

Konference „Těžba a její dopady na životní prostředí“
Hustopeče 18. – 19. 9. 2012



VÝVOJ CHARAKTERU DŮLNÍCH VOD ZATOPENÉHO LOŽISKA ZADNÍ CHODOV

- 1) Karel LUSK, *DIAMO, s. p. , Máchova 201, 471 27 Stráž pod Ralskem, e-mail:*
lusk@diamo.cz
- 2) Milan VŠETEČKA, *DIAMO, s. p. , Máchova 201, 471 27 Stráž pod Ralskem, e-mail:*
vsetecka@diamo.cz





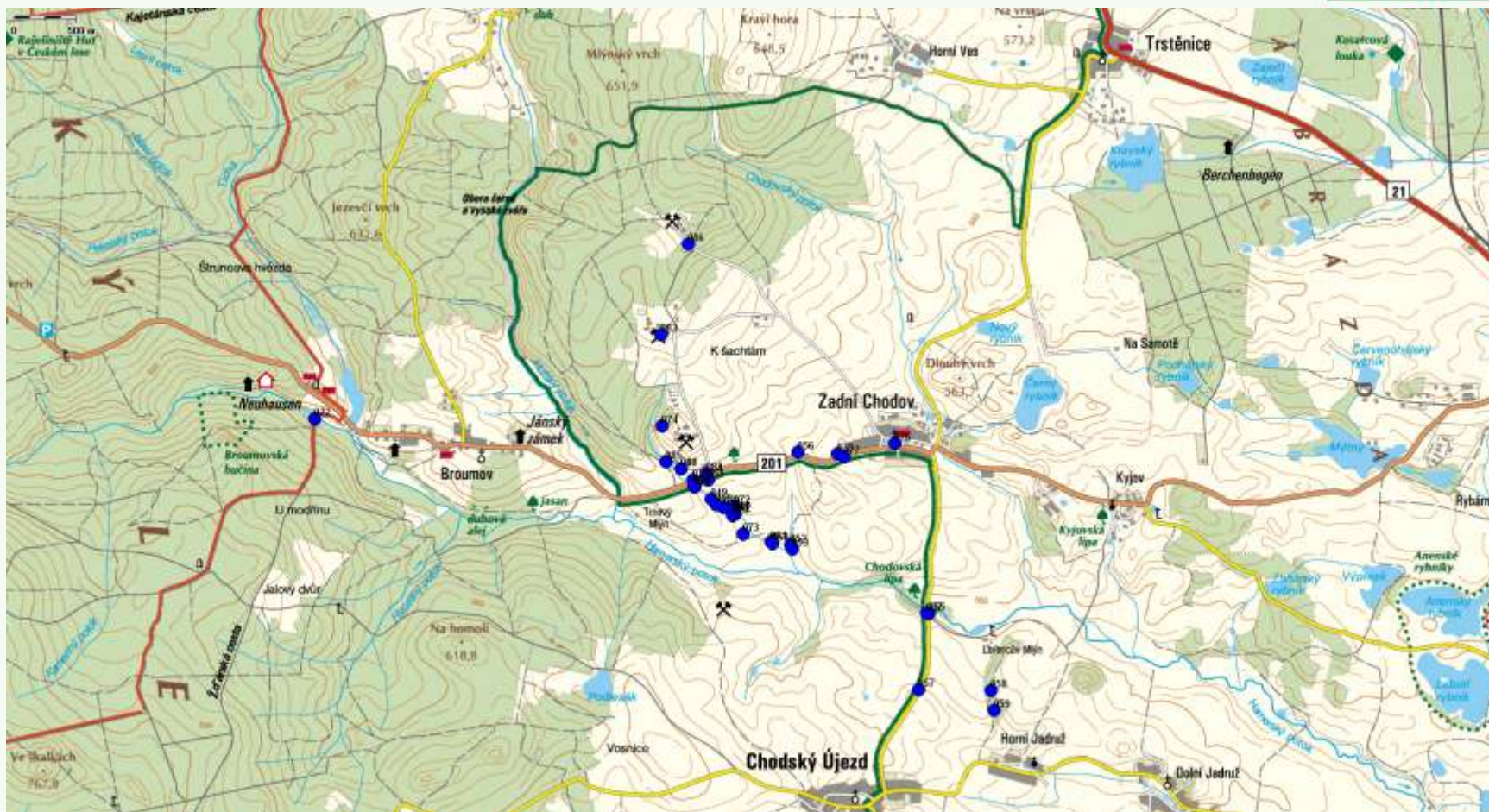
Úvod - Základní popis ložiska

Ložisko Zadní Chodov

- (zrušený dobývací prostor 716 ha)
- Ložisko Zadní Chodov je otevřeno celkem třemi jámami :
 - jáma č. 1 hloubka 401,6 m (povrch 628,6 m)
 - jáma č. 2 hloubka 761,8 m (povrch 578,7 m)
 - jáma č. 3 hloubka 1263,2 m (povrch 593,0 m)
- Na ložisku byly dvě hlavní větrací jámy :
 - jáma č. 12 hloubka 780,4 m
 - jáma č. 13 hloubka 1083,8 m
- Celkové vylomené objemy jsou 3195,6 tis. m³
- Maximální hloubka zrudnění 1250 m
- Odpracováno v blocích 1598,4 tis. m³
- Celkové množství vydobyté rudy : 1990,2 tis. t
- Průměrný těžební obsah v rudě : 0,204 %
- Celkové množství likvidovaného U kovu : 4150,7 t
- Ložisko bylo exploatováno v letech 1954 (1952) – 1992



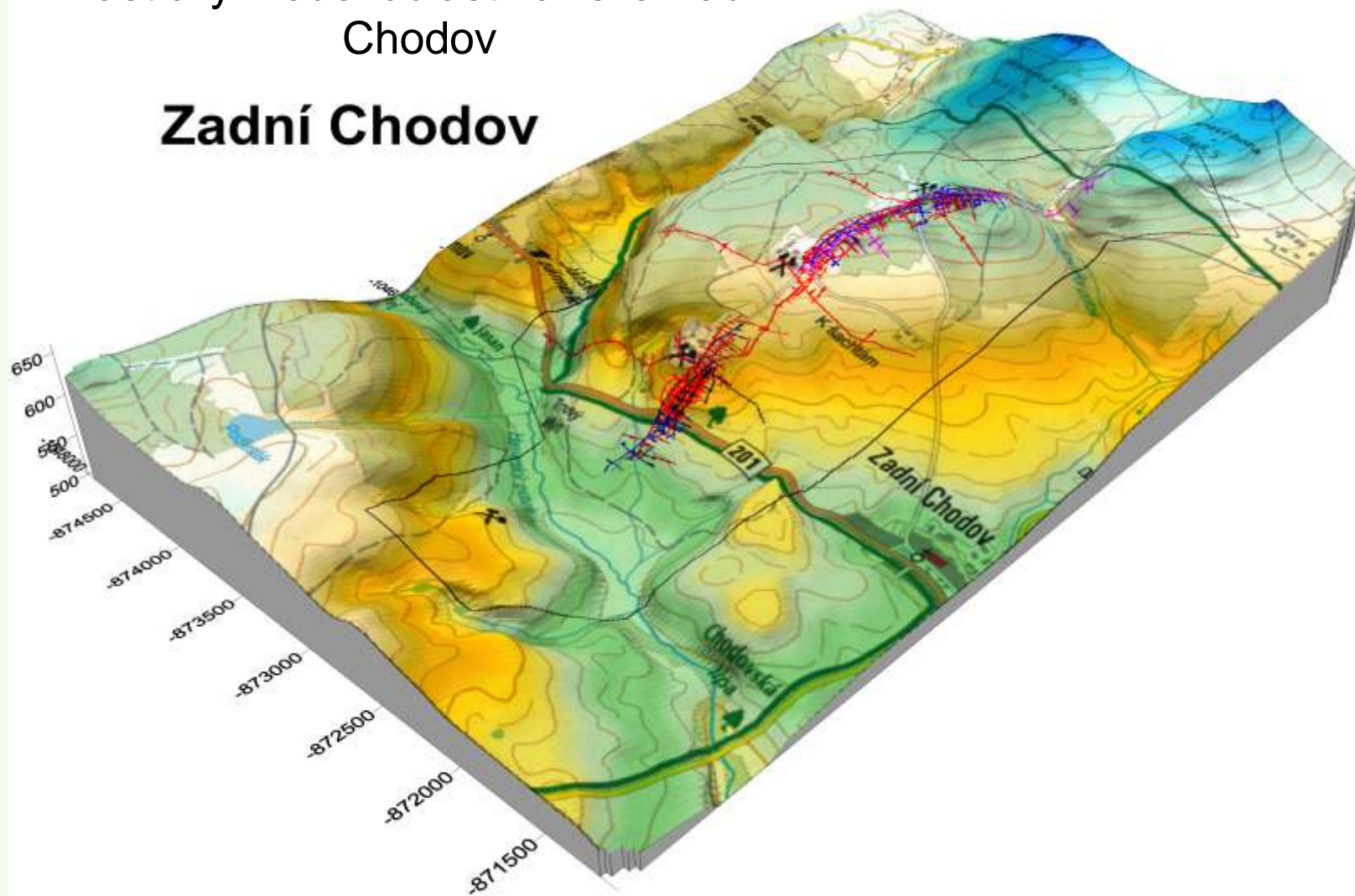
Oblast ložiska Zadní Chodov na základní mapě



Konference „Těžba a její dopady na životní prostředí“
Hustopeče 18. – 19. 9. 2012

Plastický model oblasti ložiska Zadní Chodov

Zadní Chodov





Historie dobývání

- **První období 1952 – 1968**
 - Dobývání ložiska s těžebním průzkumem. Byl vypracován projekt ukončení těžby ložiska.
- **Druhé období 1969 – 1977**
 - Pozitivní výsledek průzkumu na 19. patře. Vzrůst produktivity až na 26. patro.
- **Třetí období 1977 – 1992**
 - Komplexní rekonstrukce dolu. Otvírka 28. patra
 - 1990 útlum uranové těžby v ČR a zastavení těžby v roce 1991
- **Čtvrté období 1992 – 1995**
 - 1.2.1993 zahájeno zatápění dolu
 - 23.3.1995 důl zatopen a dochází k vývěru důlních vod do terénu. Hladina se ustaluje na kótě 454,3 m n.m.
- **Páté období 1995 – 2010**
 - 1996 rekonstrukce dekontaminační stanice oplachových vod. Provoz ČDV
 - 11.11.2001 odvrtán vrt HVM-1 na 2. patro dolu
- **Šesté období 2010 –**
 - 14.7.2010 kvalita vytékajících důlních vod dosáhla úrovně možné k přímému vypouštění – zastavena ČDV (v pohotovosti). Začal pokus s přímým vyváděním průsakových vod a řízeným odpouštěním důlních vod vrtem HVM-1
 - 2012 zahájení provozu mokřadu syceného důlní vodou z vrtu HVM-1
 - Období bude ukončeno v okamžiku potvrzení dostatečné účinnosti mokřadu a vyrovnání režimu důlních vod a vymizení všech divokých výronů do terénu.



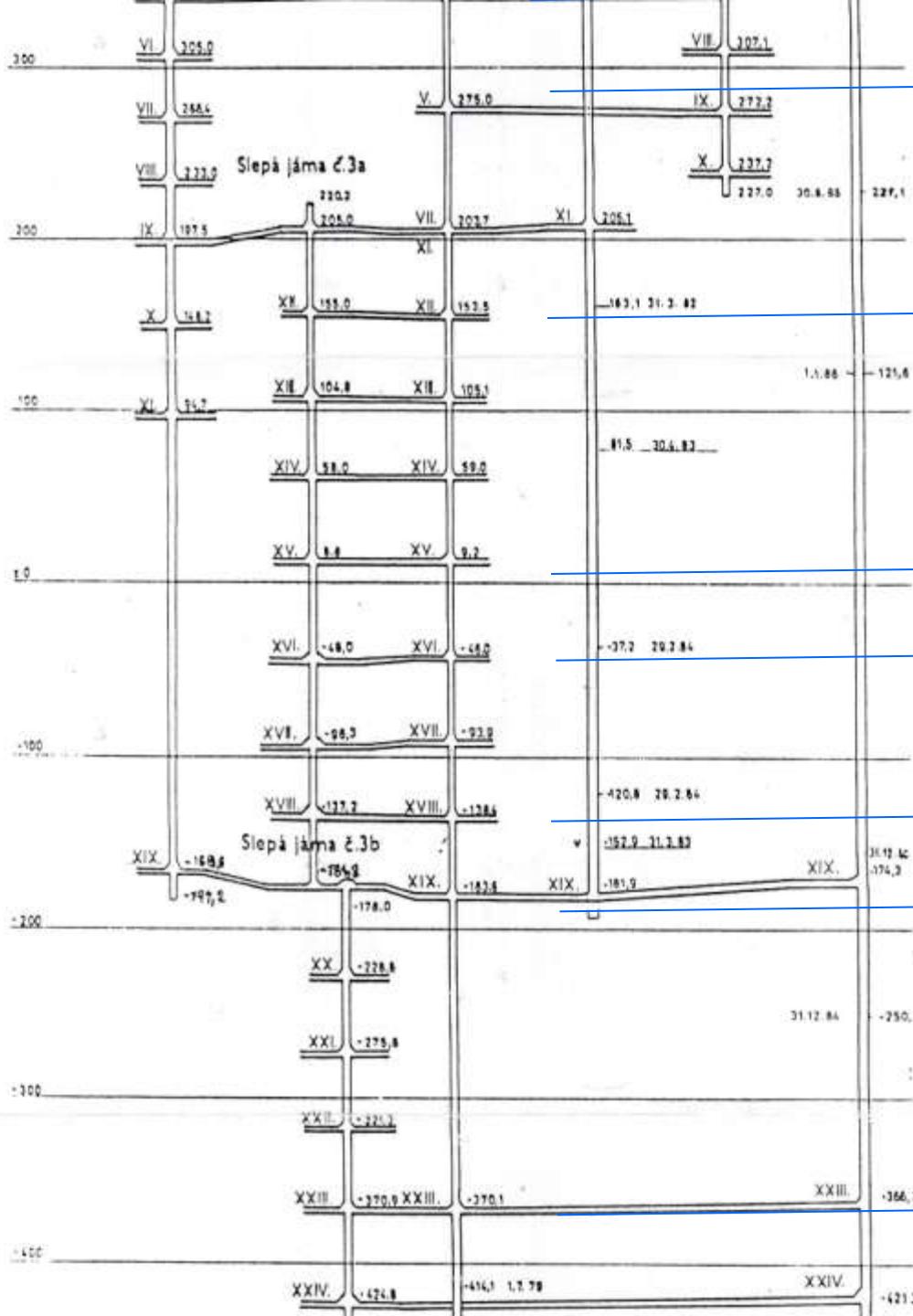
Jáma č. 3 do roku 1977 a po něm



Konference „Těžba a její dopady na životní prostředí“
Hustopeče 18. – 19. 9. 2012

Jáma č. 3 nyní.





1958

1959

1960

1962

1963

1964

1969

↑
1993

ŘEZ ÚVODNÍMI

Vývěr důlních vod do terénu (4. období)



Vývěř důlních vod do terénu (4. období)



Konference „Těžba a její dopady na životní prostředí“
Hustopeče 18. – 19. 9. 2012

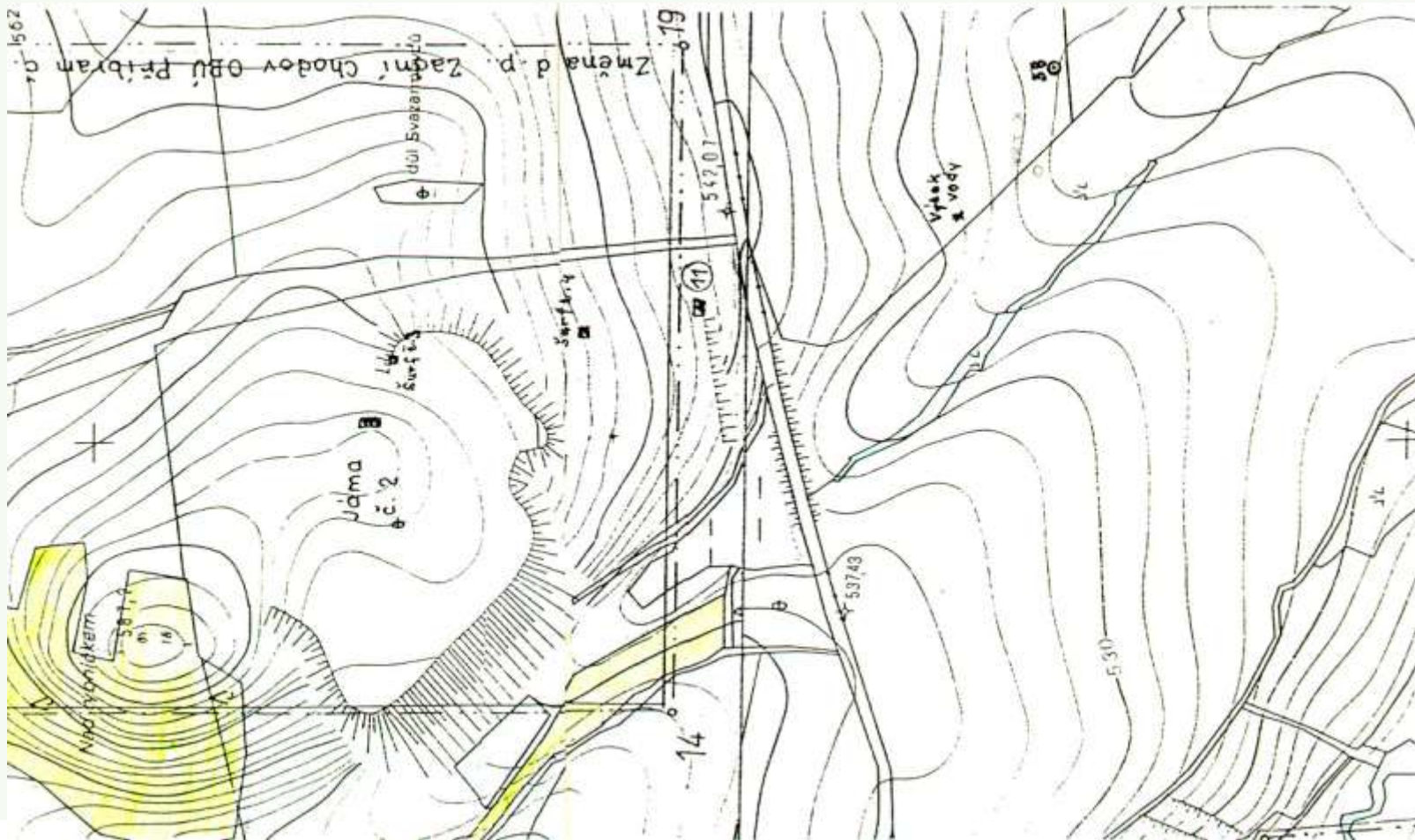
Vývěr důlních vod do terénu (4. období)



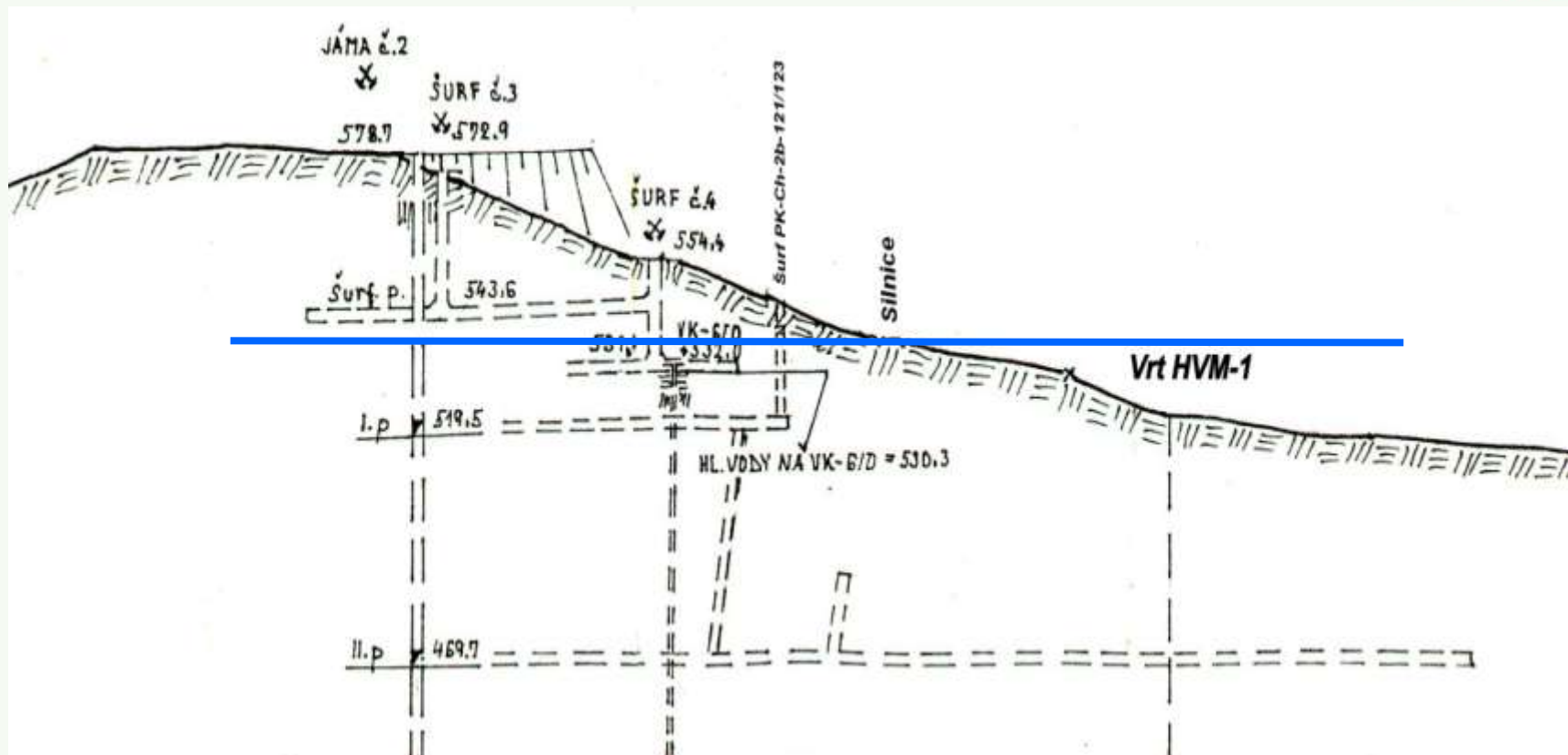
Vývěr důlních vod do terénu (4. období)



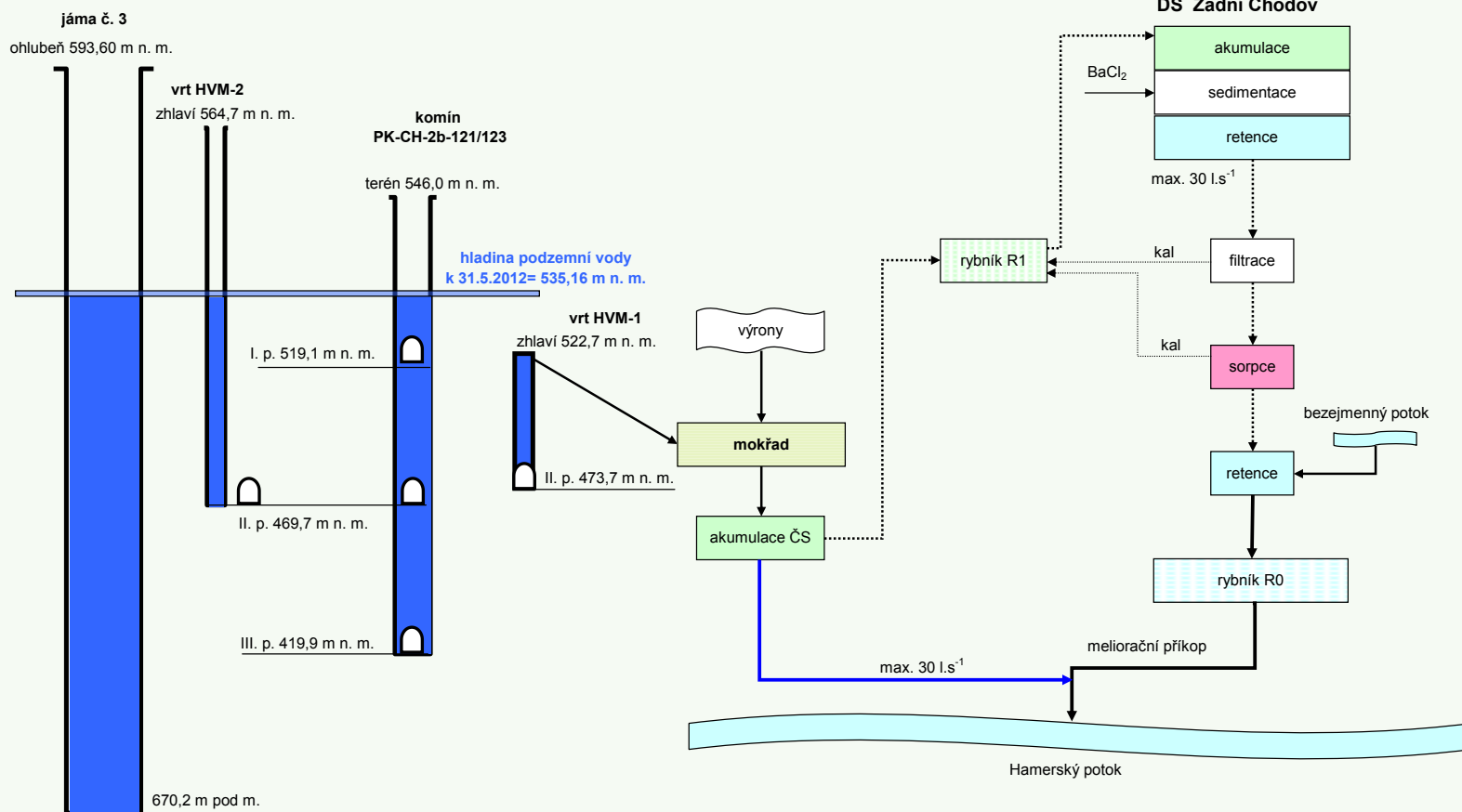
Situace vývěru důlních vod v roce 1995



Řez vývěrem důlních vod v roce 1995



Blokové schéma čištění a vypouštění důlních vod na ložisku Zadní Chodov se zařazením mokřadu do systému čištění a vypouštění vod - 2012



Odvrtání vrtu HVM-1 (5. období)



Vysušení lagunky na propadu komína vlivem odpouštění vrtu HVM-1

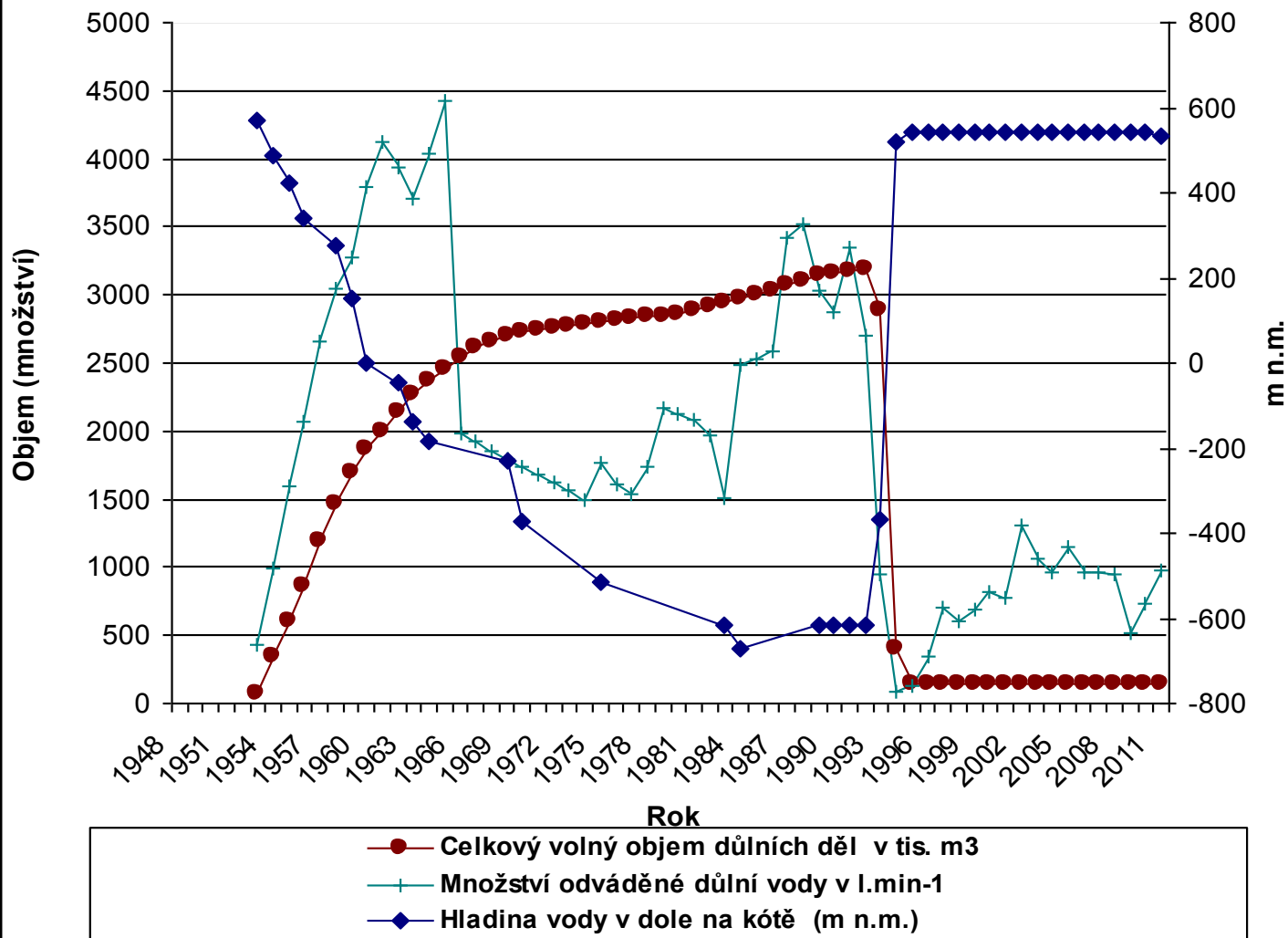


Odpouštění z vrtu HVM-1





Základní dynamické a statické objemy dolu Zadní Chodov



Základní složení důlních vod některých uranových ložisek



Oblast	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	Ca	Na	Mg	K	TDS
Okrouhlá Radouň 2002	570	56,00	150	160	55	54	11	860
Okrouhlá Radouň 2010	1285	33,17	2					1779

	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	K	Na	Ca	Mg	TDS
Vítkov 2002	460	180,00	3	150	98	25	6,1	760
Vítkov 2010	492	199,03	1					971

	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	K	Na	Ca	Mg	TDS
Zadní Chodov 2002	570	14,00	66	550	420	89	23	3400
Zadní Chodov 2010	492	18,87	4					675
Rudolf (Mariánské Lázně)	1438	52,57	92	16	92	227	124	2181
Ferdinand I. (Mariánské Lázně)	2426	3142	1213,00	39	3040	200	147	10800

	SO ₄ ⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	K	Na	Ca	Mg	TDS
Příbram 2002	2200	600	120,00	550	430	91	24	3600
Příbram 2010	1040	570	231,29					3909
Mlýnský Pramen (Karlovy Vary)	1647	2106	612,6	91	1682	130	45	6415

	SO ₄ ⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	K	Ca	Na	Mg	TDS
Licoměřice 2002	1600	120	7,00	260	180	27	18	2600
Licoměřice 2010	920	78	60,87					1479



Základní složení důlních vod některých uranových ložisek



Oblast	Ba	Sr	Fe	Mn	NH4	Unat	Ra226	pH
Okrouhlá Radouň 2002	0,016	1,60	1,80	1,000	0,0500	0,44	3,20	6,82
Okrouhlá Radouň 2010	0,023	2,10	21,19	1,113	0,0686	0,40	10,40	6,93

	Ba	Sr	Fe	Mn	NH4	Unat	Ra226	pH
Vítkov 2002	0,040	0,97	0,13	1,800	0,2000	0,34	5,70	7,39
Vítkov 2010	0,046	0,73	37,07	0,150	0,1262	0,13	17,10	7,33

	Ba	Sr	Fe	Mn	NH4	Unat	Ra226	pH
Zadní Chodov 2002	0,021	0,66	0,32	2,500	0,0500	1,70	2,60	7,29
Zadní Chodov 2010	0,017	0,40	0,84	1,301	0,1121	0,21	1,74	7,22
Rudolf (Mariánské Lázně)		1,72	20,34	0,090				6,20
Ferdinand I. (Mariánské Lázně)		2,42	33,80	0,183				6,50

	Ba	Sr	Fe	Mn	NH4	Unat	Ra226	pH
Příbram 2002	0,020	6,10	0,25	5,200	0,1900	9,90	0,76	7,11
Příbram 2010	0,017	4,62	13,45	1,307	0,3220	5,44	0,86	7,22
Mlýnský Pramen (Karlovy Vary)		0,32	1,46	0,280				

	Ba	Sr	Fe	Mn	NH4	Unat	Ra226	pH
Licoměřice 2002	0,007	2,70	160,00	13,000	0,7000	0,06	0,56	5,90
Licoměřice 2010	0,015	1,77	30,85	5,222	0,4305	0,34	0,52	5,30

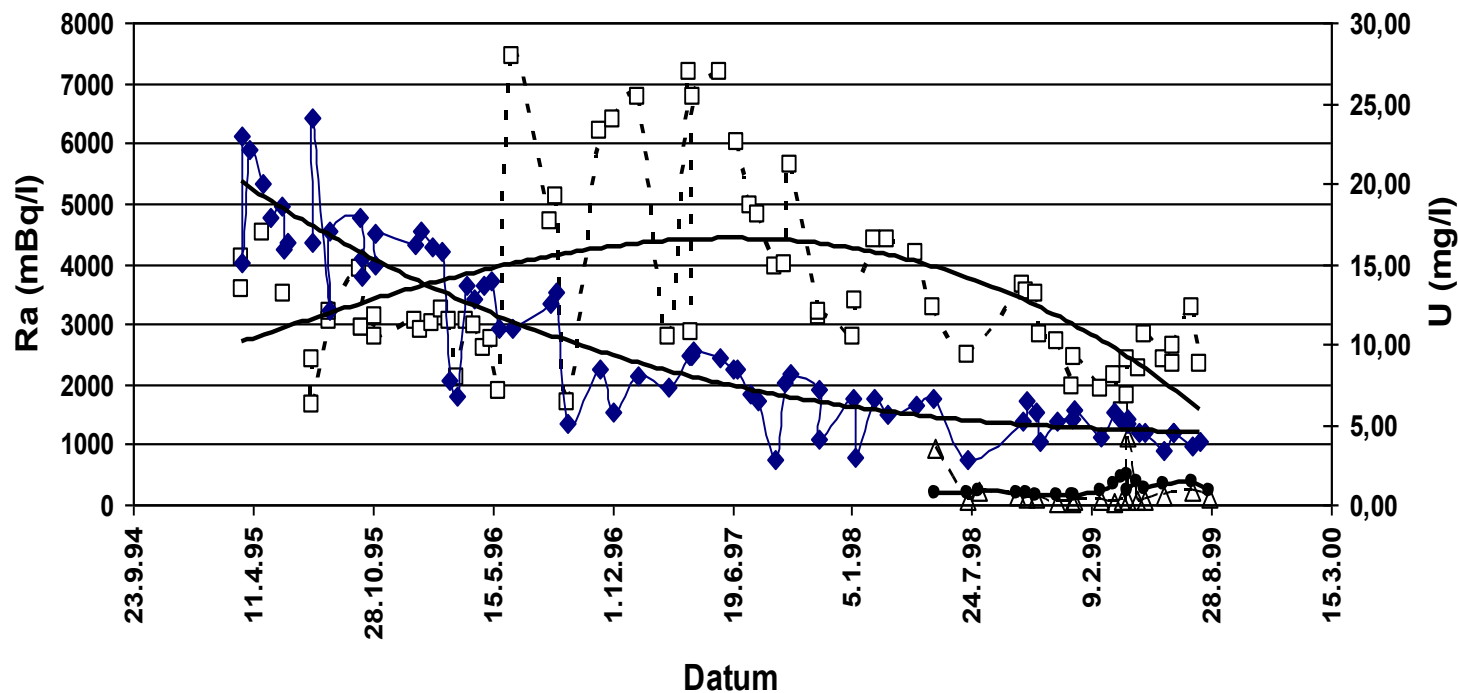
Jednotky

Ra226	Bq/l
pH	1
ostatní	mg/l



Konference „Těžba a její dopady na životní prostředí“
Hustopeče 18. – 19. 9. 2012

Obsah U a Ra ve vodě v počáteční fázi výronu důlních vod Zadní Chodov



- - □ - - Ra (mBq/l) - - △ - - Ra (mBq/l)pot —◆— U (mg/l)
 —●— U (mg/l)pot ——— Polynomický (Ra (mBq/l)) ——— Polynomický (U (mg/l))



Rozdíl mezi vodou z vrtu HVM-1 a vodou z drenáže z plochy vývěru



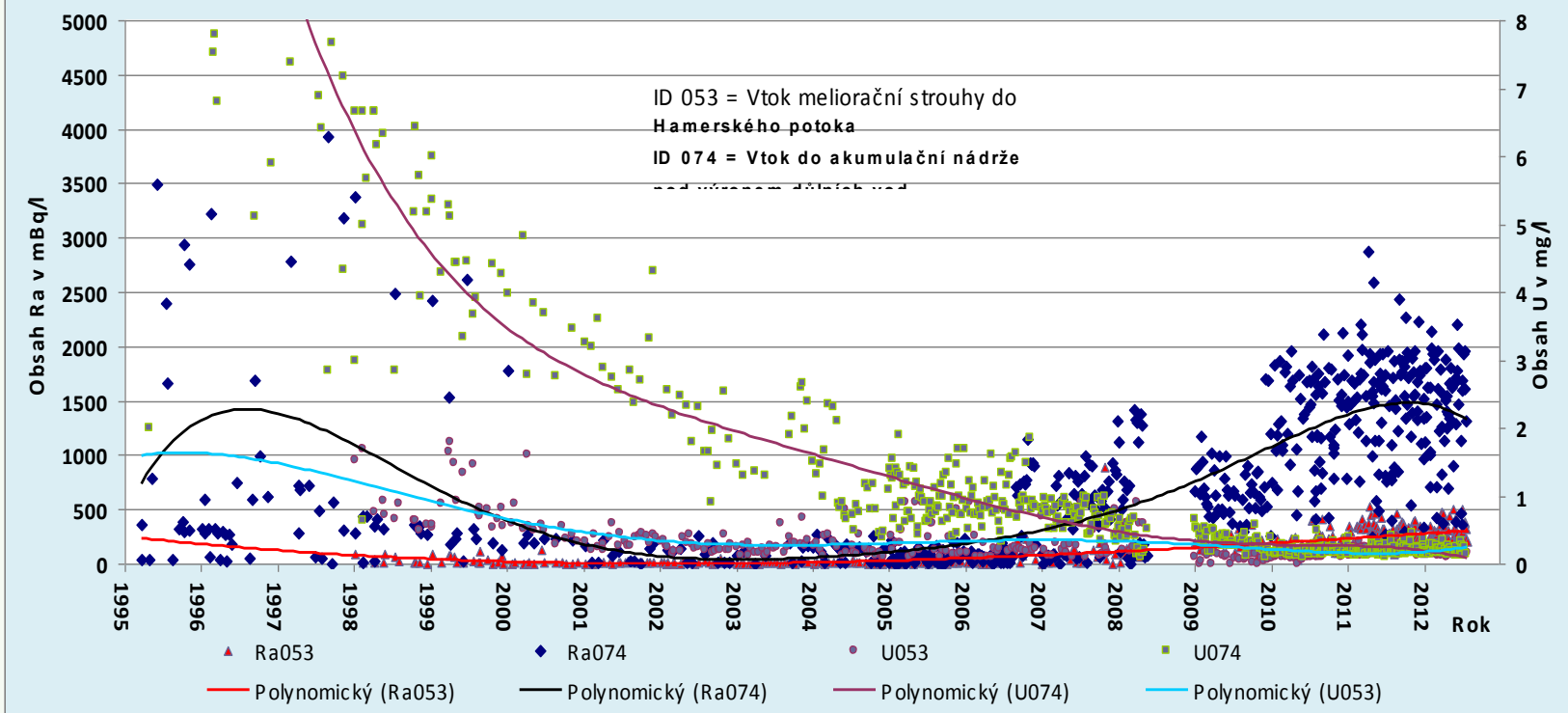
Místo odběru	Jednotky	HVM-1	Drenáž	Rozdíl
vodivost	mS/cm	498,0	486,00	12,000
BSK5	mg/l	7,0	3,50	3,500
CHSKCr	mg/l	4,2	1,16	3,020
SO4	mg/l	4,0	1,00	3,000
Mn	mg/l	1,3	0,29	1,007
Fe tot.	mg/l	0,8	0,69	0,154
As	mg/l	0,1	0,06	0,051
NO3	mg/l	0,3	0,26	0,050
Co	mg/l	0,1	0,02	0,031
pH	1,0	7,2	7,19	0,030
PO4	mg/l	0,0	0,03	0,016
Sr	mg/l	0,4	0,39	0,014
Al	mg/l	0,0	0,01	0,013
Pb	mg/l	0,0	0,04	0,008
Ba	mg/l	0,0	0,02	0,002
226Racelk.	Bq/l	1,7	1,85	-0,110
U	mg/l	0,2	0,36	-0,150
teplota	oC	16,6	17,00	-0,400
Cl	mg/l	18,9	19,48	-0,609
KNK4,5	mmol/l	8,1	8,76	-0,689
TDS	mg/l	674,7	715,56	-40,880
HCO3	mg/l	492,2	534,22	-42,020
Eh	mV	-90,0	-39,00	-51,000



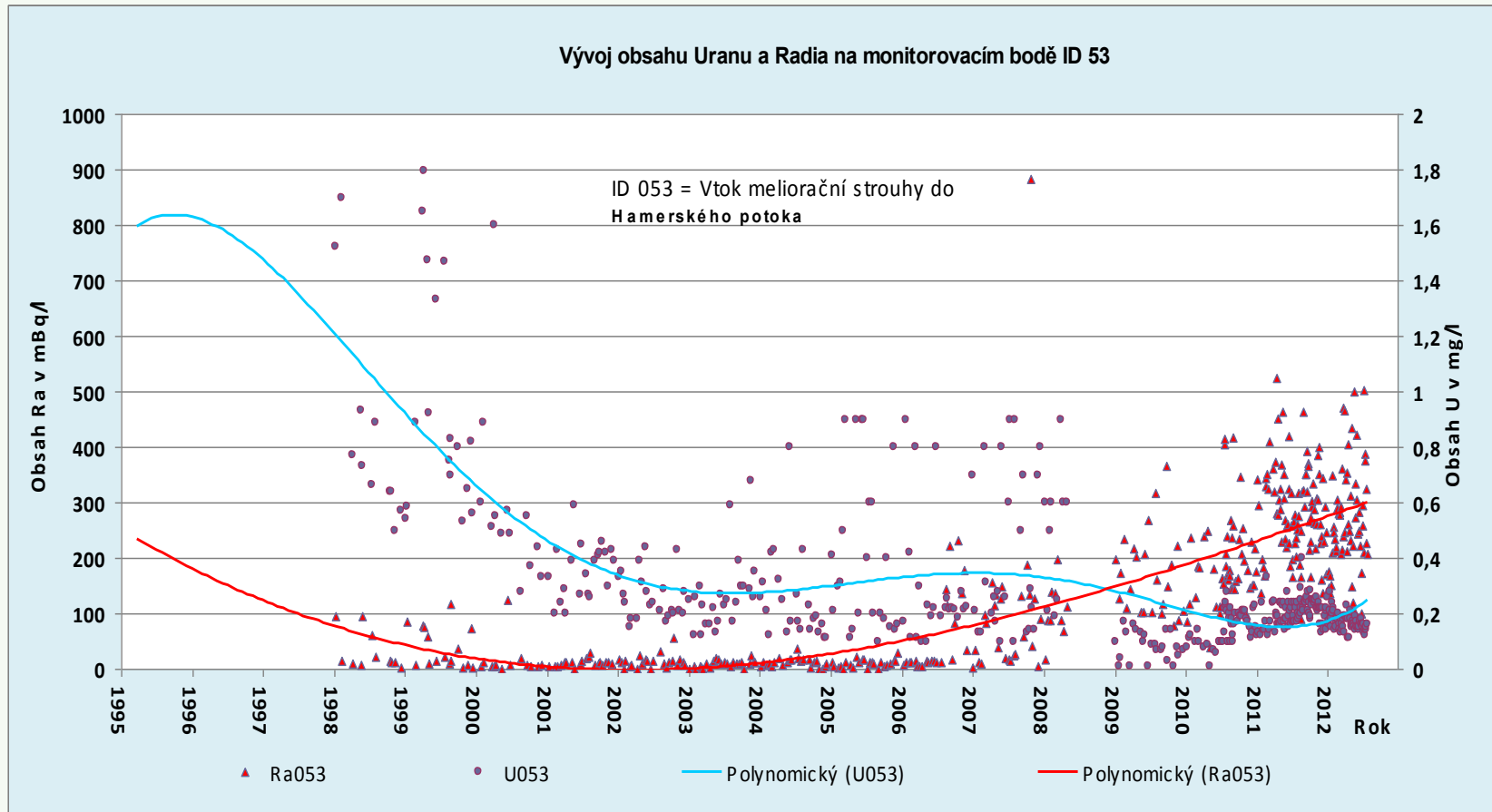
Důlní voda na vstupu do a výstupu z technologie ČDV



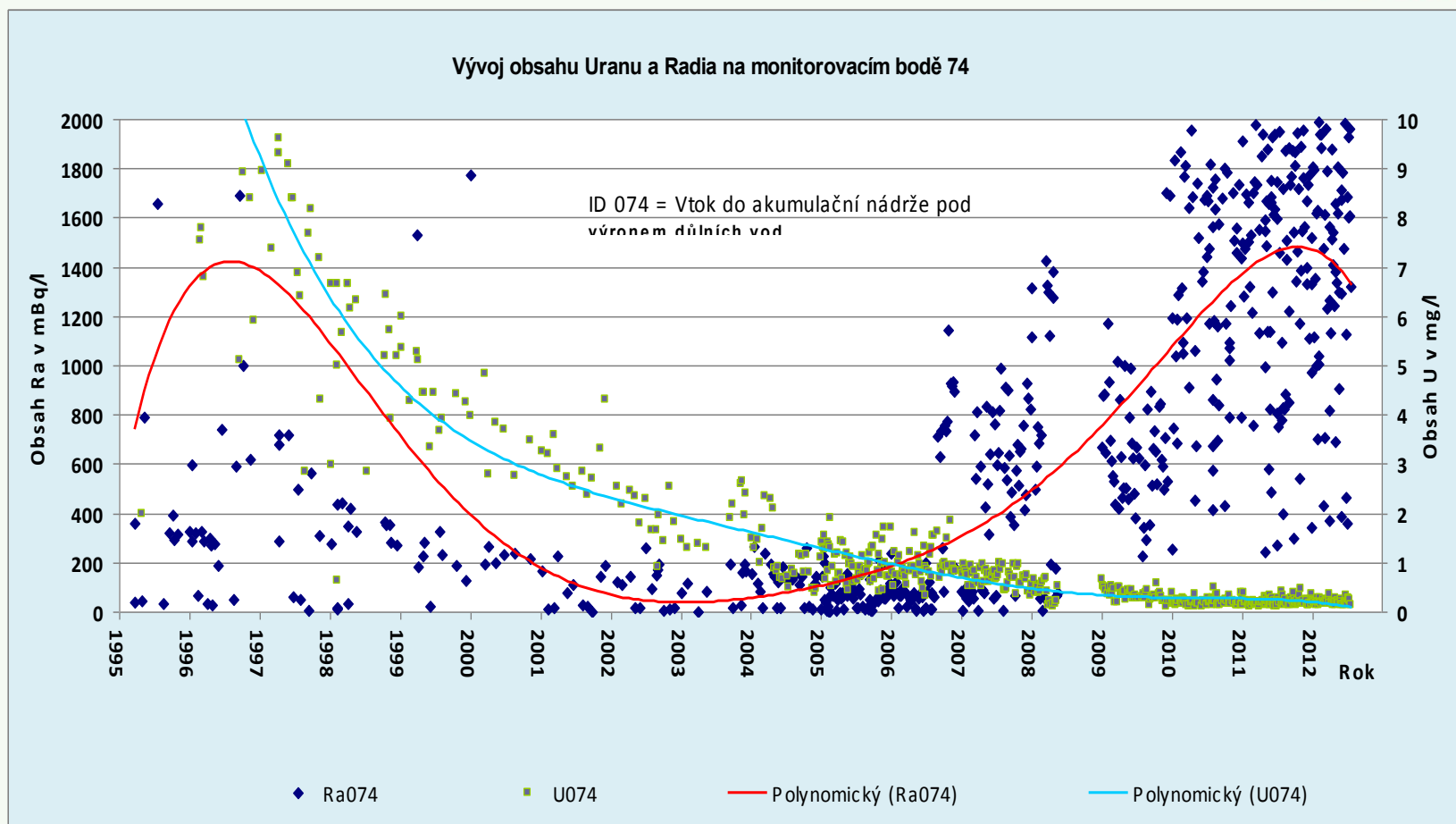
Vývoj obsahu Uranu a Radia na monitorovacích bodech ID 53 a 74



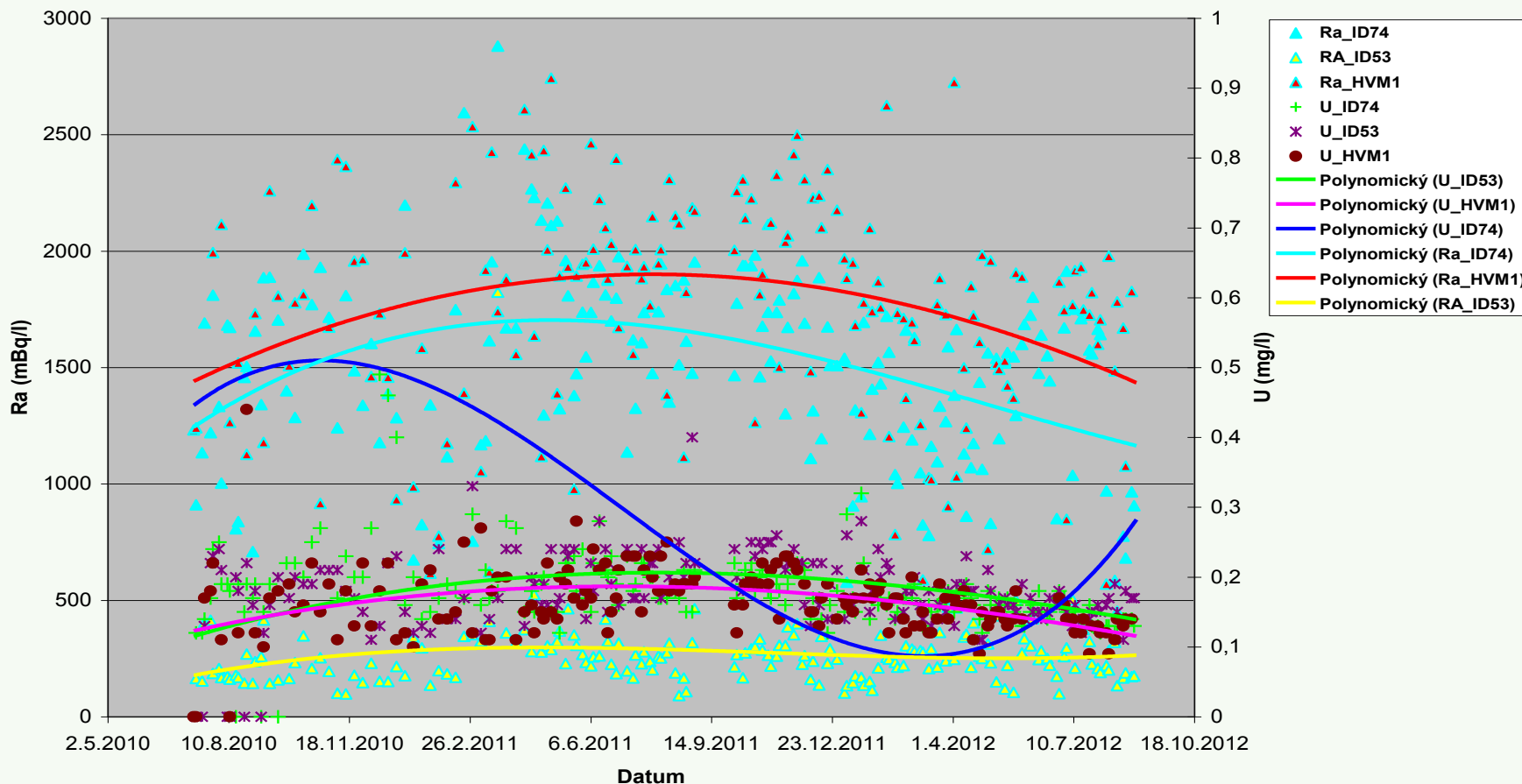
Důlní voda na výstupu z technologie ČDV



Důlní voda na vstupu do technologie ČDV



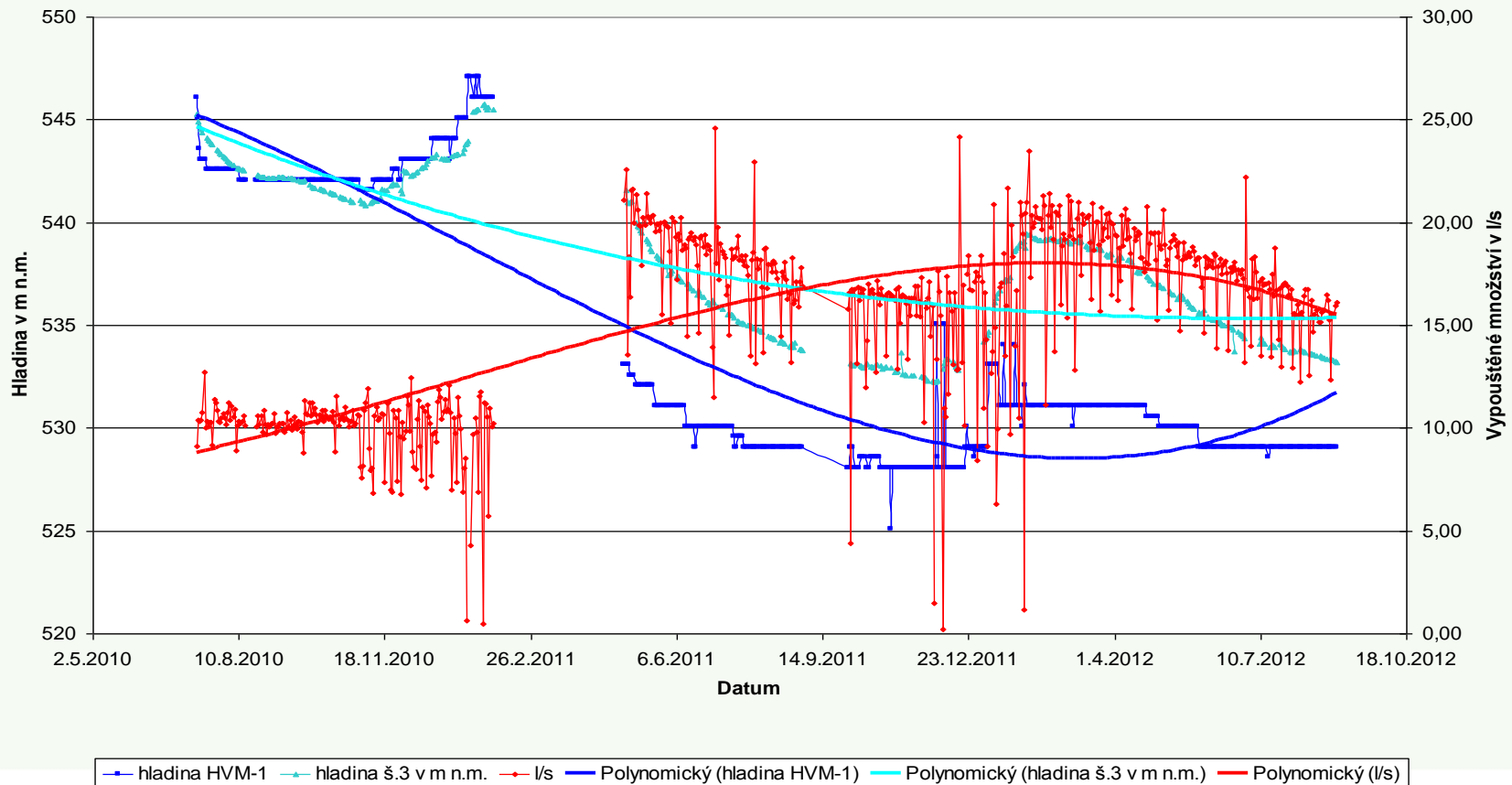
Obsah U a Ra v důlní vodě v období jejího přímého vypouštění



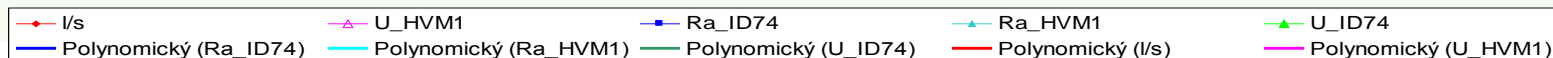
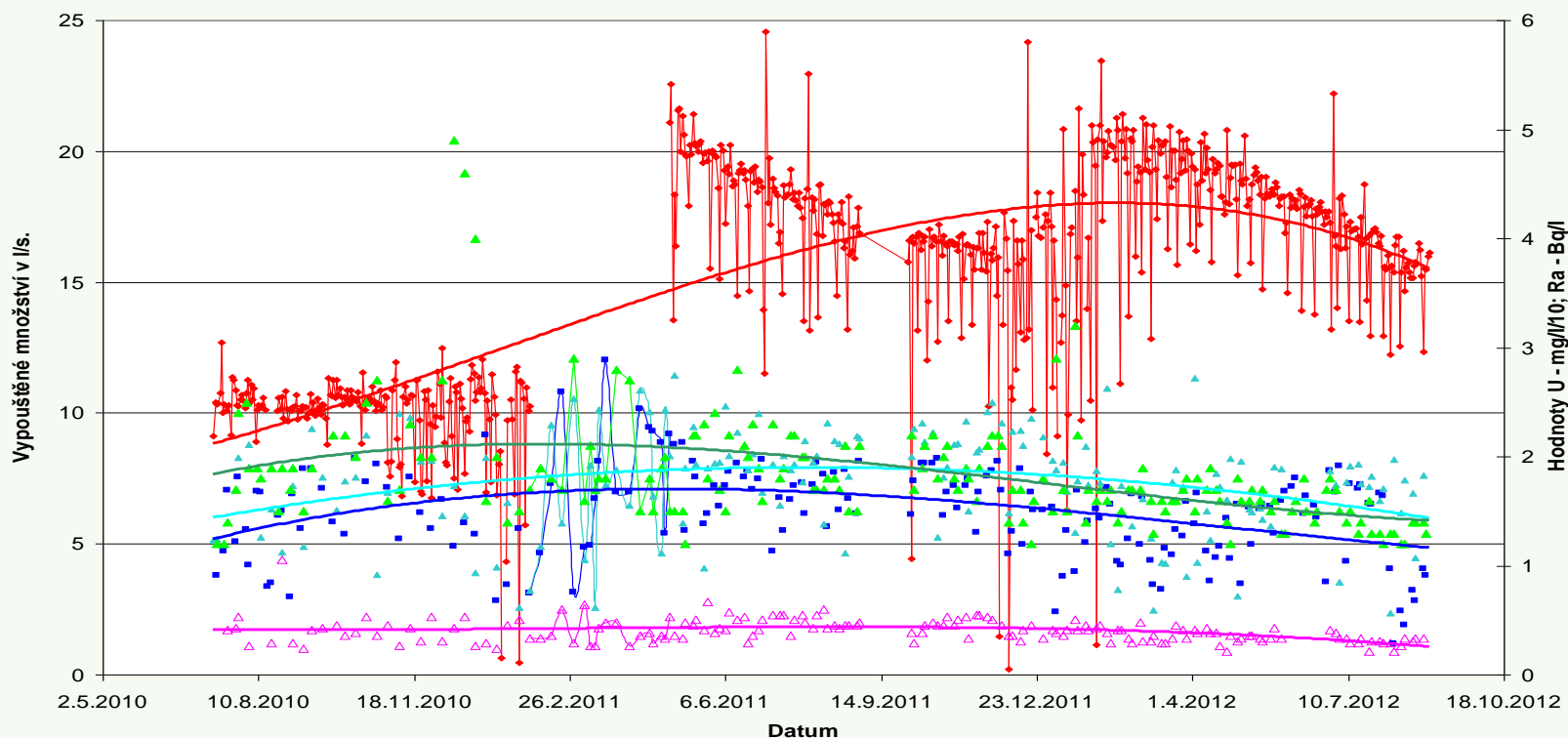
Pohyb hladiny důlních vod v závislosti na vypouštění z vrtu HVM-1



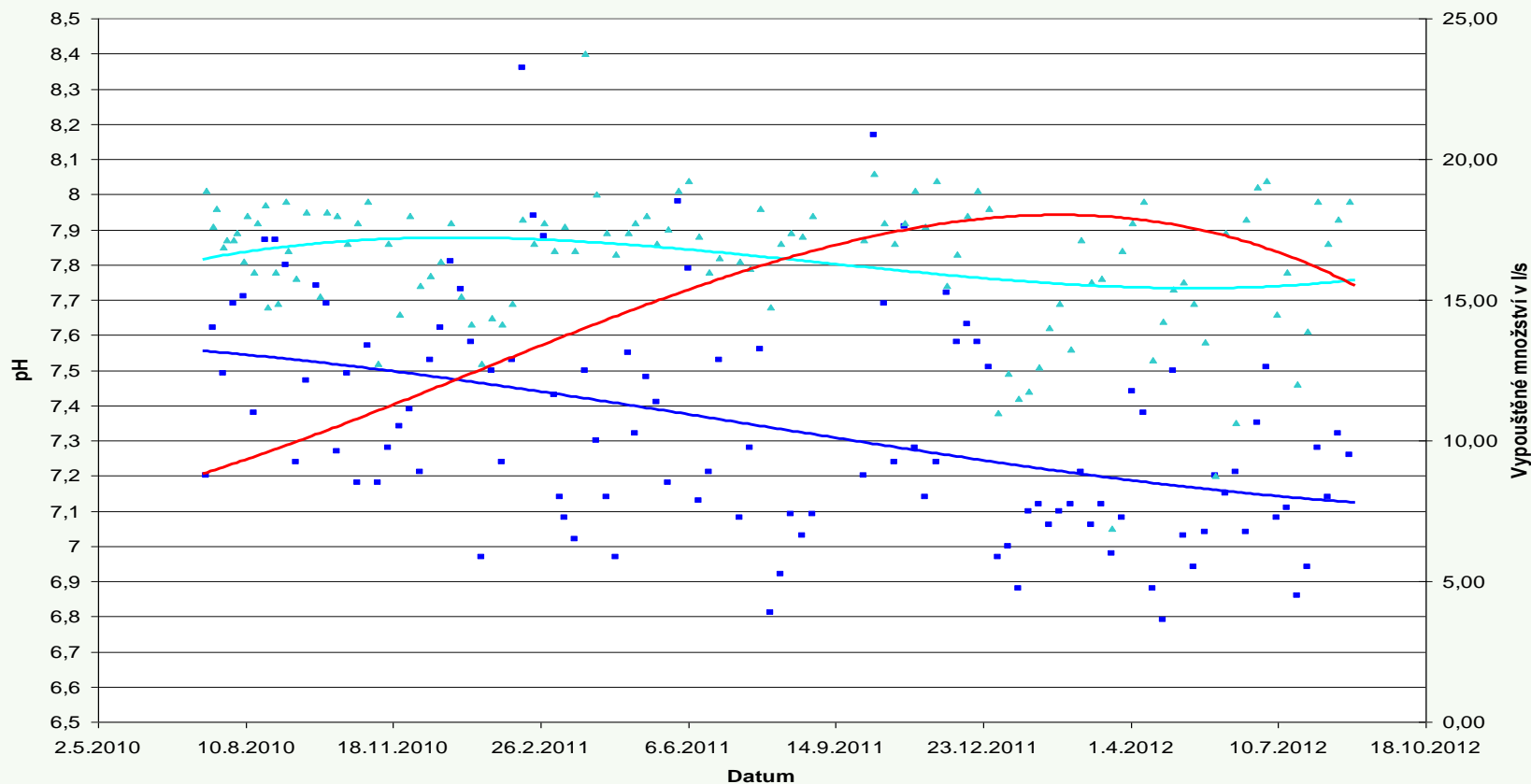
Pohyb hladiny důlních vod v závislosti na vypouštění z vrtu HVM-1



Vztah vypouštění z vrtu HVM-1 a obsahu U a aktivity Ra



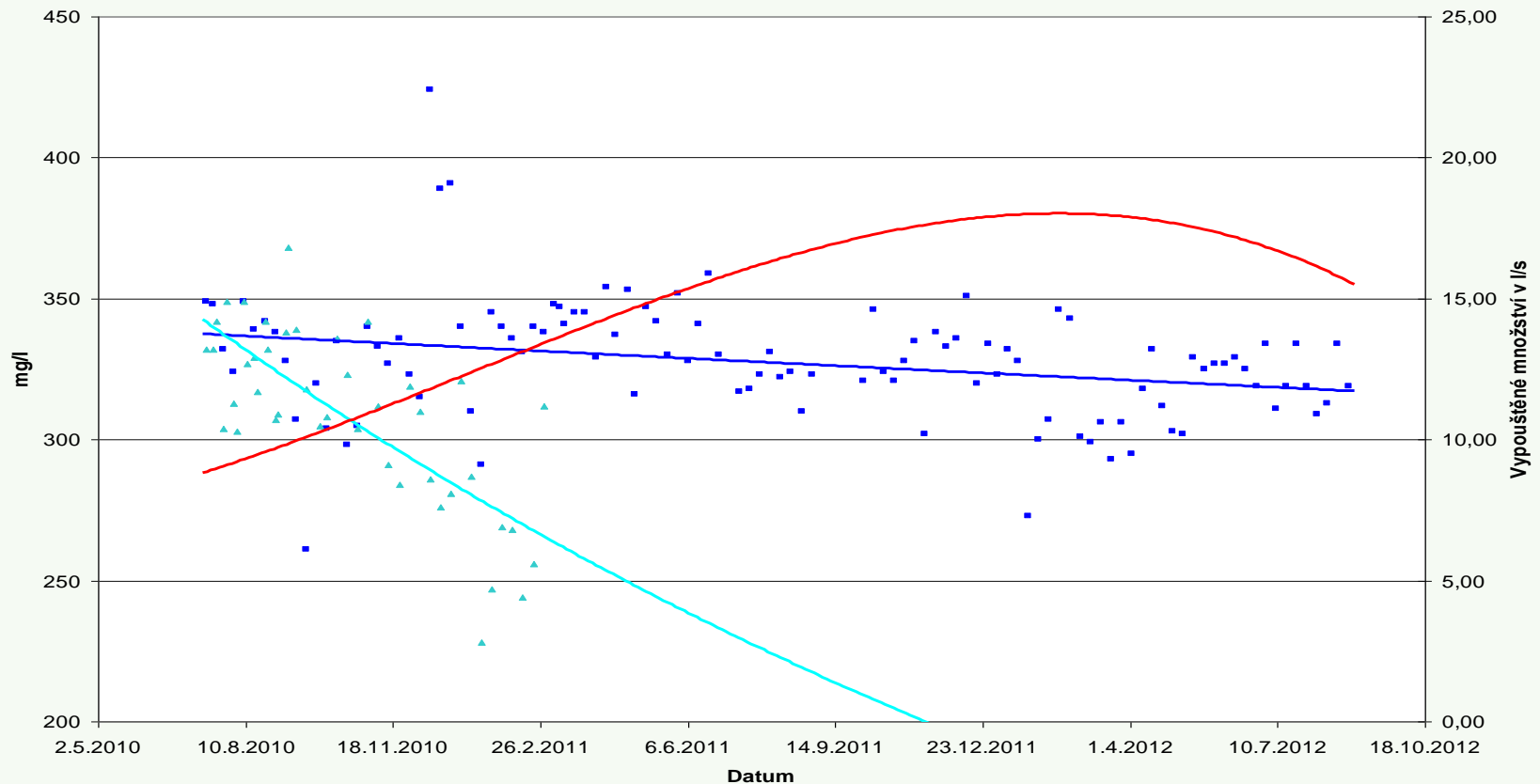
Závislost pH důlní vody na vypouštění z vrtu HVM-1



■ pH_ID74 ▲ pH_ID53 l/s — Polynomický (pH_ID74) — Polynomický (pH_ID53) — Polynomický (l/s)



Závislost obsahu RAS v důlní vodě na vypouštění z vrtu HVM-1



■ RAS_ID74 ▲ RAS_ID53 l/s — Exponenciální (RAS_ID74) — Exponenciální (RAS_ID53) — Polynomický (l/s)



Konference „Těžba a její dopady na životní prostředí“
Hustopeče 18. – 19. 9. 2012

Vysvětlivky k následujícím grafům



—◆— Příbram - jáma č. 19

—✱— Pucov - jáma č. 13

—●— Licoměřice - jáma č. 56

—■— Zadní Chodov – drenáž

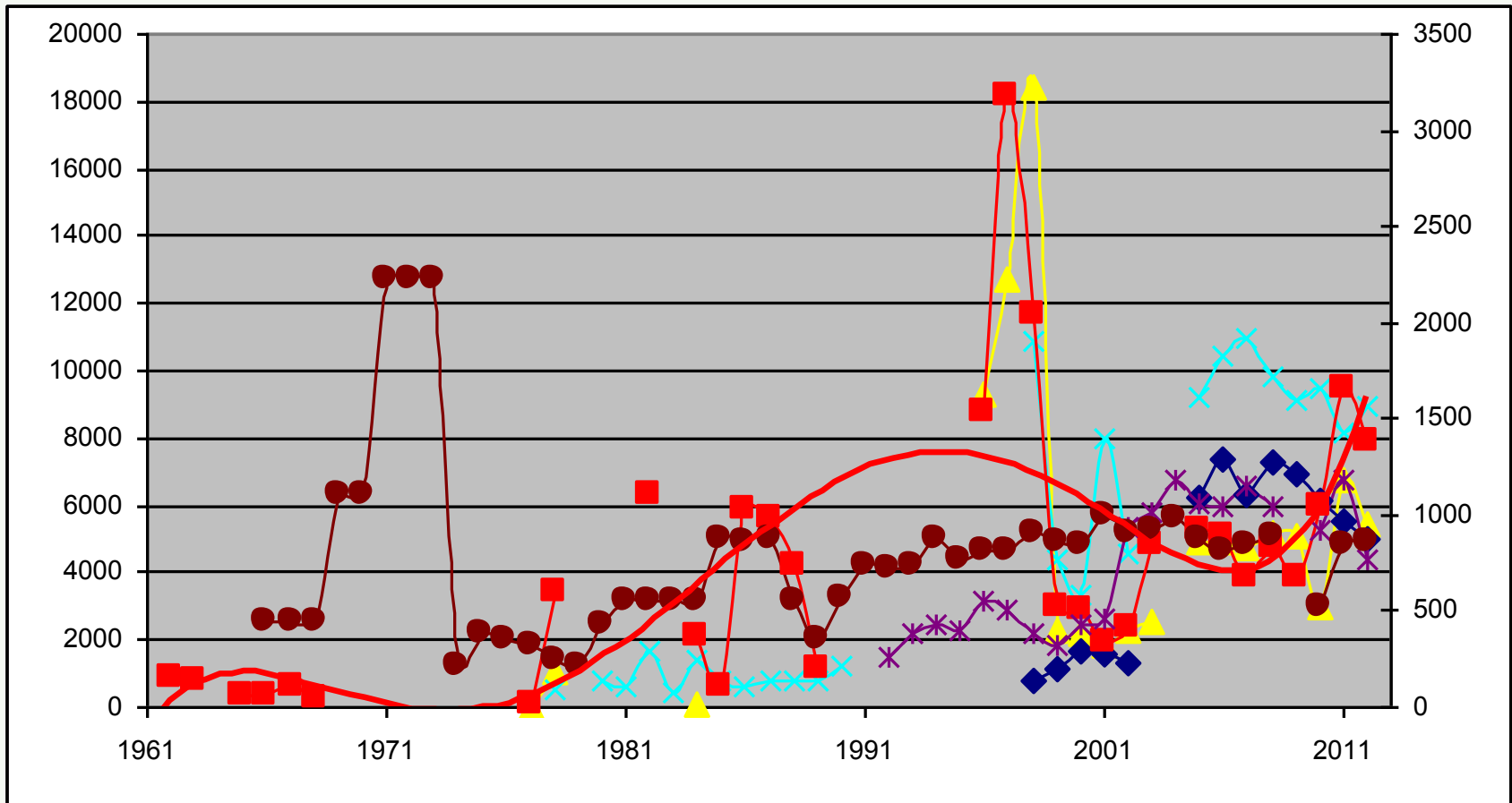
—▲— Vítkov II – 09

—✕— Okrouhlá Radouň - komín VK 5-3/0-11

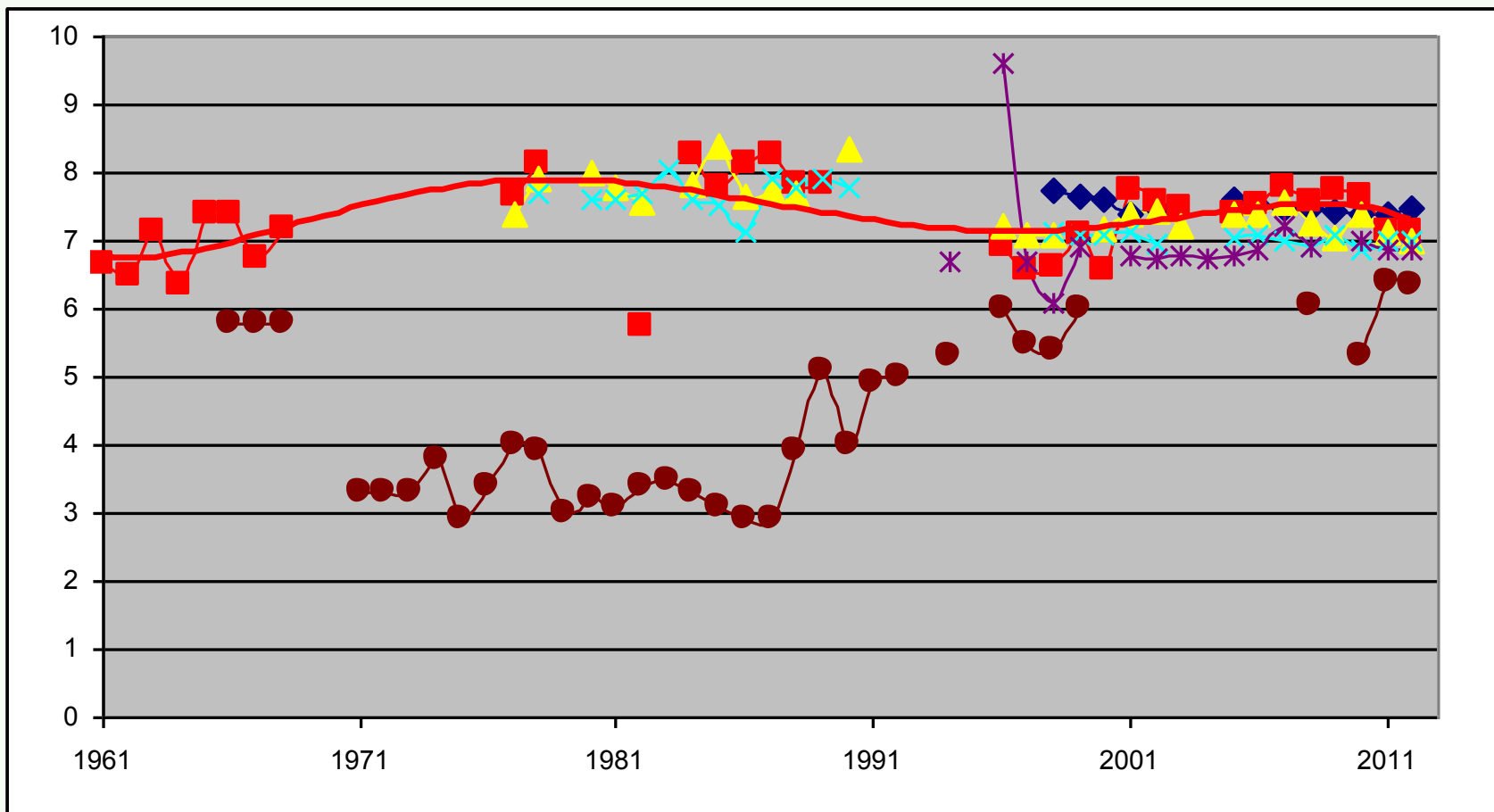
— Polynomický (Zadní Chodov – drenáž)



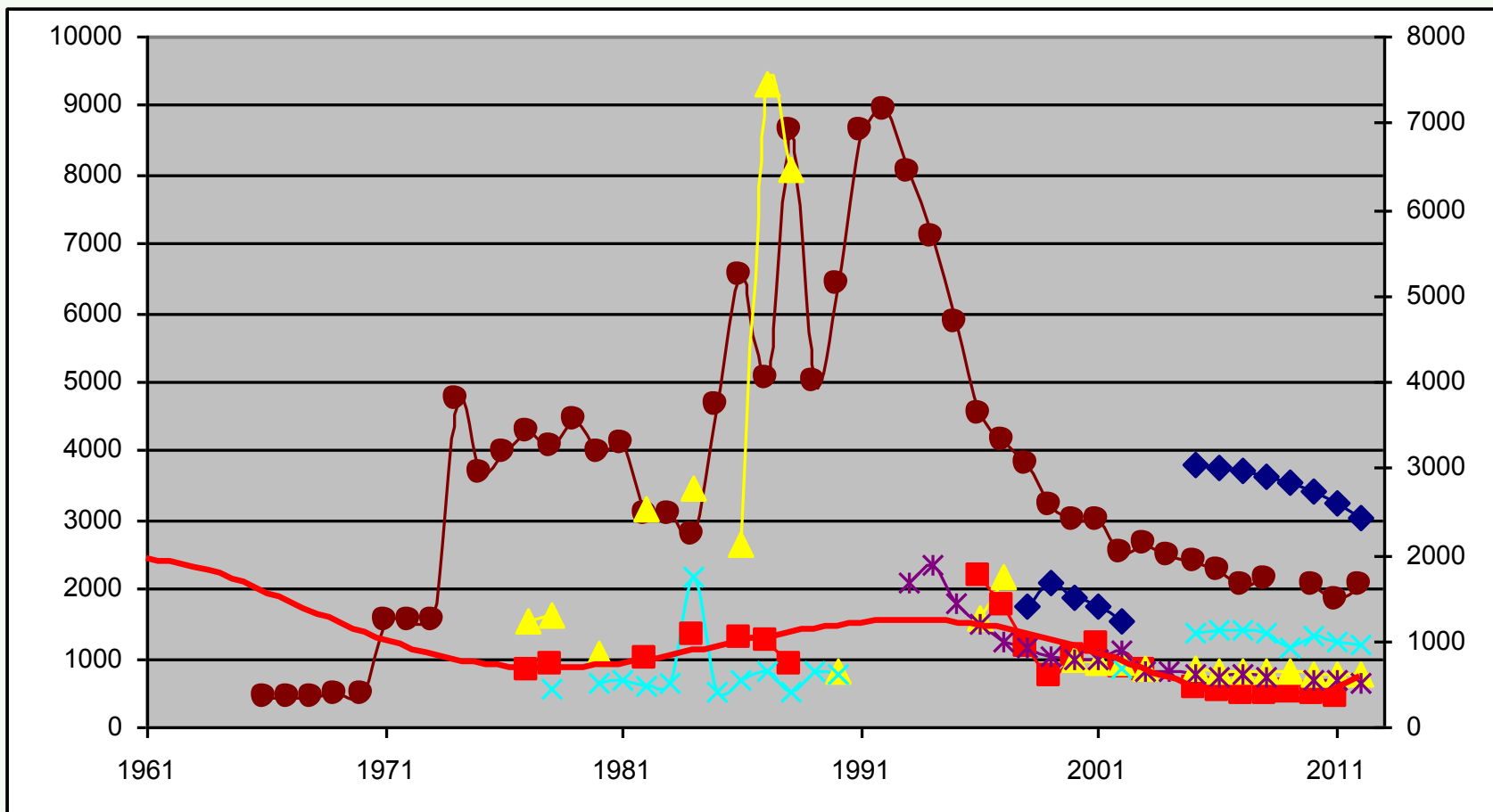
Srovnání obsahu Ra v důlní vodě vybraných uranových dolů



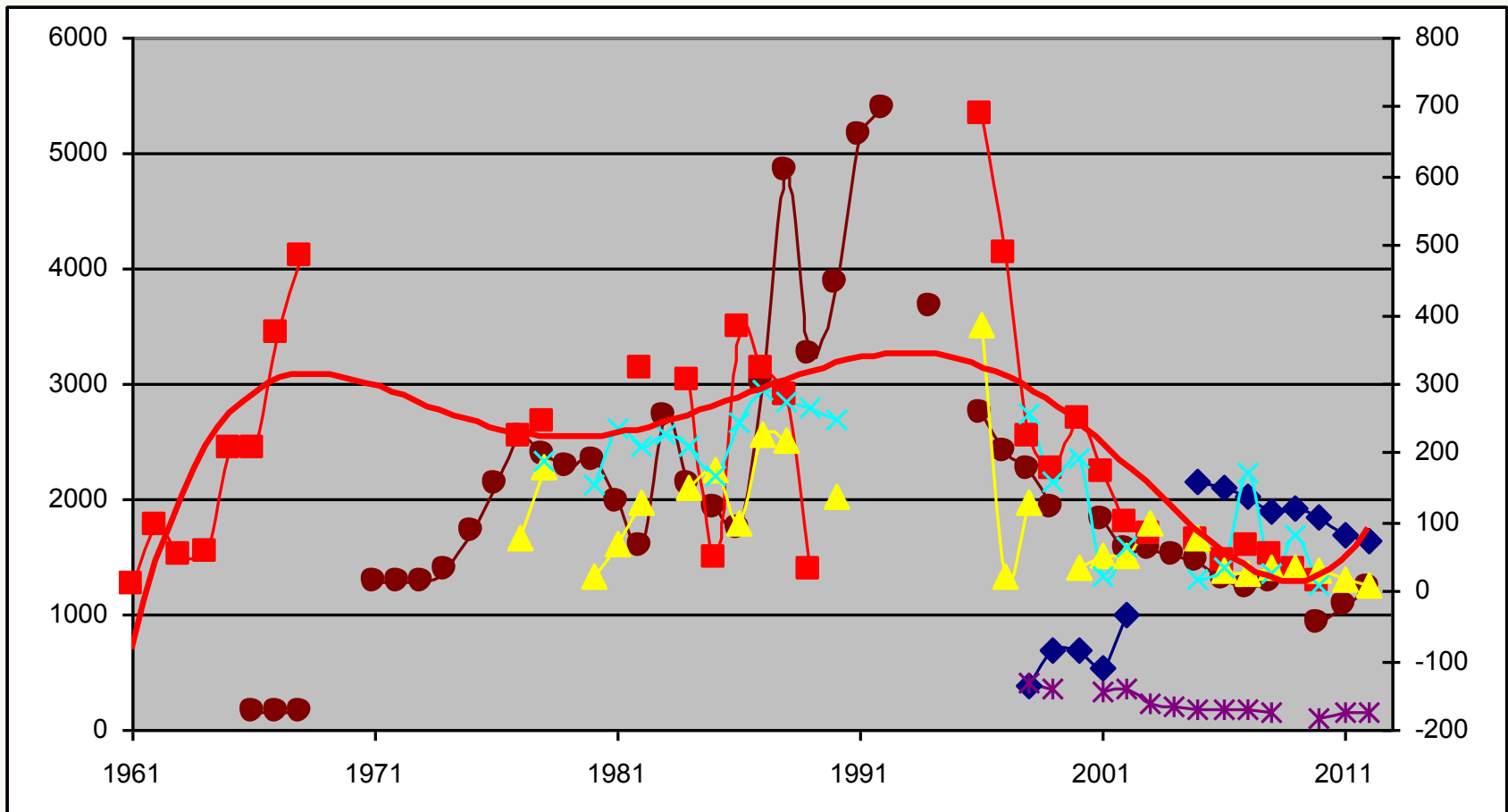
Srovnání hodnoty pH důlní vody vybraných uranových dolů



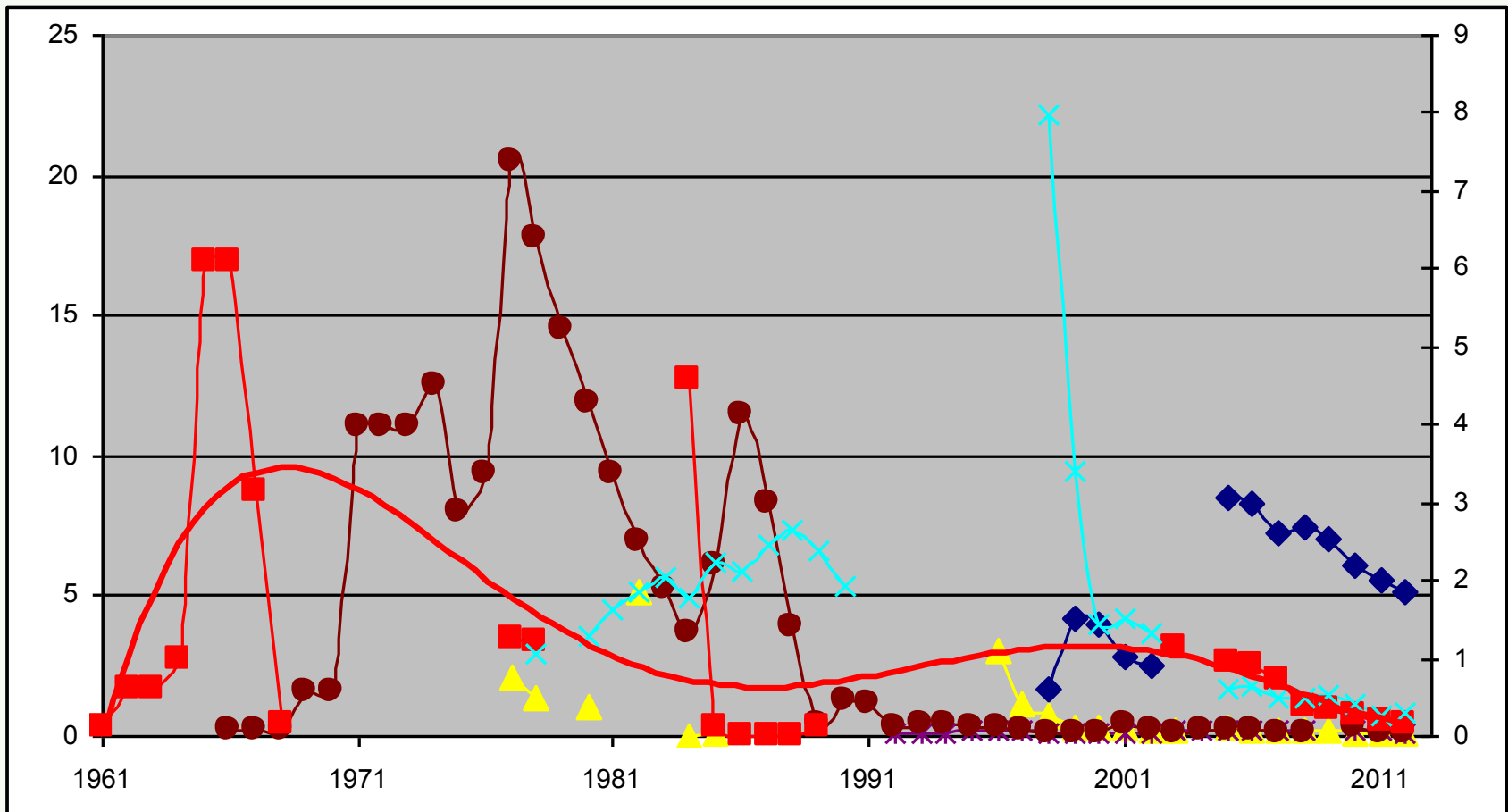
Srovnání obsahu rozpuštěných látek v důlní vodě vybraných uranových dolů



Srovnání obsahu SO_4 v důlní vodě vybraných uranových dolů



Srovnání obsahu U v důlní vodě vybraných uranových dolů



Čerpání z dolů



Parametr	Maximální roční průměr v době těžby	Průměr v době maximálního rozfárání dolu	Průměr za rok	% hodnoty 3 vzhledem k sloupci 1	% hodnoty 3 vzhledem k sloupci 2	
			2005	2005	2005	
			2007	2007	2007	
Jednotka	$l.s^{-1}$	$l.s^{-1}$	$l.s^{-1}$	%	%	
Sloupec	1	2	3	4	5	
LOŽISKO	Licoměřice	7	5	2	29	40
				4	58	80
	Okrouhlá Radouň	28	21	3	11	14
				0	0	0
	Příbram	110	83	55	50	66
				66**	60	79
				67*	61	81
	Vítkov***	62	51	1	2	2
				2	4	4
	Zadní Chodov	72	41	19	26	46
				16	22	39
	Olší	17	14	7	41	50
				7		

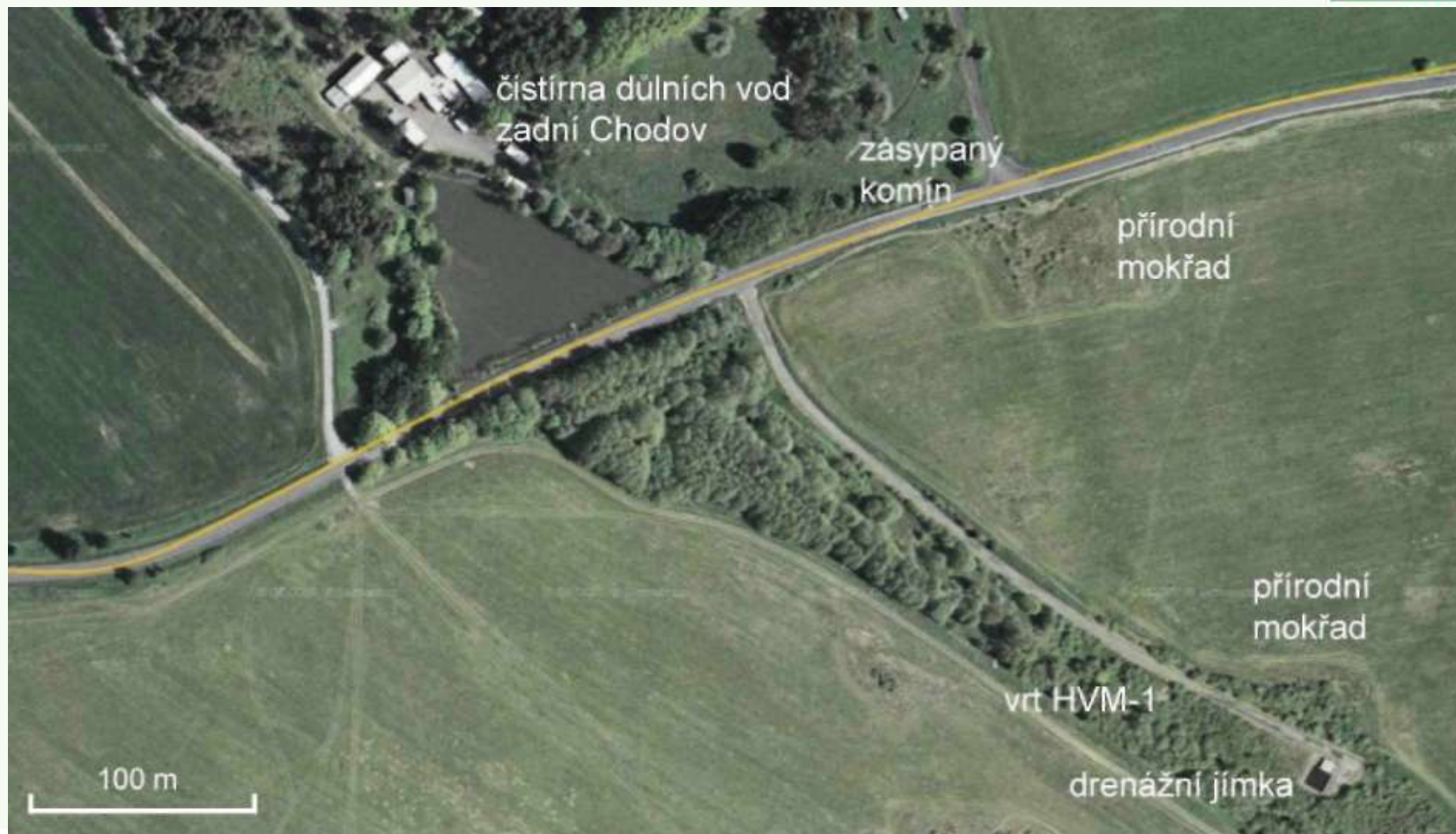
* Průměr za období 25.10.2006 - 29.2.2008 - průměrná hladina 429.10 m n.m.

** Průměr za rok 2007 - průměrná hladina 429.20 m n.m.

*** Plošný výron a výron ze zóny 0-9



Přirozený mokřad Zadní Chodov



Úprava terénu v místě mokřadu



Konference „Těžba a její dopady na životní prostředí“
Hustopeče 18. – 19. 9. 2012

Úprava terénu v místě mokřadu



Doba zatápění



- Vody jsou „ukládány“ do volných prostor pouze průsaky horninou a nejkratší vertikální cestou důlními díly k hladině.
- K laterálnímu pohybu vod dochází pouze po horizontálních důlních dílech mezi svislými důlními díly a to do všech směrů.
- Na pohybu vod ve volných prostorech dostatečných rozměrů se podílí i konvekční tepelné proudění.
- Hladina vody v důlních prostorech stoupá.
- Chemismus vod se vyvíjí v závislosti na přerušování oxidačních procesů. Dochází k rozpouštění solí vysrážených na stěnách důlních děl.
- Zmenšuje se průsaková zóna – zóna aerace.
- Zmenšuje se depresní kužel u dolů zatápěných prakticky až k povrchu terénu.



Doba udržování ekologicky bezpečné hladiny



- **Důlní vody jsou udržovány čerpáním (řízeným vypouštěním, výronem) na úrovni odpovídající rovnováze mezi přítokem a odtokem vod do důlních prostor.**
- **Je ustálen režim pohybu vod k místu odvodnění (čerpání) v zatopených důlních prostorech s predispozicí cest s nejmenším hydraulickým odporem.**
- **Důlní vody jsou před vypuštěním do recipientu čištěny na stanovené limity.**
- **Vytváří se zonální diferenciace vod v důlních prostorech podle teploty, chemismu a jejich dynamiky (je možné monitorovat pouze v případě zachování hlavních důlních děl).**
- **Dochází k postupnému snižování obsahu rozpuštěných látek (kontaminantů) v důlní vodě.**
- **Objem čerpané vody je závislý na srážkové činnosti.**



Doba po dosažení limitů kvality vod pro vypouštění do vodoteče



- **Kvalita důlních vod klesla pod stanovené limity pro vypouštění do recipientu.**
- **Režim proudění vod v důlních dílech se nemění.**
- **Zonálnost důlních vod zůstává.**
- **Činnost čistírny důlních vod se zastaví ale zůstává po několik let v pohotovosti pro řešení případného neočekávaného překročení jejich povolené kvality**
- **Voda je vypouštěna gravitačně do vodoteče, případně vyvěrá na povrch v místech upravených přirozených výronů.**
- **Pro dokonalejší vyčištění vytékajících vod je možné zřídit umělé mokřady případně upravené přírodní mokřady.**





Děkuji za pozornost

DIAMO, státní podnik
RNDr. Karel Lusk
hydrogeolog s. p.
Máchova 201
471 27 Stráž pod Ralskem

tel. 487 894 331
E-mail: lusk@diamo.cz

