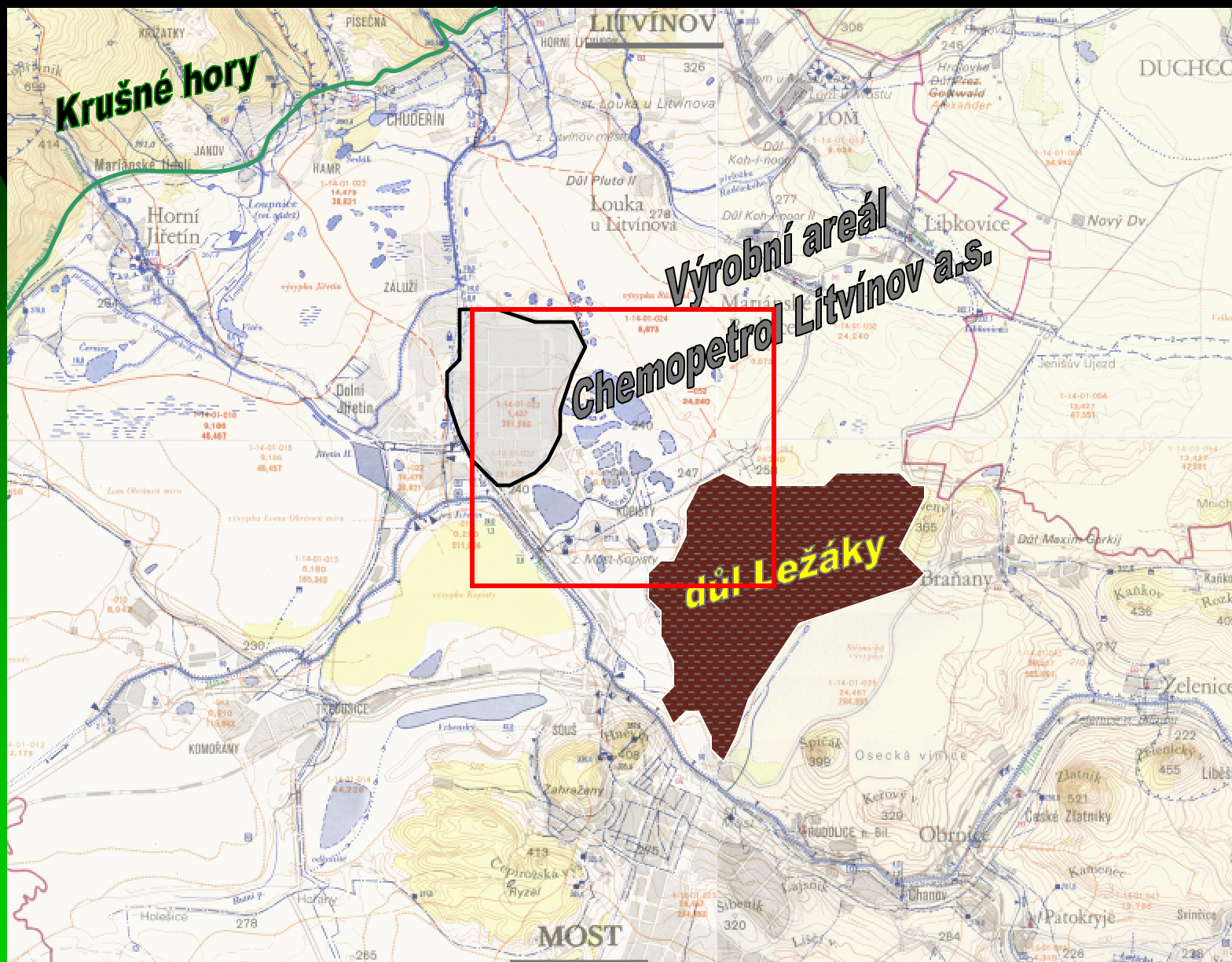
PROGEO s.r.o. :

Ing. Jan Uhlík, Ph.D.

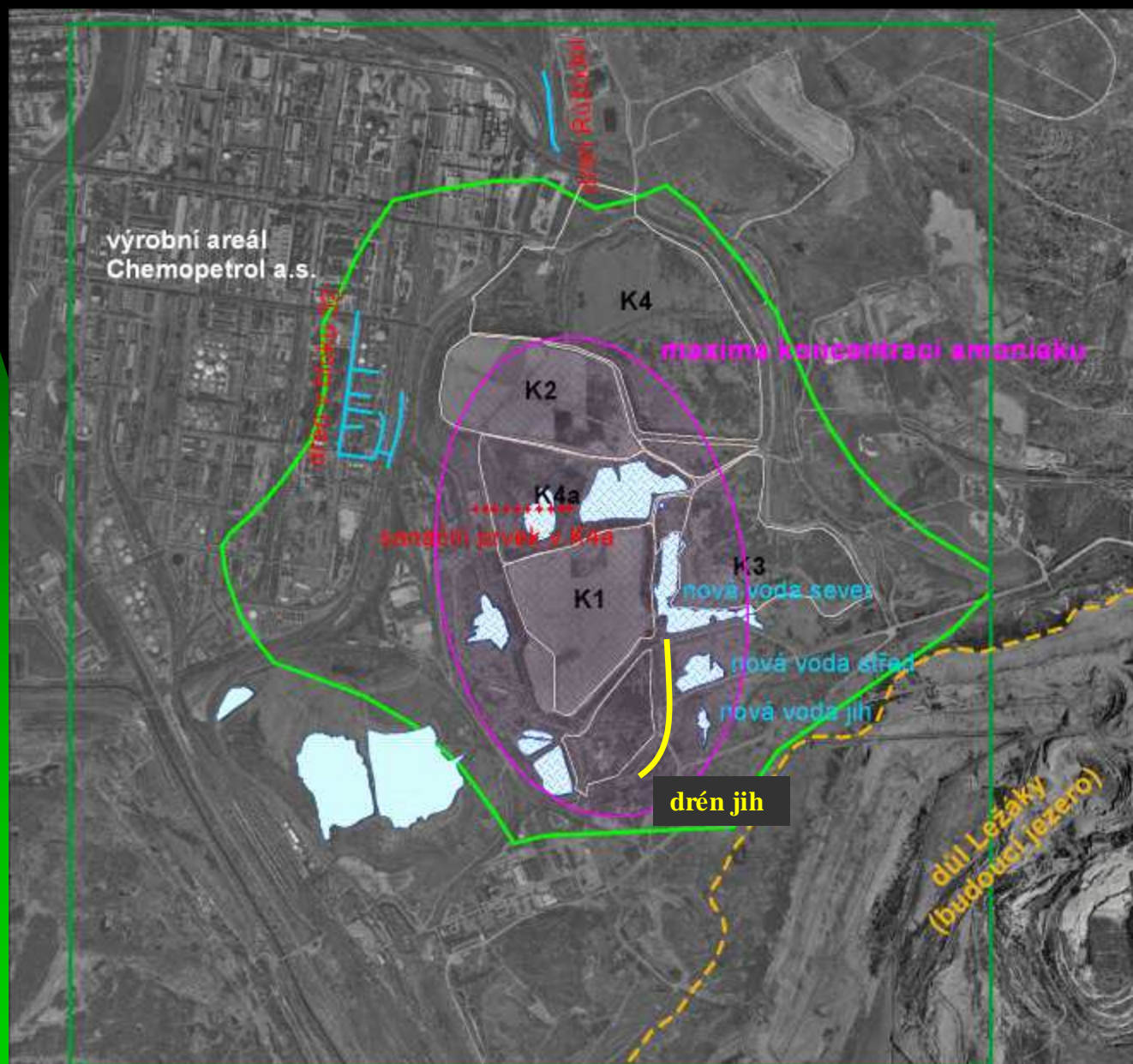
Témata prezentace:

- informace o zájmovém území
 - cíle realizovaného hodnocení – zadání úkolu
 - koncepce modelu – koncepční model
 - popis prací modelování proudění podzemní vody
 - popis prací modelování transportu kontaminace
 - přehled vybraných výsledků
-
- pravidla sestavení a kalibrace matematického modelu
 - možnosti prezentace modelových výsledků tak aby byla umožněna kontrola kalibrace modelu

Zájmové území – přehled informací:



Zájmové území – přehled informací – detail území:



Zadání úkolu:

Ověřit zdali vybudování drénu jím zamezí transportu amoniaku do jezera v dole Ležáky. Specifikovat nátokové množství podzemní vody a koncentrace amoniaku

Analyzovat poměry proudění podzemní vody

- mocnosti zvodnění,
- směry proudění,
- velikost (rychlost) proudění.

Prognózovat vývoj transportu amoniaku

- rozložení koncentrací,
- rozložení hmoty a hmotnostních toků
- směry proudění amoniaku.

Jediným nástrojem umožňujícím komplexně zadání vypracovat je matematické modelování

Vstupní data

- topografické, geologické a vodohospodářské mapy
- geologické profily + hydraulické parametry vrtů (cca 100 vrtů)
- časové řady hladin podzemní (období 1999 - 2005)
- časové řady koncentrací amoniaku
- srážkoměrné údaje ze stanice Kopisty
- údaje o přítoku podzemní vody do drénů Růžodol a „32“
- údaje o čerpání podzemní a povrchové vody z jezera Nová voda jih
- technické údaje o:
 - sanačním prvku v prostoru skládky K4a
 - zatěsnění skládek (infiltrace = 0)
 - drénu „jih“ (zapuštěn na úroveň neprop. podloží)

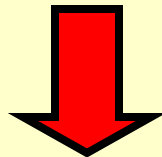
Vstupní data – informace pro kalibraci modelu

Je třeba vnímat také jako nástroj pro kontrolu výsledků matematických modelů

- porovnání základního odtoku a modelové drenáže podzemní vody (obj. kritérium)
- porovnání měřených a modelových hladin (hladin. krit.)
- porovnání předpokládaných a modelových směrů proudění
- porovnání předpokládané a modelové bilance kontaminantu
- porovnání měřeného a modelového rozložení koncentrací
- porovnání předpokládaných a modelových směrů postupu kontaminace

Základní údaje modelového řešení – koncepce

Transport amoniaku probíhá v prostoru štěrků a navážek elektrárenských popílků; v podloží kvartéru je několik metrů mocná vrstva plastických terciérních jílu



Prostor oběhu podzemní vody bude simulován pomocí jedné modelové vrstvy:

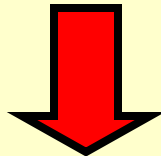
- platí Dupuitovy postuláty – tlak ve svislici se nemění
- koncentrace ve svislici je konstantní
- rozdílné propustnosti kvartérního pokryvu jsou v modelu zadány pomocí zón s různou hodnotou koeficientu hydraulické vodivosti K ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)

Základní údaje modelového řešení – koncepce

Jediným zdrojem podzemní vody je srážková infiltrace (zatěsnění skládek - [výhled](#)).

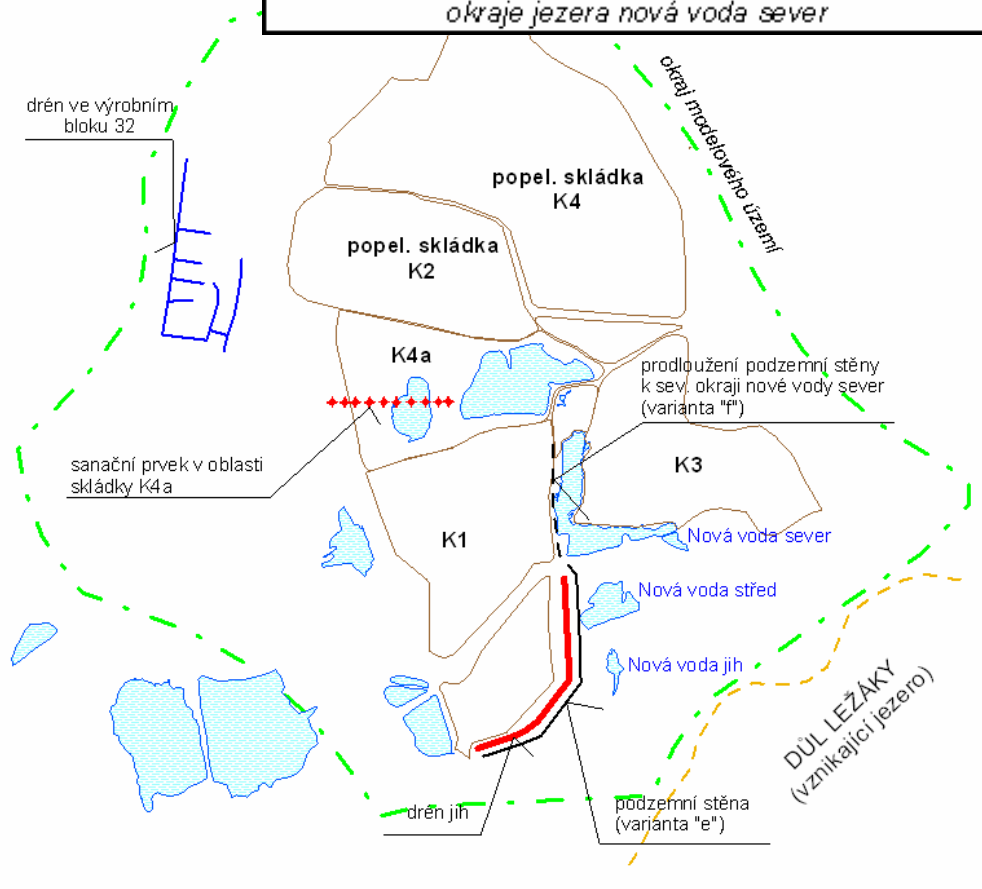
Poměry proudění podzemní vody ovlivňuje:

- drenáž do drénu v bloku 32
- drenáž do drénu růžodol
- sanační prvek v prostoru skládky K4 ([výhled](#))
- přesun čerpání z Nové vody jih ([výhled](#))
- vybudování drénu „jih“ v jižním předpolí skládek ([výhled](#))
- vybudování podzemní stěny podél V okr. drénu([výhled](#))



- zadání plochy modelového území
- zadání okrajových podmínek

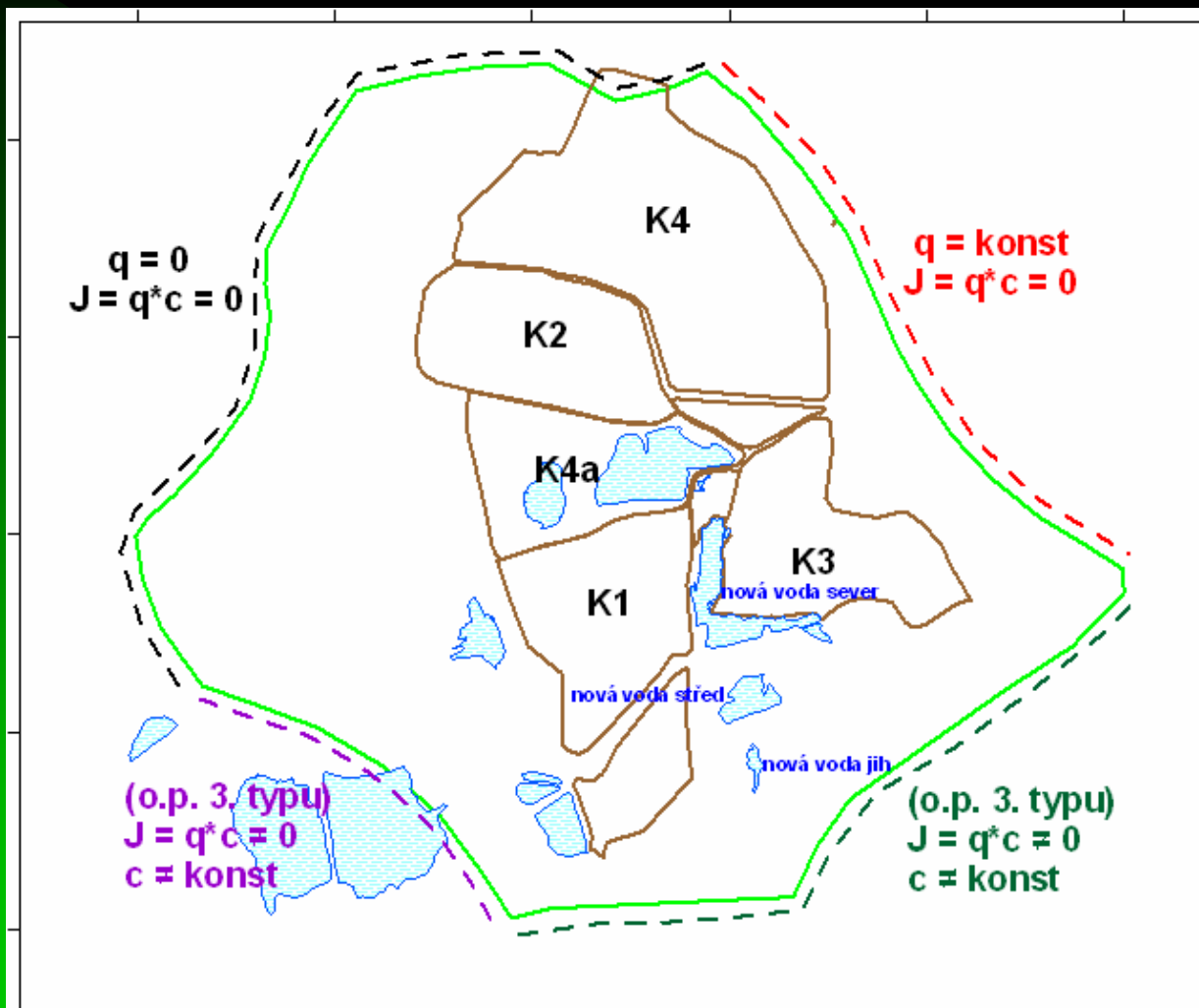
	varianta					
	"a"	"b"	"c"	"d"	"e"	"f"
zatěsnění všech ploch popelových skládek K1 - K4	0	1	1	1	1	1
čerpání podzemní vody v prostoru skládky K4a	0	1	1	1	1	1
čerpání jezera nová voda jih	1	1	0	0	0	0
čerpání jezera nová voda střed	0	0	1	0	0	0
zbudování sanačního drénu podél jižního okraje skládek	0	0	0	1	1	1
zbudování těsnicí stěny podél drénu při jižním okraji popelových skládek	0	0	0	0	1	1
zbudování doplňující těsnicí stěny podél západního okraje jezera nová voda sever	0	0	0	0	0	1



Modelové simulace varianty

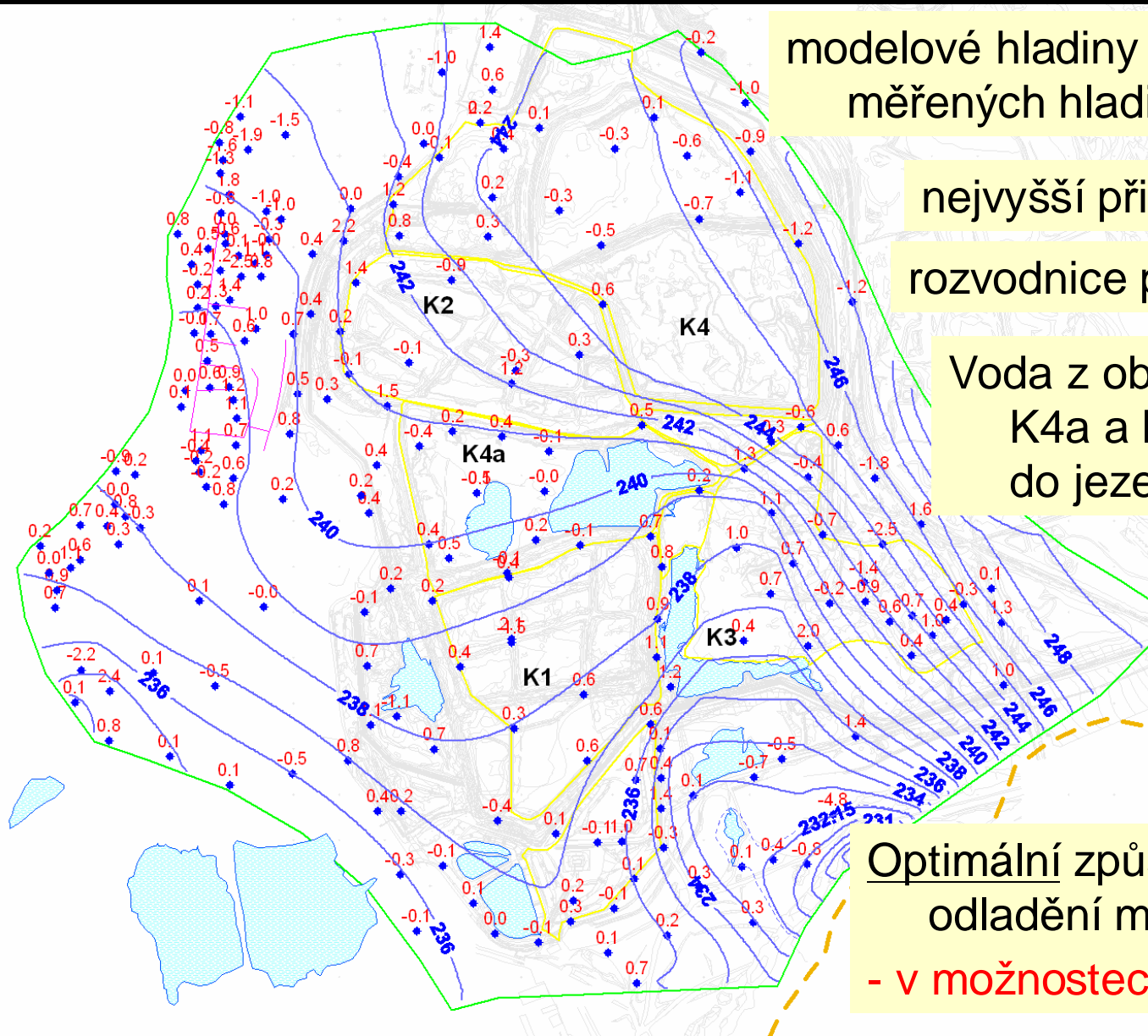
**MODFLOW
MT3D**

Okrajové podmínky modelů proudění a transportu



V oblastech nátoku do modelového území se vyvarovat zadání o.p. prvního a třetího typu.

Modelové hladiny podzemní vody – současný stav („a“)



modelové hladiny + rozdíly od měřených hladin

nejvyšší při SV okraji

rozvodnice při Z okraji skládek

Voda z oblasti skládek K1, K4a a K2 je drénována do jezera Nová voda jih

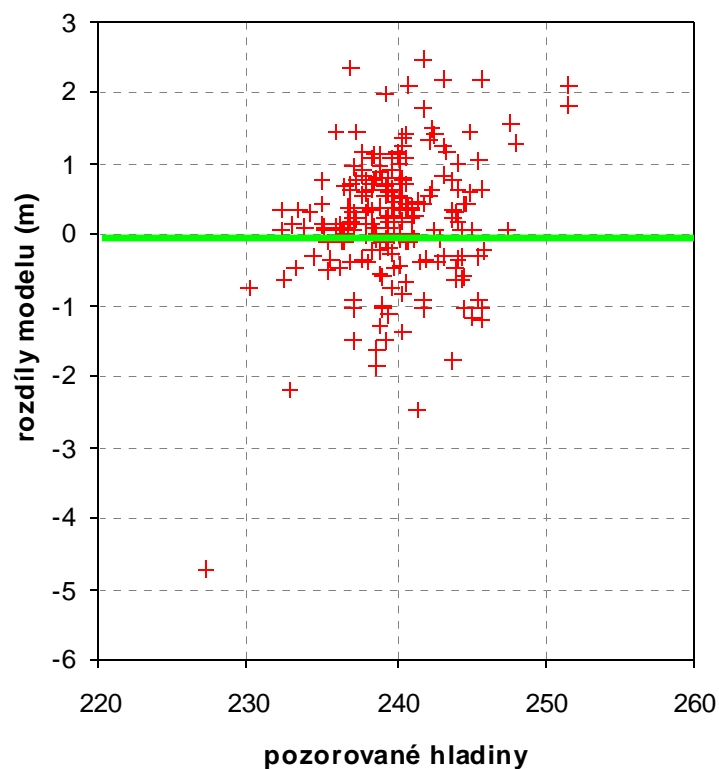
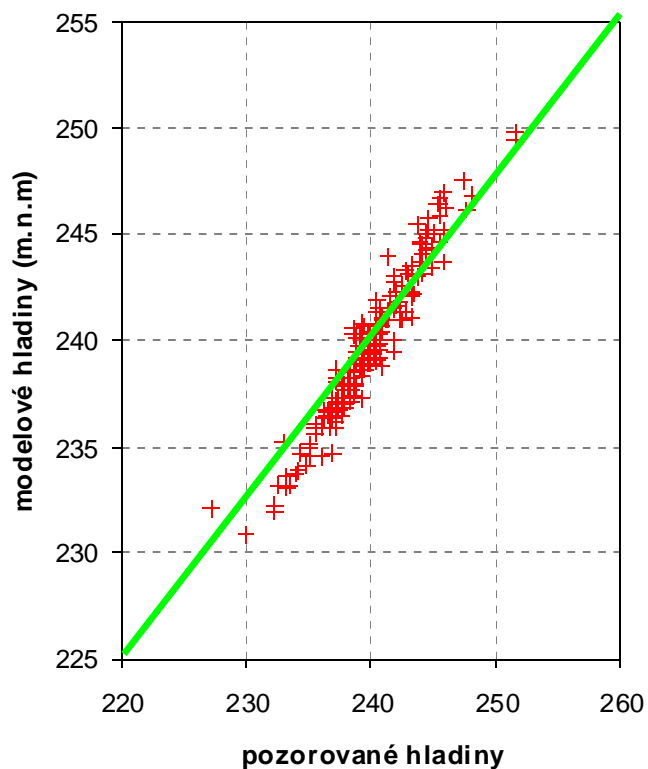
Optimální způsob prezentace odladění modelu proudění

- v možnostech všech modelářů

Porovnání měřených a modelových hladin („a“)

porovnání = (měřená hladina – hladina modelová)

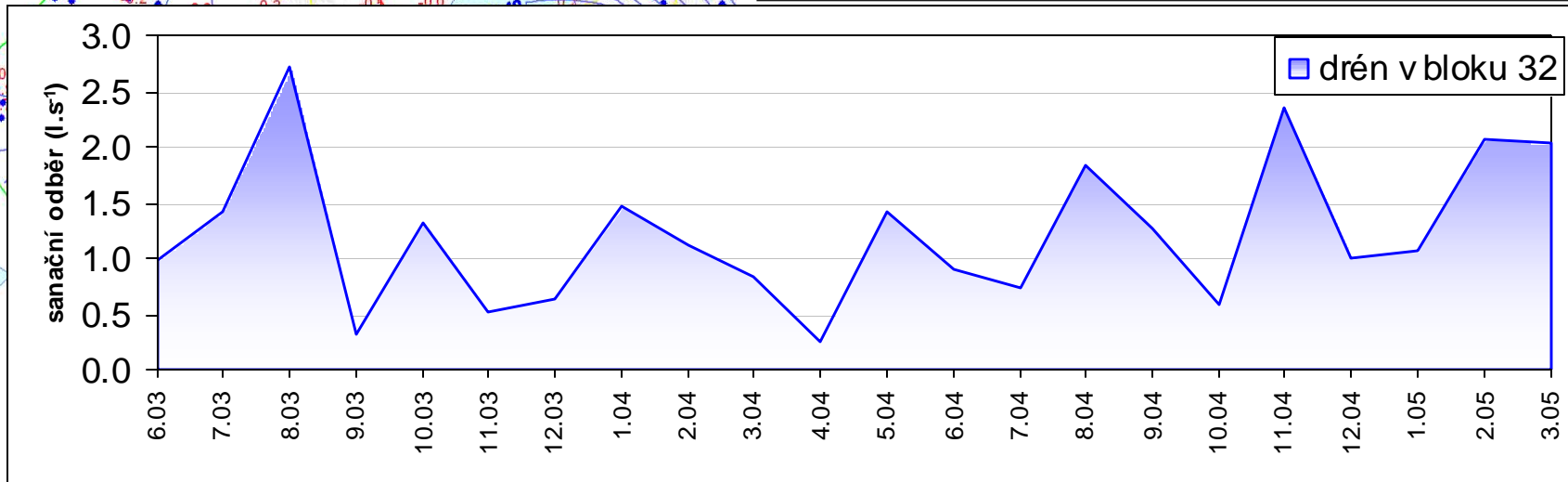
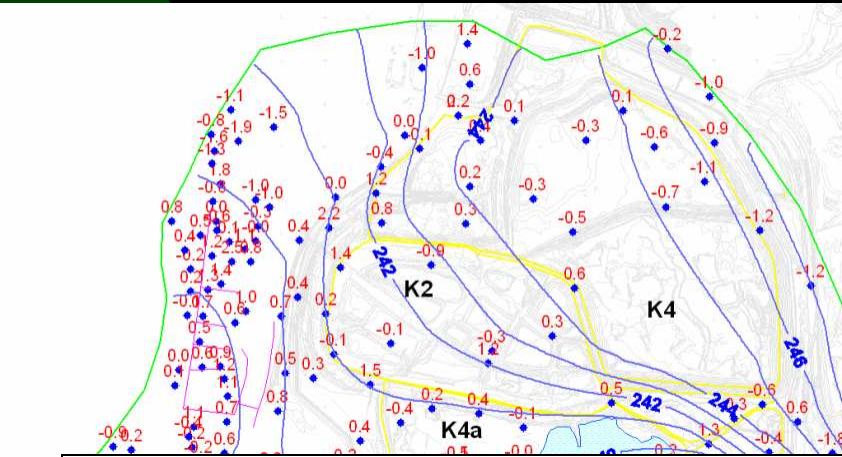
Residual Mean	0.21
Res. Std. Dev.	0.88
Sum of Squares	177.13



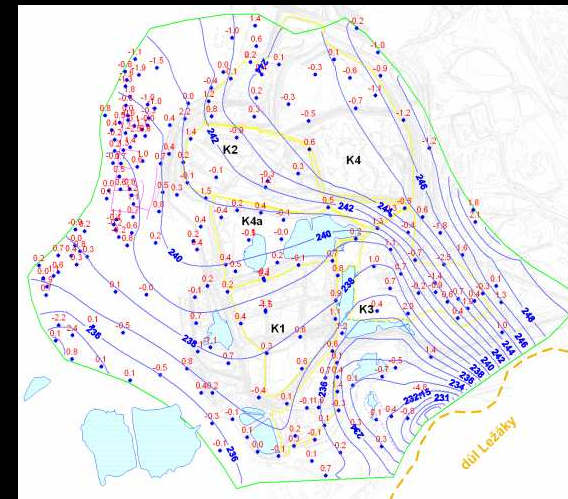
Bilance oběhu podzemní vody – současný stav („a“)

Bilance stacionární simulace:

srážková infiltrace (l/s)	3.91
přítok přes SV hranici (l/s)	1.12
přítok celkem (l/s)	5.03
čerpání nová voda jih (l/s)	2.05
čerpání nová voda střed (l/s)	
čerpací prvek ve skládce K4a (l/s)	
čerpání - sanační drén v bloku 32 (l/s)	1.00
čerpání - sanační drén jih (l/s)	
odtok do lomu Ležáky (l/s)	0.79
odtok přes JZ hranici (l/s)	1.19
odtok celkem (l/s)	5.03



Porovnání bilance modelových variant

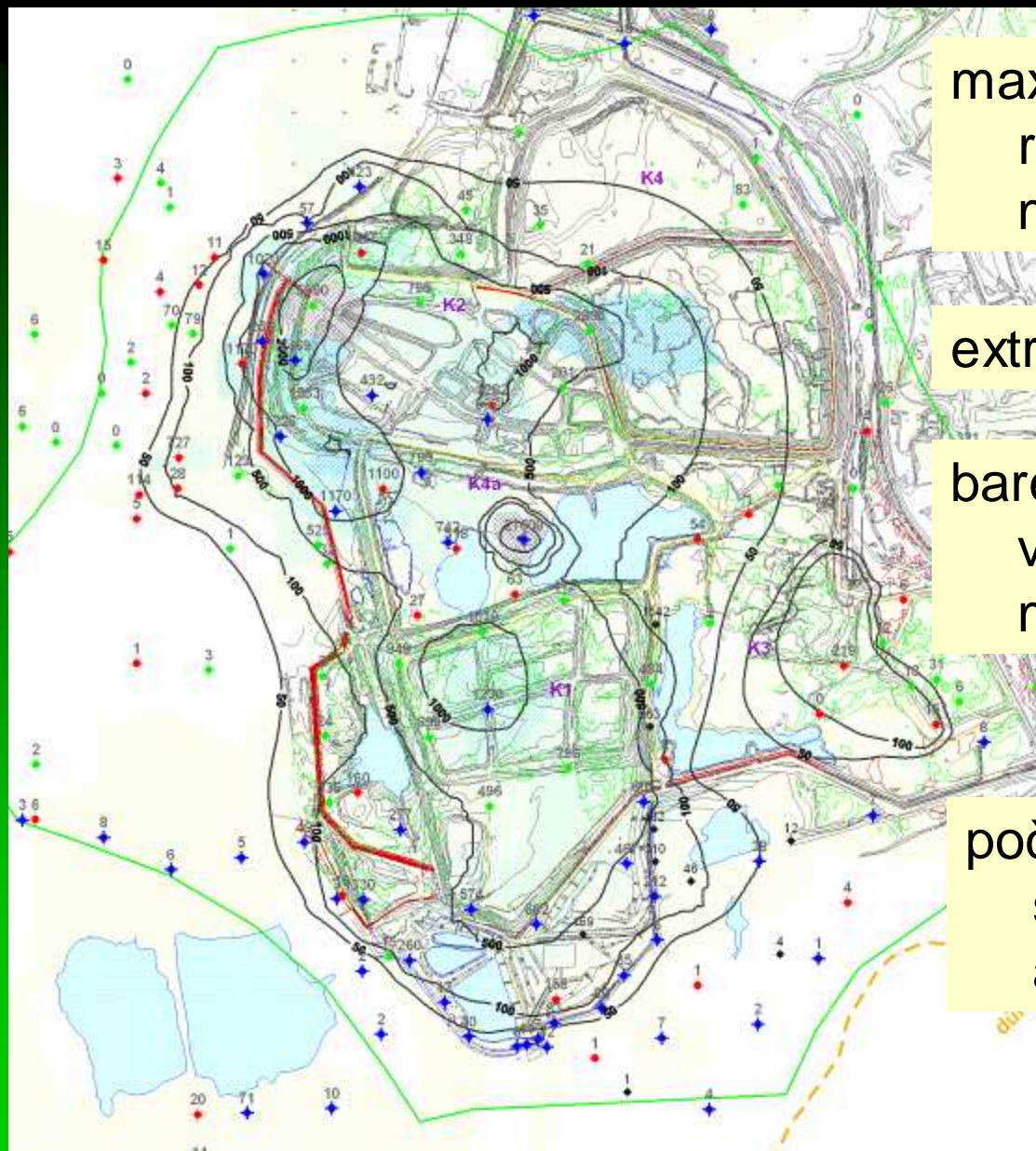


	varianty					
	a	b	c	d	e	f
srážková infiltrace (l/s)	3.91	2.76	2.76	2.76	2.76	2.76
přítok přes SV hranici (l/s)	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12
přítok celkem (l/s)	5.03	3.87	3.87	3.87	3.87	3.87
čerpání nová voda jih (l/s)	2.05	1.16				
čerpání nová voda střed (l/s)			1.07			
čerpací prvek ve skládce K4a (l/s)		0.69	0.68	0.66	0.80	0.80
čerpání - sanační drén v bloku 32 (l/s)	1.00	0.49	0.49	0.49	0.51	0.51
čerpání - sanační drén jih (l/s)				1.24	0.48	0.39
odtok do lomu Ležáky (l/s)	0.79	0.68	0.78	0.71	1.26	1.37
odtok přes JZ hranici (l/s)	1.19	0.84	0.85	0.76	0.82	0.81
odtok celkem (l/s)	5.03	3.87	3.87	3.87	3.87	3.87

Základní charakteristiky kontaminantu

- v podzemní vodě se amoniak vyskytuje ve formě
 - molekulární - neiontové (NH_3)
 - iontové (NH_4^+)
- při pH vyšším než 9 vzrůstá zastoupení iontové formy
- v modelu byly zadány hmotnostní koncentrace (součet koncentrace iontové a molekulární)
- transport kontaminace probíhá (a je simulován) vlivem:
 - advekce,
 - hydrodynamické disperze.
- reakce a ani sorpce kontaminantu není simulována
- hmotnost molekuly (NH_3) :
 - $16 + (3 \cdot 1) = 19$,
 - dusík se na celkové hmotnosti molekuly podílí z 84%

Současné rozložení koncentrací amoniaku



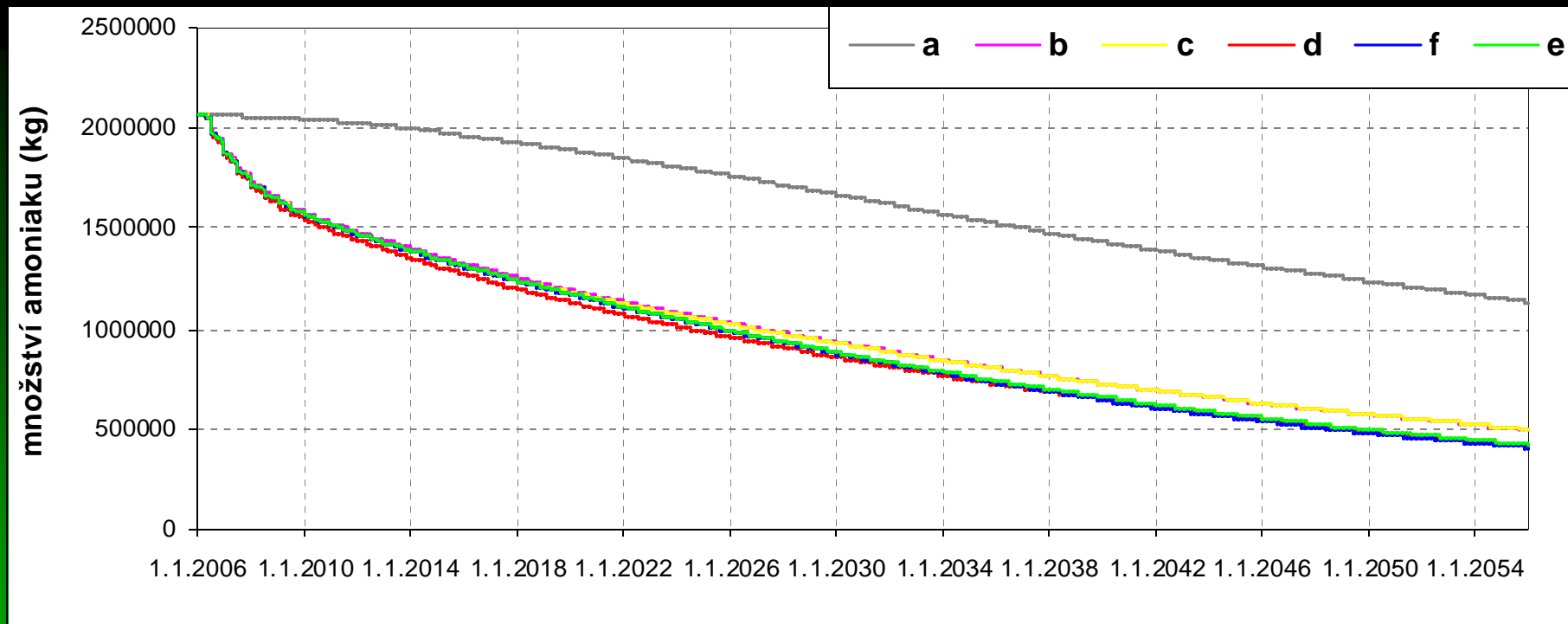
maxima koncentrací v
rozmezí 1000 – 2000
mg/l

extrém 20000 mg/l

barevné rozlišení
vrtů dle četnosti
měření

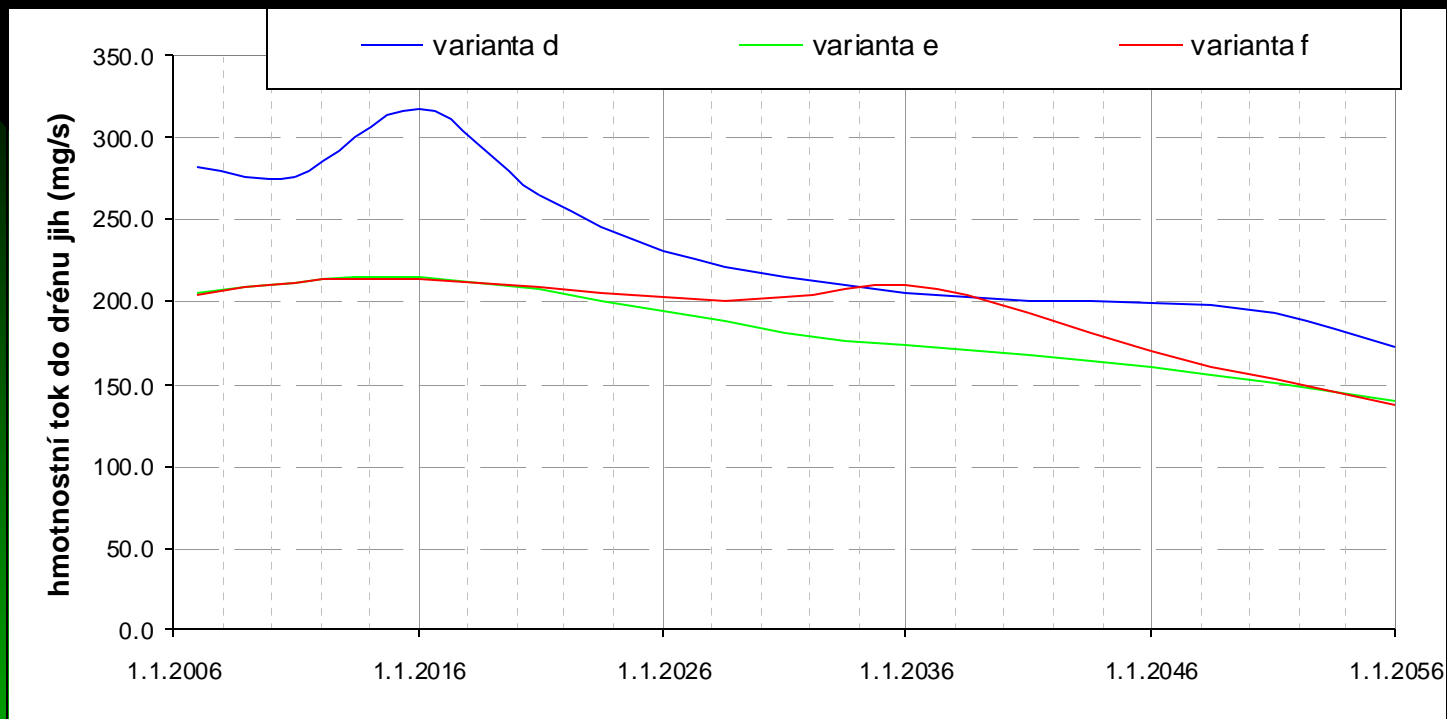
počáteční podmínka
simulací transportu
amoniaku

Modelový vývoj hmoty amoniaku v zájmovém území



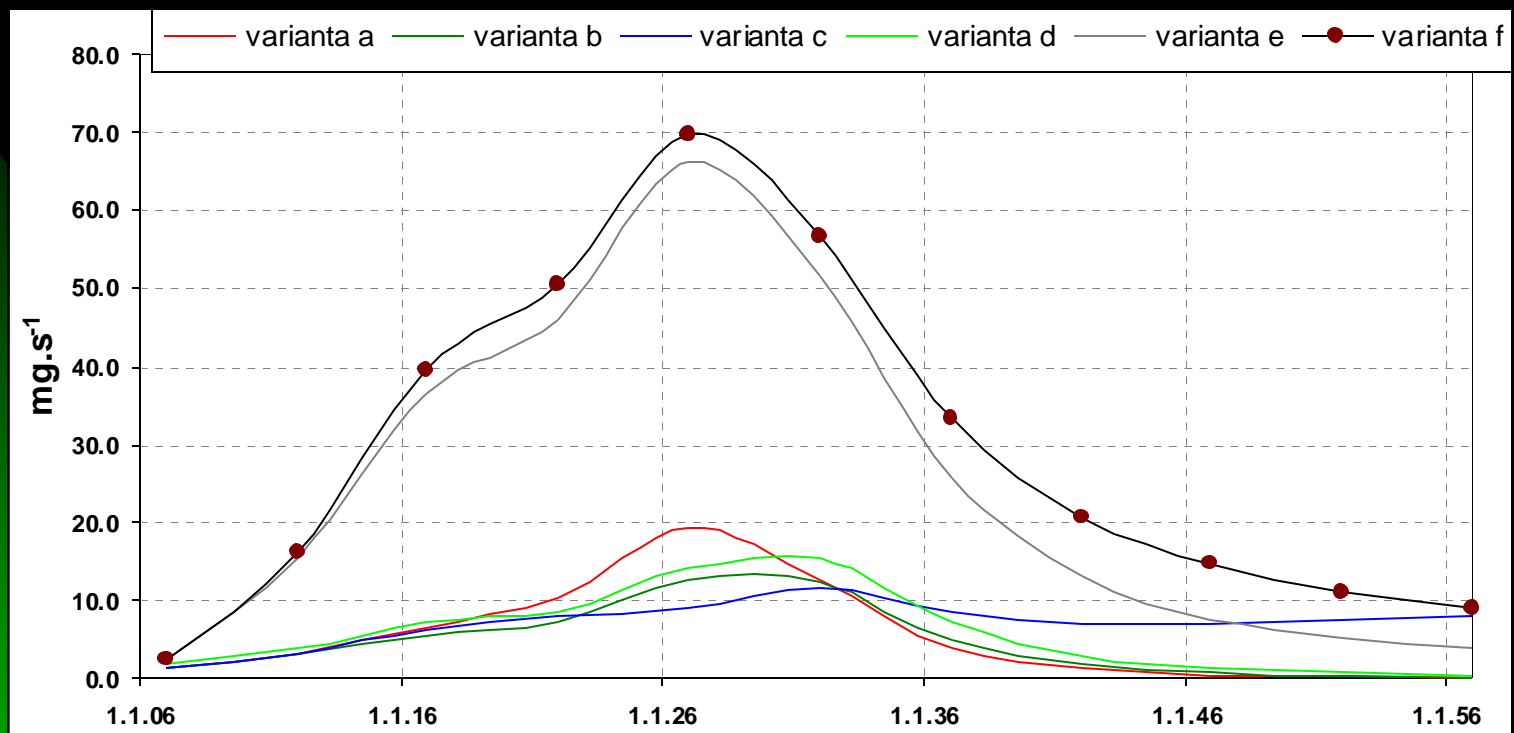
- v současnosti se v lokalitě nachází přibližně 2070 tun amoniaku (30% pórovitost)
- rozdíl varianty „a“ a ostatních variant způsobuje sanační prvek v K4a
- při vybudování sanačního prvku v K4a klesne množství amoniaku v lokalitě za 50 let cca na čtvrtinu.

Hmotnostní tok amoniaku do drénu „jih“



- počáteční hmotnostní tok amoniaku do drénu „jih“ lze pro jednotlivé varianty technického řešení očekávat v rozmezí 200 – 300 mg/s
- rozdíl počátečního drénovaného množství způsobuje podzemní stěna
- nátok amoniaku do drénu by v padesátiletém období poklesl cca o čtvrtinu

Hmotnostní tok amoniaku do jezera v dole Ležáky



- při čerpání vody z jezera „jih“ a nebo z jezera „střed“, nebo při vybudování drénu jih (varianty „a“ - „d“) je maximální nátok amoniaku do jezera „Ležáky“ vyčíslen 20 mg/s,
- zvýšený nátok amoniaku (varianty „e - f“) způsobuje podzemní stěna – hmota amoniaku z východní oblasti nedotéká do drénu, nýbrž do jezera „Ležáky“.

Porovnání modelování a fotografování

fotograf

fotoaparát

zachycení scény na
fotografii

autor modelu

model

zhodnocení + prognóza
hydraulického, resp.
transportního stavu

odladěný model lokality:

- je pouze nástroj pro zpracování hodnocení a nikoliv cíl práce
- (i fotoaparát) zůstává součástí know-how firmy autora modelu (fotografa)

Existuje ale zásadní rozdíl mezi modelováním a fotografováním:

„Teprve údaje o kalibraci modelu (na rozdíl od údajů o zaostření fotoaparátu) umožňují posuzovat vytvořené dílo“.



**Mnohokrát děkuji
za pozornost**