

VTEI

4

1991

VODOHOSPODÁŘSKÉ
TECHNICKO - EKONOMICKÉ
INFORMACE

O B S A H

VODNÍ TOKY A NÁDRŽE

Prognóza režimu jakosti vody v říčním profilu (A. Nejedlý)	121
---	-----

ODPADNÍ VODY

Kontaminace kalů čistírny odpadních vod v Erlangenu těžkými kovy a radioaktivními odpady (T. Just)	137
Čištění odpadních vod z mléčnic kravínů K 96 (J. Pivcová, E. Mattiello)	141

ZÁSOBOVÁNÍ VODOU

Ukazatelé obsahu radioaktivních látek podle ČSN 75 7111 (E. Hanslík, A. Mansfeld)	143
Zařízení pro doupravu pitné vody v domácnostech (J. Kundera)	150

SOUBORNÉ INFORMACE

Ekonomizace životního prostředí - ekologické náklady v širších vztazích (J. Valentová)	153
Využití výpočetní techniky u Jihomoravských vodovodů a kanalizací (J. Januška)	158



vodní toky a nádrže

Prognóza režimu jakosti vody v říčním profilu

Ing. Augustin NEJEDLÝ, CSc.

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, Praha

Se svou představou obecně srozumitelného matematického modelu jakosti vody v říčním profilu jsme seznámili čtenáře již v několika příspěvcích. Byly uveřejněny v tomto časopise /1,2/ i jinde /3,4,5/. Mezitím se leccos lépe ujasnilo a zejména zpočátku poměrně pracný "ruční" výpočet byl nahrazen strojním, mnohem snažším a rychlejším /6/.

Oč nám nyní jde, je ukázat, jak lze výsledných modelů použít pro účely prognózy. Učiníme to na příkladu říčního profilu Úhlava-Doudlevec, v němž se odebírá voda pro úpravnu Plzeň-Homolka.

Máme-li postupovat systematicky, musíme si napřed všimnout kolísání středních ročních průtoků. O něm jsme se již také zmínili /7/. Objasnili jsme si, že nejlepší naději na získání skutečně reprezentativního vzorku dat a co možná nevyčýleného výsledku řešení nemáme tehdy, když prostě použijeme všech naměřených údajů, které máme k dispozici, nýbrž tehdy, když časovou řadu měřených dat použijeme v rozsahu celého násobku primitivní periody dlouhodobého kolísání průtoků.

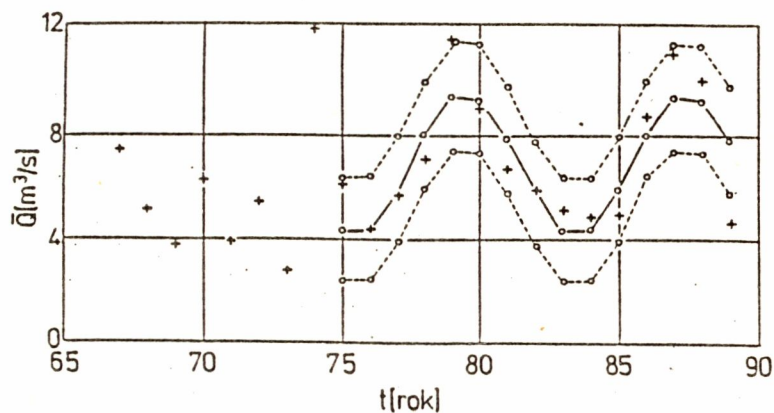
Přítomnost poměrně pravidelného kolísání středních ročních průtoků o primitivní periodě $T' = 8$ roků se v uvažovaném profilu podařilo odhalit teprve počínaje rokem 1976 (obr. 1). Jeho absenci v předchozí době si lze vysvětlit manipulacemi v počátečním období po výstavbě VD Nýrsko. K vlastní aproximaci kolísání středních ročních průtoků bylo zvoleno

období 1978 - 1985, s těmito výslednými hodnotami Fourierových koeficientů:

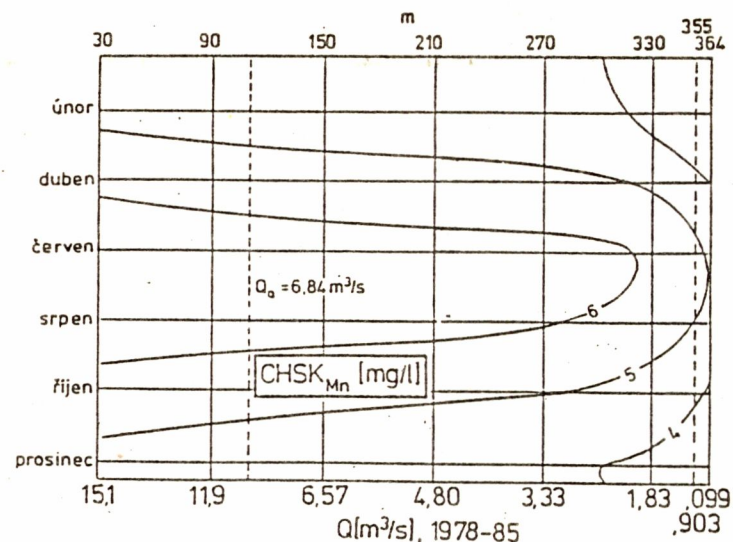
n	a_n	b_n
0	13,68	
1	-,940 455 717	2,498 077 650

Odhad středního průtoku činí tedy $Q_a = a_0/2 = 6,84 \text{ m}^3/\text{s}$. Kovariance teoretických a měřených hodnot středních ročních průtoků byla otestována na hladině významnosti 0,01. Energie kolísání středních ročních průtoků je Fourierovou řadou daných parametrů vyčerpána z 77,5 %. Měřené hodnoty nevybočují s pravděpodobností $p = 95 \%$ z konfidenčního intervalu $\bar{Q}_a \pm 1,99 \text{ m}^3/\text{s}$.

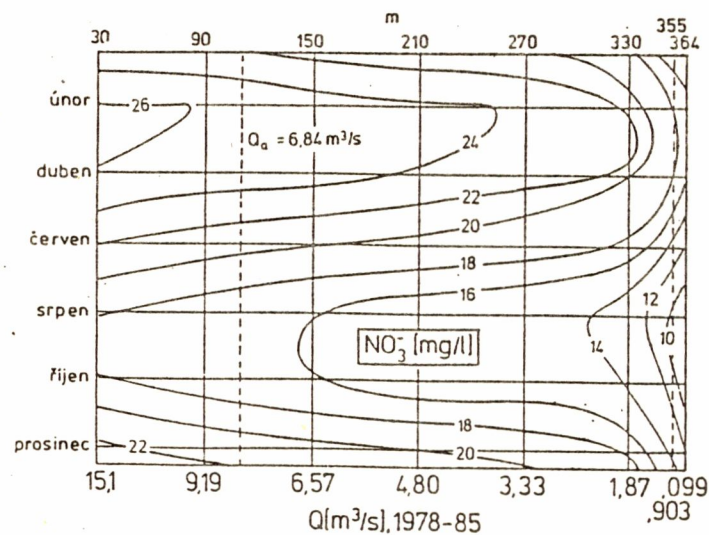
Po zjištění jak se v daném případě chová průtok a po volbě uvažovaného období 1978 - 1985 lze přistoupit ke kalibraci modelů jakosti vody vyjádřené jednotlivými jejími ukazateli. O tom, jak rozličné mohou být výsledky řešení, svědčí ukázky na obr. 2 - 6. Přitom analytický výraz pro všechny takové modely je též /5/ a modely se liší pouze svými parametry (tabulka 1).



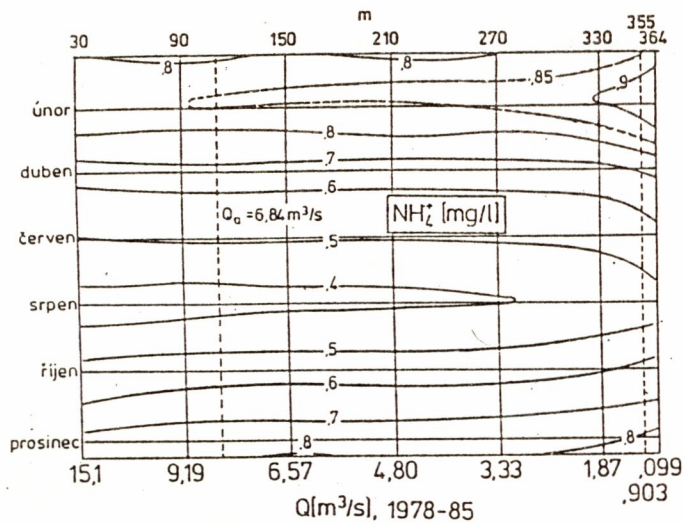
Obr. 1. Úhlava, Doudlevice; aproximace kolísání středních ročních průtoků



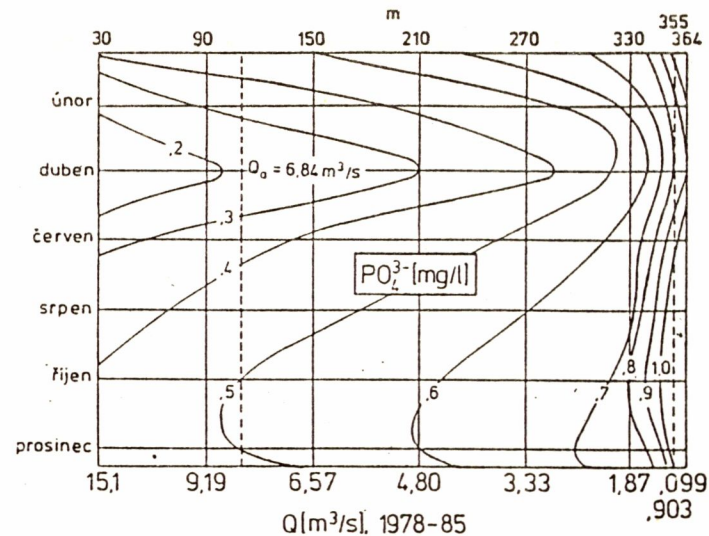
Obr. 2. Úhlava, Doudlevice, 1978-85, N = 96; oxidovatelnost, model jakosti vody v říčním profilu v grafické podobě



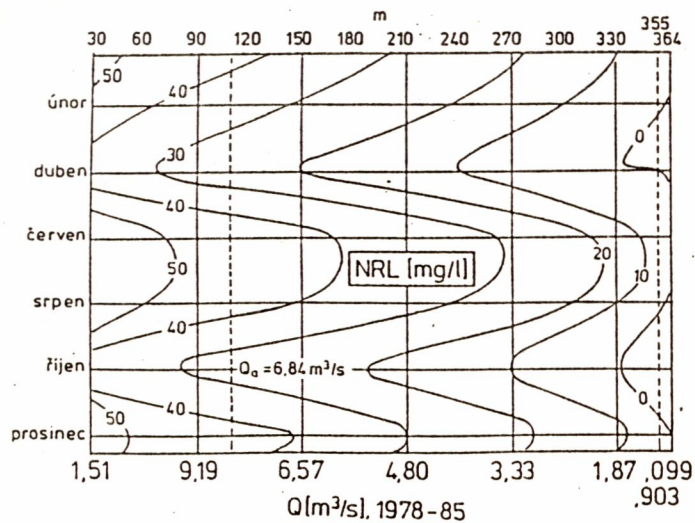
Obr. 3. Úhlava, Doudlevice, 1978-85, N = 96; dusičnany, model jakosti vody v říčním profilu v grafické podobě



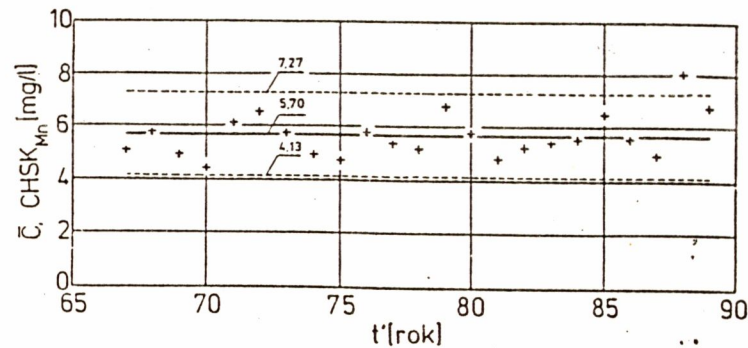
Obr. 4. Úhlava, Doudlevice, 1978-85, N = 96; amonné ionty, model jakosti vody v grafické podobě



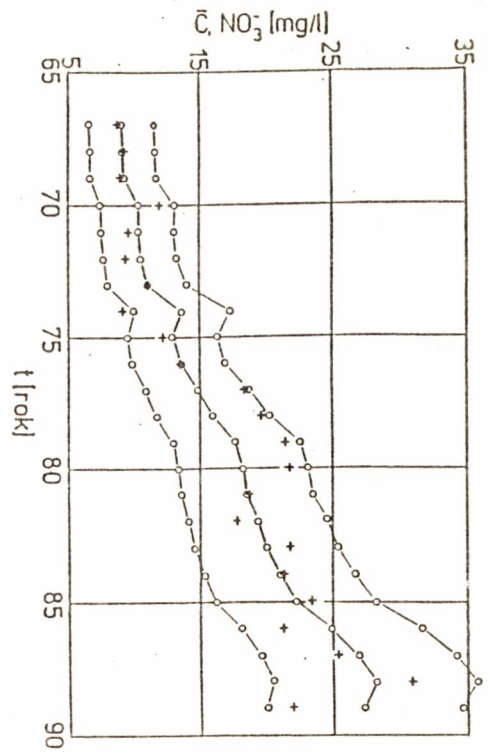
Obr. 6. Úhlava, Doudlevice, 1978-85, N = 96; fosforečnany, model jakosti vody v grafické podobě



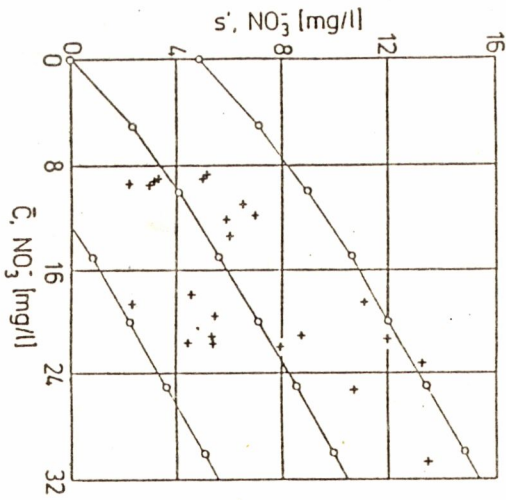
Obr. 5. Úhlava, Doudlevice, 1978-85, N = 96; nerozpuštěné látky, model jakosti vody v říčním profilu v grafické podobě



Obr. 7. Úhlava, Doudlevice; oxidovatelnost, nepřítomnost signifikantního trendu



Obr. 8. Úhlava, Doudlevec; výsledek aproximace závislosti střední roční koncentrace dusičnanů na čase a středním ročním průtoku



Obr. 9. Úhlava, Doudlevec, 1967-89; dusičnany, vztah proporcionality kolísání jakosti vody

Tabulka 1. Úhlava, Doudlevec, 1978-85, N = 96; parametry modelů jakosti vody v říčním profilu (analytické vyjádření modelu v publikaci /5/)

Parametry modelu	Ukazatel, rozměr					
	T [°C]	CHSK _{Mn} [mg/l]	NO ₃ ⁻ [mg/l]	NH ₄ ⁺ [mg/l]	NRL [mg/l]	PO ₄ ³⁻ [mg/l]
	Typ modelu					
	1_M	2_M	3_M	4_M	5_M	6_M
$M = a_0/2$	8,36	5,39	20,5	,719	20,1	,433
s'	6,115 7	2,045 2	7,198 1	,525 69	37,663	,292 97
$\Delta t'$,026 3	,026 3	,026 3	,026 3	,026 3	,026 3
a_1	-5,820 33	-,525 932	,073 189 7			,154 920
b_1	-5,534 68	-,220 377	,700 787			-,448 833
a_2				,030 421 4	,253 400	,199 390
b_2				-,119 514 5	,235 442	,009 157 5
a_3						-,052 436
b_3						-,105 531
a_5						,045 295 7
b_5						,017 241 2
d_0		-,286 83	-,446 05	,538 22	-1,037 4	1,015 3
d_1		,167 25	,269 77	-,030 918	,506 27	,544 760
d_2			-,007 071 5	-,337 94	,117 79	-,049 139

Poznámka: pro úsporu místa jsou ve všech tabulkách vynechány nuly před desetinnou čárkou

Tabulka 2. Úhlava, Doudlevice; prognóza středních ročních hodnot a ročních směrodatných odchylek jakosti vody; C - dusičnany

Rok	t	\bar{Q}^*	\bar{C}^*	$\bar{C}^*(1 \pm 27195)$		s'^*	$s'^* \pm 4,8879$	
	[rok]	[m ³ /l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
1990	90	5,74	29,3	21,3	37,3	9,7324	4,8445	14,620
	91	4,34	30,0	21,8	38,2	9,9199	5,0320	14,808
	92	4,41	31,7	23,1	40,3	10,372	5,4841	15,260
	93	5,90	34,5	24,1	43,9	11,106	6,2181	15,994
	94	7,94	37,6	27,4	47,8	11,905	7,0171	16,703
1995	95	9,34	40,4	29,4	51,4	12,617	7,7291	17,505
	96	9,27	42,5	30,9	54,1	13,144	8,2561	18,032
	97	7,78	44,0	32,0	56,0	13,518	8,6301	18,406
	98	5,74	44,9	32,7	57,1	13,741	8,8531	18,629
	99	4,34	46,0	33,5	58,5	14,012	9,1241	18,900
2000	100	4,41	48,6	35,4	61,8	14,649	9,7611	19,537
	101	5,90	52,9	38,5	67,3	15,687	10,799	20,575
	102	7,94	57,6	41,9	73,3	16,804	11,916	21,692
	103	9,34	61,8	45,0	78,6	17,788	12,900	22,676
	104	9,27	65,2	47,5	82,9	18,574	13,696	23,462
2005	105	7,78	67,4	49,1	85,7	19,079	14,191	23,967
	106	5,74	68,8	50,1	87,5	19,399	14,511	24,287
	107	4,34	70,4	51,3	89,5	19,762	14,874	24,650
	108	4,41	74,4	54,2	94,6	20,665	15,777	25,553
	109	5,90	81,0	59,0	103,	22,134	17,246	27,022
2010	110	7,94	88,2	64,2	112,	23,710	18,822	28,598

Tabulka 4. Úhlava, Doudlevice; model jakosti vody v říčním profilu v obecné, bezrozměrné podobě; C - dusičnany

Roční čas		m									
		a	30	90	150	210	270	330	355	364	
τ	t' [rok]	Q[m ³ /s], 1978-85, T' = 8 roků, Čegodajev, s opravou									
		6,84	15,1	9,19	6,57	4,80	3,33	1,83	,903	,0990	
		${}^3(\bar{C}/s')$, základní model 1978-85									
02	.125	1,2	,627	,841	,707	,617	,532	,433	,271	,081	-,515
04	.292	6,5	,609	,823	,689	,599	,514	,416	,253	,063	-,532
06	.458	14,4	-,007	,206	,073	-,017	-,102	-,201	-,363	-,553	-1,19
08	.625	17,0	-,617	-,404	-,537	-,628	-,712	-,811	-,973	-1,16	-1,71
10	.792	11,7	-,608	-,395	-,528	-,619	-,704	-,802	-,964	-1,15	-1,75
12	.958	3,9	,010	,223	,090	,000	-,085	,184	-,346	-,536	-1,13

$\bar{C} = 0$ mg/l, $s' = 1$ mg/l

Tabulka 5. Úhlava, Doudlevice; model jakosti vody v říčním profilu, prognóza k roku 1990; C - dusičnany

Roční čas		m									
		a	30	90	150	210	270	330	355	364	
τ	t' [rok]	Q[m ³ /s], 1978-85, T' = 8 roků, Čegodajev, s opravou									
		6,84	15,1	9,19	6,57	4,80	3,33	1,83	,903	,0990	
		${}^3\bar{C}^*$, model 1978-85 v transformaci k roku 1990									
M	-	9,1	29,3	31,4	30,1	29,2	28,4	27,4	25,8	24,0	18,2
02	.125	1,2	35,4	37,5	36,2	35,3	34,5	33,5	31,9	30,1	24,3
04	.292	6,5	35,2	37,3	36,0	35,1	34,3	33,3	31,8	29,9	24,1
06	.458	14,4	29,2	31,3	30,0	29,1	28,3	27,3	25,8	23,9	18,1
08	.625	17,0	23,3	25,4	24,1	23,2	22,4	21,4	19,8	18,0	12,2
10	.792	11,7	23,4	25,5	24,2	23,3	22,4	21,5	19,9	18,1	12,3
12	.958	3,9	29,4	31,5	30,2	29,3	28,5	27,5	25,9	24,1	18,3

1990: $\bar{C} = 29,3$ mg/l, $s' = 9,7324$ mg/l

Tabulka 3. Úhlava, Doudlevice, 1978-85, N = 96; model jakosti vody v říčním profilu; C - oxidovatelnost

Roční čas		m									
		a	30	90	150	210	270	330	355	364	
τ	t' [rok]	Q[m ³ /s], 1978-85, T' = 8 roků, Čegodajev, s opravou									
		6,84	15,1	9,19	6,57	4,80	3,33	1,83	,903	,0990	
		${}^5\bar{C}^*$, základní model 1978-85									
M	-	9,1	5,4	5,7	5,5	5,4	5,3	5,2	4,9	4,7	3,4
02	.125	1,2	4,4	4,7	4,5	4,4	4,3	4,2	3,9	3,7	3,0
04	.292	6,5	5,4	5,7	5,5	5,4	5,3	5,2	5,0	4,7	4,0
06	.458	14,4	6,4	6,7	6,5	6,4	6,3	6,2	6,0	5,7	5,0
08	.625	17,0	6,4	6,7	6,5	6,4	6,3	6,1	5,9	5,7	4,9
10	.792	11,7	5,4	5,6	5,5	5,3	5,2	5,1	4,9	4,7	3,9
12	.958	3,9	4,4	4,6	4,5	4,4	4,2	4,1	3,9	3,7	2,9

1978-85: $\bar{C} = 5,39$ mg/l, $s' = 2,0452$ mg/l

Tabulka 6. Úhlava, Doudlevec; model jakosti vody v říčním profilu, prognóza k roku 1995; C - dusičnany

Roční čas		m										
		a	30	90	150	210	270	330	355	364		
τ	t' [rok]	T [°C]	Q[m ³ /s], 1978-85, T' = 8 roků, Čegodajev, s opravou									
			6,84	15,1	9,19	6,57	4,80	3,33	1,83	,903	,0990	
			3C', model 1978-85 v transformaci k roku 1995									
M	-	9,1	40,4	43,1	41,4	40,3	39,2	38,0	35,9	33,6	26,0	
02	.125	1,2	48,3	51,0	49,3	48,2	47,1	45,9	43,8	41,4	33,9	
04	.252	6,5	48,1	50,8	49,1	48,0	46,9	45,6	43,6	41,2	33,7	
06	.458	14,4	40,3	43,0	41,3	40,2	39,1	37,9	35,8	33,4	25,9	
08	.625	17,0	32,6	35,3	33,6	32,5	31,4	30,2	28,1	25,8	18,2	
10	.792	11,7	32,7	35,4	33,7	32,6	31,5	30,3	28,2	25,9	18,3	
12	.958	3,9	40,5	43,2	41,5	40,4	39,3	38,1	36,0	33,6	26,1	

1995: $\bar{C} = 40,4$ mg/l, $s' = 12,617$ mg/l

Tabulka 7. Úhlava, Doudlevec; model jakosti vody v říčním profilu, prognóza k roku 2000; C - dusičnany

Roční čas		m										
		a	30	90	150	210	270	330	355	364		
τ	t' [rok]	T [°C]	Q[m ³ /s], 1978-85, T' = 8 roků, Čegodajev, s opravou									
			6,84	15,1	9,19	6,57	4,80	3,33	1,83	,903	,0990	
			3C', model 1978-85 v transformaci k roku 2000									
M	-	9,1	48,6	51,8	49,8	48,5	47,3	45,8	43,4	40,6	31,9	
02	.125	1,2	57,8	60,9	59,0	57,6	56,4	54,9	52,6	49,8	41,1	
04	.292	6,5	57,5	60,7	58,7	57,4	56,1	54,7	52,3	49,5	40,8	
06	.458	14,4	48,5	51,6	49,7	48,4	47,1	45,7	43,3	40,5	31,8	
08	.625	17,0	39,6	42,7	40,7	39,4	38,2	36,7	34,3	31,6	22,8	
10	.792	11,7	39,7	42,8	40,9	39,5	38,8	36,9	34,5	31,8	23,0	
12	.958	3,9	48,7	51,9	49,9	48,6	47,4	45,9	43,5	40,7	32,0	

2000: $\bar{C} = 48,6$ mg/l, $s' = 14,649$ mg/l

Tabulka 8. Úhlava, Doudlevec; model jakosti vody v říčním profilu, prognóza k roku 2005; C - dusičnany

Roční čas		m										
		a	30	90	150	210	270	330	355	364		
τ	t' [rok]	T [°C]	Q[m ³ /s], 1978-85, T' = 8 roků, Čegodajev, s opravou									
			6,84	15,1	9,19	6,57	4,80	3,33	1,83	,903	,0990	
			3C', model 1978-85 v transformaci k roku 2005									
M	-	9,1	67,4	71,5	69,0	67,2	65,6	63,8	60,6	57,0	45,6	
02	.125	1,2	79,4	83,4	80,9	79,2	77,6	75,7	72,6	68,9	57,6	
04	.292	6,5	79,0	83,1	80,5	78,8	77,2	75,3	72,2	68,6	57,2	
06	.458	14,4	67,3	71,3	68,8	67,1	65,5	63,6	60,5	56,8	45,5	
08	.625	17,0	55,6	59,7	57,2	55,4	53,8	51,9	48,8	45,3	33,8	
10	.792	11,7	55,8	59,9	57,3	55,6	54,0	52,1	49,0	45,5	34,0	
12	.958	3,9	67,6	71,7	69,1	67,4	65,8	63,9	60,8	57,2	45,8	

2005: $\bar{C} = 67,4$ mg/l, $s' = 19,079$ mg/l

Tabulka 9. Úhlava, Doudlevec; model jakosti vody v říčním profilu, prognóza k roku 2010; C - dusičnany

Roční čas		m										
		a	30	90	150	210	270	330	355	364		
τ	t' [rok]	T [°C]	Q[m ³ /s], 1978-85, T' = 8 roků, Čegodajev, s opravou									
			6,84	15,1	9,19	6,57	4,80	3,33	1,83	,903	,0990	
			3C', model 1978-85 v transformaci k roku 2010									
M	-	9,1	88,3	93,3	90,1	88,0	86,0	83,7	79,8	75,3	61,2	
02	.125	1,2	103,	108,	105,	103,	101,	98,5	94,6	90,1	76,0	
04	.292	6,5	103,	108,	104,	102,	100,	98,1	94,2	89,7	75,6	
06	.458	14,4	88,0	93,1	89,9	87,8	85,8	83,4	79,6	75,1	60,9	
08	.625	17,0	73,6	78,6	75,5	73,3	71,3	69,0	65,1	60,7	46,5	
10	.792	11,7	73,8	78,8	75,7	73,5	71,5	69,2	65,3	60,9	46,7	
12	.958	3,9	88,4	93,5	90,3	88,2	86,2	83,8	80,0	75,5	61,4	

2010: $\bar{C} = 88,2$ mg/l, $s' = 23,710$ mg/l

Tabulka 10. Úhlava, Doudlevec; prognóza jakosti vody

Ukazatel	Čas.úroveň	Sezóna	při Q_a	při Q_{270}	při Q_{355}
ChSK _{Mn} [mg/l]	1990	červen	6,4	6,2	5,7
		prosinec	4,4	4,1	3,7
	2010	červen	6,4	6,2	5,7
		prosinec	4,4	4,1	3,7
NO ₃ ⁻ [mg/l]	1990	únor	35,4	33,5	30,1
		srpen	23,4	21,5	18,1
	2010	únor	103	98,5	90,1
		srpen	73,6	69,0	60,7
NH ₄ ⁺ [mg/l]	1990	únor	,856	,868	,695
		srpen	,390	,402	,423
	2010	únor	,856	,868	,695
		srpen	,390	,402	,423
NRL [mg/l]	1990	duben	28,4	13,3	,0
		červen	54,8	39,7	12,2
	2010	duben	51,1	13,9	,0
		červen	116	78,7	11,3
PO ₄ ³⁻ [mg/l]	1990	duben	,504	,638	,880
		prosinec	,882	1,02	1,26
	2010	duben	1,63	2,07	2,88
		prosinec	2,88	3,32	4,12

Má-li se mluvit o prognóze nějakého jevu, je nutné se napřed seznámit s jeho trendem. To platí i o jakosti vody v říčním profilu. O identifikaci trendu jakosti vody jsme se v našem časopise již také zmínili /8/. Aplikací popsaného postupu na jakost vody v profilu Úhlava-Doudlevec (1967 - 1989) zjišťujeme, že např. oxidovatelnost signifikantní trend nevykazuje (obr. 7), tj.

$$\bar{C} = \bar{C} \cdot \pm u_p s' \quad (1)$$

kde $\bar{C} = 5,70$ mg/l, $s' = \pm 0,80102$ mg/l. Pro $P = 95$ % je $u_p = 1,96$.

Naproti tomu u dusičnanů byl prokázán signifikantní trend (obr. 8), přičemž

$$\bar{C} = b_0 + b_1 e^{b_2 \text{INT } t} \frac{b_3}{Q} \quad (2)$$

kde $b_0 = 0$, $b_1 = 0,200 26$, $b_2 = 0,053 313 6$, $b_3 = 0,107 959$. Trend tedy činí $100 b_2 = 5,33$ %/rok. Vliv průtoku je asi dvojnásobně silnější.

Na jiném místě /9/ jsme vysvětlili, co máme na mysli, když hovoříme o vztahu proporcionality kolísání jakosti vody. V aplikaci na dusičnany v profilu Úhlava-Doudlevec 1967 - 1989 (obr. 9) vychází

$$s'_C = m \bar{C}^n \quad (3)$$

kde $m = 0,635 3$, $n = 0,808 013$.

Vydeme-li ze zjištěného kolísání středních ročních průtoků a dalších dílčích výsledků řešení, dospějeme k prognózním hodnotám středních ročních koncentrací dusičnanů, obsaženým v tabulace 2. Nyní máme připraveno vše potřebné k tomu, abychom se mohli zabývat vlastní prognózou.

Omezíme se opět na oxidovatelnost a na dusičnany. V případě oxidovatelnosti se spokojíme tabulováním modelových hodnot C' (t' , Q , T), vypočtených na podkladě dat z let 1978 - 1985, tj. bez jakékoliv transformace (tabulka 3). V případě dusičnanů vypočteme nejprve neodnormované a neodcentrované modelové hodnoty (\bar{C}/s') , tj. koncentrace v bezrozměrné formě, platné obecně, bez ohledu na konkrétní

časovou úroveň (tabulka 4). Jejich vynásobením (odnormováním) hodnotami z tabulky 2 a přičtením hodnot \bar{C} (odcentrováním) obdržíme výsledné modelové hodnoty C' pro uvažované konkrétní časové úrovně 1990, 1995, ..., 2010 (tabulky 5 - 9).

Provedeme-li totéž i pro ostatní uvažované ukazatele jakosti vody, obdržíme žádané prognózní hodnoty, z nichž v následující tabulce 10 pro stručnost vypisujeme jen některé. Takto zkonstruovaná prognóza se přirozeně ukáže jako platná pouze v případě, že zjištěný trend se osvědčí jako setrvalý. I kdyby tomu tak nebylo, provedená prognóza nepozbude prakticky význam. Bude jí totiž možno použít ke srovnání se skutečností a k posouzení, zda a jak se projevují nastávající změny v působení zdrojů látek, a to již v poměrně raném stádiu jejich vývoje.

Zbývá již jen říct, že prognóza, jejíž konstrukcí jsme se pokusili nastínit, je kombinací prognózy v reálném čase a prognózy mimo reálný čas, tj. pro určitou budoucí časovou úroveň, určitý průtok a určitou sezónu. To vše může zajímat jak projektanta, tak provozovatele vodárny a mělo by to zajímat též správce toku.

Nastíněnou prognózu přirozeně nelze chápat jako prognózu izolovaných bodových hodnot jakosti vody, ale jako prognózu jejího režimu.

x x x

Literatura

- /1/ MRKVA, V., NEJEDLÝ, A.: Předpověď koncentrací rozpuštěného kyslíku na Berounce pod Plzní. VTEI, 1985, č. 9, s. 322 - 326.
- /2/ NEJEDLÝ, A.: K typologii říčních profilů z hlediska jakosti vody. VTEI, 1987, č. 1, s. 12 - 18.
- /3/ NEJEDLÝ, A.: Modelování jakosti vody v říčním úseku s bodovými zdroji látek. Sborník 4. symp. Vodohospodářské soustavy, díl II, s. 103 - 117, ČSVTS, Hradec Králové, 1985.
- /4/ NEJEDLÝ, A.: Monitoring jakosti vody a jeho využití v řízení jednoduché vodohospodářské soustavy. Sborník 5. symp. Vodohospodářské soustavy, s. 161 - 168, ČSVTS Znojmo, 1987.

/5/ NEJEDLÝ, A.: Hodnocení režimu jakosti tekoucích povrchových vod s použitím matematického modelování. Sborník 3. celostát. sem. Procesy vzniku, ochrana a využitelnost zdrojů pitné vody, s. 125 - 133, ÚHH SAV, Bratislava, 1989.

/6/ NEJEDLÝ, A., BAREŠ, M.: Model jakosti vody v říčním profilu, ukázka výstupu z počítače. Zpráva VUV Praha, 1989.

/7/ NEJEDLÝ, A.: Aproximace dlouhodobého kolísání průtoku v říčním profilu. Zpravodaj metod. říz. vodohosp. lab., 1989, č. 7, s. 8 - 13.

/8/ NEJEDLÝ, A.: Identifikace trendu jakosti vody v říčním profilu. VTEI, 1988, č. 6, s. 211 - 217.

/9/ NEJEDLÝ, A.: Ukázky trendu a vztahu proporcionality jakosti vody v říčním profilu. Zpravodaj metod. říz. vodohosp. lab., 1989, č. 6, s. 23 - 28.

TATRANSKÉ JAZERÁ A PLESÁ

Vo Vysokých Tatrách, bohatých na prírodné krásy, skrýva sa aj nezvyčajné bohatstvo jazier a plies, ktorých je tu asi 119. Z tohto počtu je 80 na južnej strane a 39 na severnej strane.

Rozlohou medzi najväčšie tatranské jazerá alebo plesá patrí: Veľké jazero (34,8 ha), Rybník (33 ha), Czarny staw (22,9 ha), Morské oko (21,3 ha), Štrbské pleso (22,4 ha), Veľké Hincovo pleso (19,1 ha) a Čierne pleso (13,1 ha).

Z menších je to Popradské pleso (6,9 ha), Malé Hincovo pleso (2,8 ha), Zmrzlé pleso (2,5 ha), Velické pleso (1,5 ha) a Zelené pleso (0,5 ha).

Podľa hĺbky je na prvom mieste Veľké jazero zo skupiny poľských plies (78 m), Morské oko (77 m), Czarny staw (47 m), Štrbské pleso (21 m), Popradské pleso (5 m) atď.

Vysoké Tatry rozlohou i hĺbkou svojich jazier a plies skrývajú bohatú rozmanitosť.

MAZURSKÉ JAZERÁ

Ležia v severovýchodnej časti Poľska. Pozostávajú z 2700 jazier (1/3 všetkých vodných plôch Poľska). Najväčšie z nich sú Sniardwy a Mamry s rozlohou asi 114 a 104 km². Najhlbšie je Hangza, ktoré so 108 metrami čistej vody a tvrdým dnom pripomína horské pleso. Najplytšie a najkludnejšie je jazero Družno s hĺbkou necelé 3 m.

Jazerá sú poprepájané početnými riekami a vodnými kanálmi, ktoré vytvárajú veľmi zaujímavú sieť vodných ciest o dĺžke niekoľko stoviek km.

Pozoruhodnosťou Mazurských jazier je temer 100 prírodných rezervácií o celkovej rozlohe 13 000 hektárov.

Metropolou tejto oblasti je Olštýn, kde pôsobil v rokoch 1516 až 1521 vynikajúci poľský astronóm, matematik a lekár Mikuláš Koperník.

DRÁMA JAZERA SEVAN

V Arménsku je temer 200 horských jazier. Najväčšie je jazero Sevan, 75 km dlhé a 56 km široké.

Prúd Razdanu, jedinej rieky, ktorá vyteká zo Sevanu, poháňa turbíny šiestich hydroelektrární. Razdanko-sevanská kaskáda je najväčší zdroj elektrickej energie v Arménsku. Výdatná pomoc energetike si však vyžiadala aj krutú daň. Hladina jazera 40 rokov klesala, napriek tomu, že do Sevanu sa vlieva 27 menších riek.

Hĺbka Sevanu sa znížila o 19 m a jeho plocha zmenšila o 420 km².

Situácia si vyžiadala rýchle riešenie. Celé dve desaťročia sa v skalách pod hrebeňom vysokým temer 3000 m razil tunel dlhý 48 km. Od r. 1981 sa ním začala privádzať voda z rieky Arpy. Pokles sa zastavil a nový prívod vody stabilizoval vodný stav v Sevane. Dráma jazera sa skončila, tentoraz s úspechom.

BAJKAL

Kryptodepresia je kotlina alebo panva vyplnená vodou, ktorej hladina leží vyššie ako hladina svetového oceánu, ale jej dno siaha hlboko pod úroveň tejto hladiny.

Najhlbšou kryptodepresiou sveta je Bajkal, najhlbšie jazero sveta (1620 m). Jeho hladina je vo výške 461 m nad morom a dno je 1159 m pod hladinou svetového oceánu.

Zaujímavá je skutočnosť, že Bajkalské jazero zamŕza na 5 mesiacov v roku - od januára do mája.



odpadní vody

Kontaminace kalů ČOV v Erlangenu těžkými kovy a radioaktivními odpady

Ing. Tomáš JUST

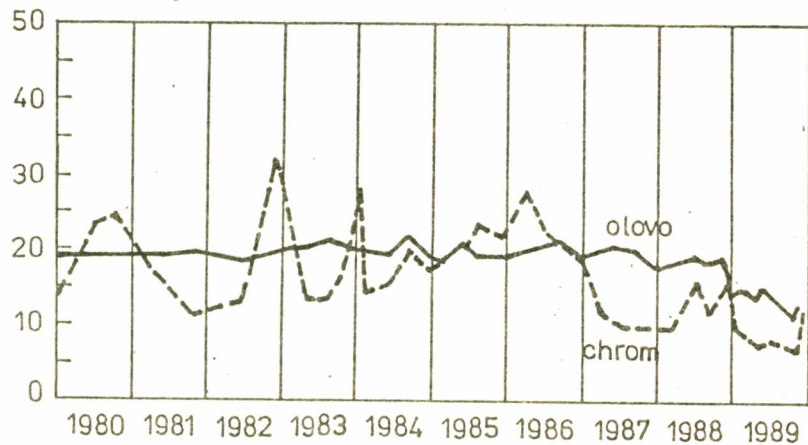
Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, Praha

Nepříliš průmyslové město Erlangen, sousedící se severním okrajem Norimberka, má čistírnu s kapacitou ca 300 tisíc EO. Jde o mechanicko-biologickou čistírnu s přidáváním minerálních koagulačních činidel před poslední dosazovací nádrže. Biologická část je dvoustupňová, jako první jsou biofiltry s vlastními mezidosazovky, za nimi pak je klasická aktivace. Údaje vyhodnocující provoz za rok 1989 obsahují dvě zajímavé informace - o vývoji kontaminace čistírenských kalů toxickými kovy v posledních letech a o radioaktivitě kalu se zřetelem k černobylské události.

Relativní údaje o koncentracích toxických kovů v kalech, vztažené k mezním hodnotám, jsou zachyceny v obr. 1 až 4.

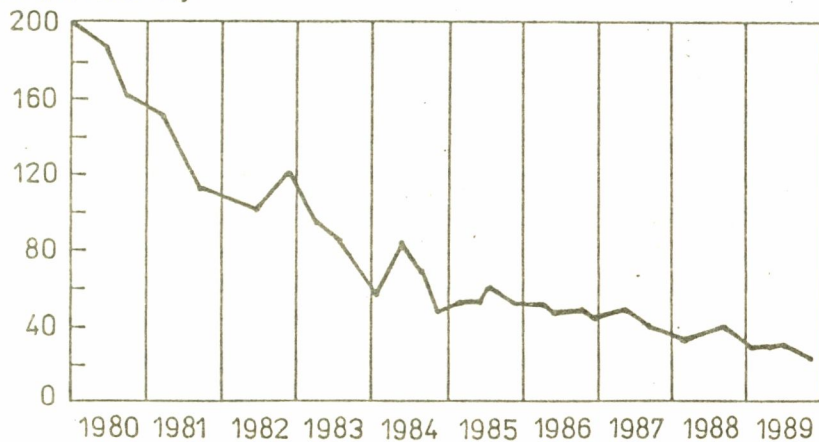
Mezní hodnoty pocházejí ze spolkového "Nařízení o čistírenských kalech" (1982), které sleduje použitelnost kalů na zemědělských půdách (v mg na kg sučiny kalu): Pb - 1200; Cd - 20; Cr - 1200; Cu - 1200; Ni - 200; Hg - 25; Zn - 3000. V roce 1991 byly požadavky zpřísněny. U kadmia nyní činí limit 10 mg/kg pro těžké půdy a 7 mg/kg pro půdy lehké, limit zinku činí 2500 mg/kg. Z grafů na obrázcích je patrné postupné snižování koncentrací, a to zejména kadmia, niklu, rtuť a zinku. To je výsledkem soustavného úsilí provozovatele čistírny, který v zájmu udržení odbytu kalů do zemědělství přísně kontroluje producenty

% mezní hodnoty



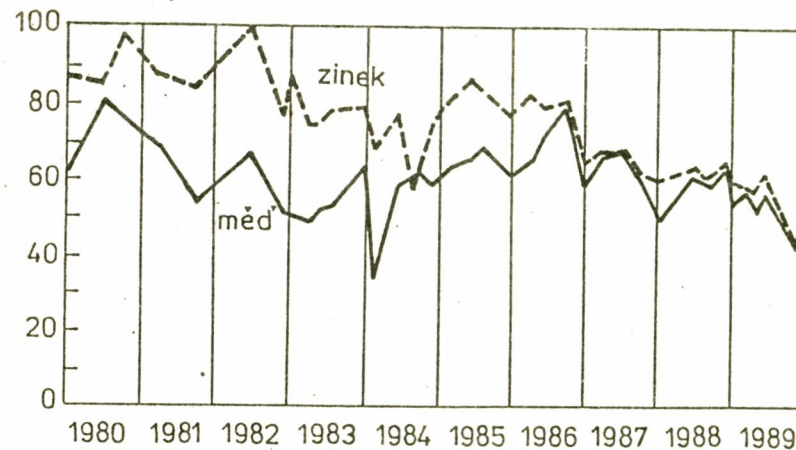
Obr. 1. Koncentrace olova a chromu v kalu

% mezní hodnoty



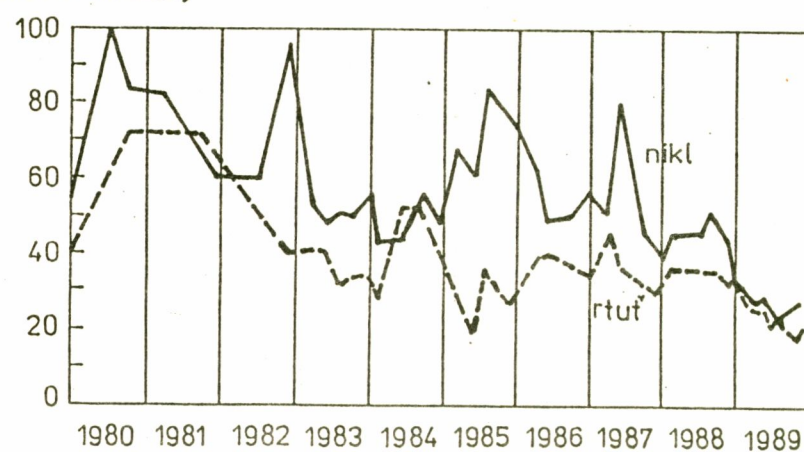
Obr. 2. Koncentrace kadmia v kalu

% mezní hodnoty

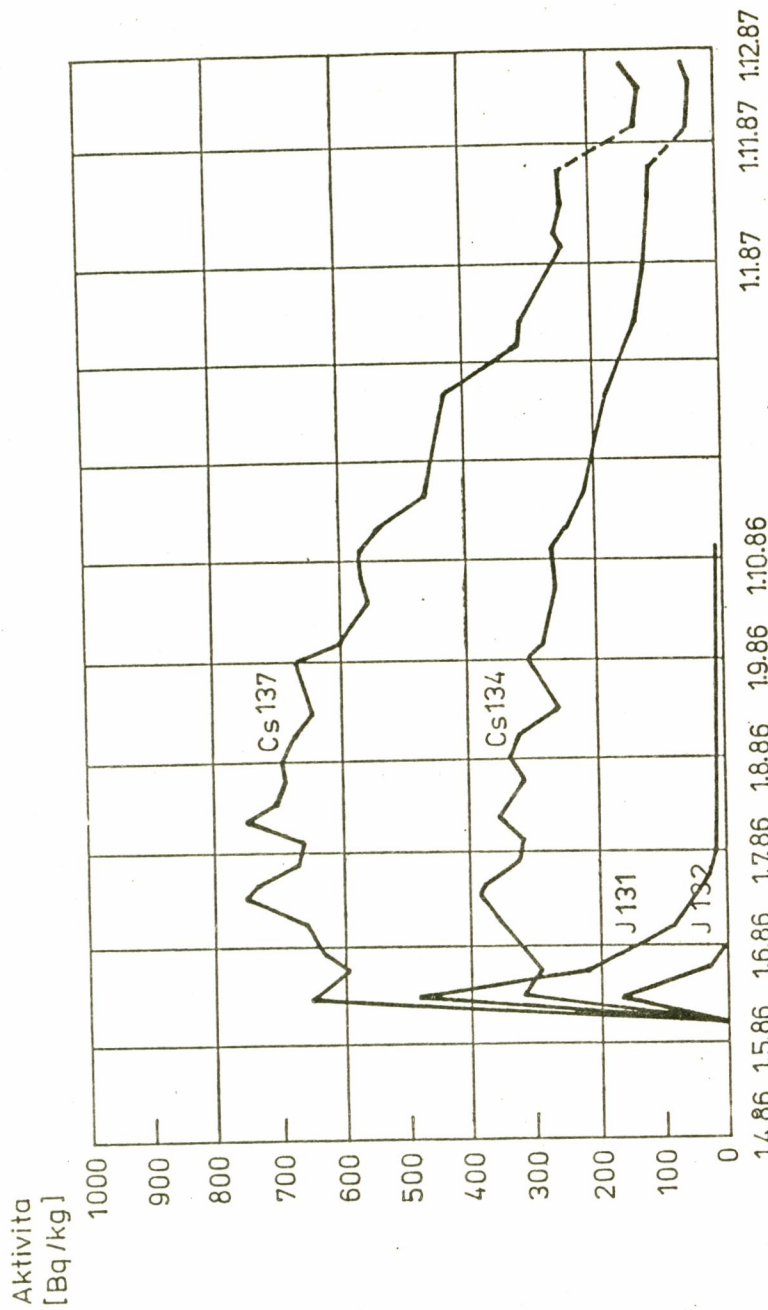


Obr. 3. Koncentrace mědi a zinku v kalu

% mezní hodnoty



Obr. 4. Koncentrace niklu a rtuti v kalu



Obr. 5. Zátížení kalu z čistírny v Erlangenu radioaktivními nuklidy

průmyslových odpadních vod. Z grafů, které vycházejí ze čtyř až osmi analýz ročně, si lze taktéž učinit představu o kolísání koncentrací kovů, resp. o rozptylu, který vychází z nepřesnosti stanovení.

Přítomnost údajů o koncentraci radioaktivních izotopů (obr. 5) svědčí o tom, že i čistírna zodpovědně reagovala na černobylskou katastrofu. Podle zjištěné radioaktivity byly kaly buď vyřazeny ze zemědělského využití, nebo byly ředěny kaly méně kontaminovanými. Podle vyjádření provozovatele čistírny byla kontaminace kalů v Erlangenu relativně malá, neboť na město v kritickém období dopadaly mimořádně nízké srážky.



ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD Z MLÉČNIC KRAVÍNŮ K96

Odpadní vody z mléčnic vznikají při proplachu potrubí, chladičů mléka, dojícího zařízení, při praní plachetek a sanitaci zařízení mléčnic. Většina zemědělských podniků tyto odpadní vody ukládá do jímek a likviduje rozstříkem na vhodné pozemky. Existují však zemědělské podniky, které tyto odpadní vody čistí a vyčištěné vypouští do místní kanalizace či vodoteče. Zájem o takové řešení stále stoupá, v poslední době i ze strany začínajících soukromých zemědělců.

Naším příspěvkem chceme pomoci projektantům navrhujícím čistírny odpadních vod pro mléčnice.

Pro volbu a návrh čistírny je rozhodující výpočet množství odpadní vody a odhad produkovaného znečištění. Způsobů výpočtu těchto hodnot je několik. Například směrnice č. 9 MLVH ČSR a MZ ČSR z roku 1973 uvádí specifickou spotřebu vody pro mléčnici 10 - 18 litrů na kus a den, "Kanalizace zemědělských provozů" dokonce 30 - 40 litrů na dojnici a den.

Podle našeho názoru je směrodatným ukazatelem produkce odpadní vody typ použitého dojícího a chladičského zařízení a technologie jeho použití. Moderní typy těchto zařízení jsou totiž plně automatizovány a spotřeba vody na jejich čištění a sanitaci je tedy dána jejich výrobcem. Z hlediska objemu odpadní vody je lhostejné, zda je používáno pro 50 či 100 dojnic.

K této úvaze jsme dospěli na základě výsledků měření množství a znečištění odpadních vod z mléčnic kravínů K96. Při 24 h sledování jsme zjišťovali množství odpadních vod z proplachu dojícího zařízení, potrubí, chladičů Packo apod., včetně odpadních vod ze sociálních zařízení.

Zpracováním výsledků těchto měření jsme dospěli k těmto hodnotám platným pro kravíny K96:

- a) výplach skleněného potrubí
 $800 - 1000 \text{ l.d}^{-1}$ a $\text{BSK}_5 \cdot \text{d}^{-1} 600 - 800 \text{ g}$
- b) výplach chladiče Packo
 $200 - 300 \text{ l.d}^{-1}$ a $\text{BSK}_5 \cdot \text{d}^{-1} 100 - 200 \text{ g}$
- c) výplach a mytí dojícího zařízení včetně plachetek a sanitace místností
 $200 - 400 \text{ l.d}^{-1}$ a $\text{BSK}_5 \cdot \text{d}^{-1} 100 - 150 \text{ g}$
- d) odp. vody ze sociálního zařízení na 1 pracovníka (většinou 4 - 7 zaměstnanců)
 100 l.d^{-1} a $\text{BSK}_5 \cdot \text{d}^{-1} 15 - 20 \text{ g}$ (celk. $400 - 700 \text{ l.d}^{-1}$ a $\text{BSK}_5 \cdot \text{d}^{-1} 80 - 140 \text{ g}$)

Celkové množství odpadní vody se tedy pohybuje v rozmezí $1600 - 2400 \text{ l.d}^{-1}$ o celkovém produkovaném znečištění $\text{BSK}_5 \cdot \text{d}^{-1} 850 - 1300 \text{ g}$. Většina měření se blížila dolní hranici, tj. 1600 l.d^{-1} , pro navrhování čistíren však doporučujeme použít větší hodnotu (2400 l.d^{-1}), která v sobě zahrnuje určitou rezervu především pro mytí a sanitaci místností.

- Ing. J. Pivcová, ing. E. Mattiello -



zásobování vodou

Ukazatelé obsahu radioaktivních látek podle ČSN 75 7111

Ing. Eduard HANSLÍK, CSc., ing. Adolf MANSFELD, CSc.
Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, Praha

Novelizovaná ČSN 75 7111 Pitná voda zachovala ve srovnání s ČSN 83 0611 hodnoty indikačních ukazatelů v případě celkové objemové aktivity alfa $0,1 \text{ Bq.l}^{-1}$ a celkové objemové aktivity beta $1,0 \text{ Bq.l}^{-1}$ a nově uvádí indikační hodnotu pro objemovou aktivitu radonu-222 20 Bq.l^{-1} .

K zajištění jednotného postupu zejména při překročení uvedených indikačních hodnot se vyžaduje u celkové objemové aktivity alfa v případě podzemních i povrchových zdrojů stanovení aktivity radia-226 a případně dalších radionuklidů. U celkové objemové aktivity beta u povrchových zdrojů se při překročení stanovuje hmotnostní koncentrace draslíku a jí odpovídající objemová aktivita draslíku-40 se odečte od celkové objemové aktivity beta, rozdíl se porovná s indikační hodnotou a v případě překročení se stanovují další radionuklidy. Při překročení indikační hodnoty objemové aktivity radonu-222 ve zdrojích podzemních vod se hodnotí celková objemová aktivita beta a případně se stanovuje objemová aktivita radia-226 a dalších radionuklidů vždy podle pokynů orgánu hygienické služby.

Při použití postupů stanovení radioaktivních látek podle ČSN 75 7600 Všeobecná část, ČSN 75 7611 Celková objemová aktivita alfa, ČSN 75 7612 Celková objemová aktivita beta a návrhů ČSN 75 7614 Uran a ČSN 75 7622 Radium-226 v praxi radiochemických vodohospodářských

laboratoří dochází od roku 1990 k odchýlkám od dříve platných ČSN 83 0523 z roku 1976 a ČSN 83 0533 z roku 1979. Cílem tohoto sdělení je odpovědět na množství se dotazy k částem postupů ČSN, na příčiny změn zjišťovaných hodnot u celkových aktivit ve srovnání s předchozím stavem a komentovat i požadavky na změny hodnot indikačního ukazatele celkové objemové aktivity alfa podle ČSN 75 7111 Pitná voda. Problematika se dotýká činností vodohospodářských radiochemických laboratoří, laboratoří hygienické služby i dalších a širokého okruhu uživatelů radiochemických analýz.

Celková objemová aktivita alfa

V případě stanovení celkové objemové aktivity alfa pracovníci laboratoří v některých případech zjišťují, že výsledky podle nového postupu překračují dřívější úrovně 2 - 6x. Tato skutečnost může mít řadu příčin, z nichž známé dále uvádíme. Stanovení celkové aktivity alfa podle ČSN 75 7611 u postupu A - měřením směsí se scintilátorem ZnS(Ag) i B - měřením okénkovým proporcionálním nebo scintilačním detektorem zavádí zásadnější změny ve vyjadřování výsledků. U novelizovaného postupu se používá měrná aktivita uranu při přírodním poměru jeho izotopů, kdy součet hmotnostních aktivit izotopů uranu je $25,0 \text{ Bq} \cdot \text{mg}^{-1}$ v kovovém uranu. Podle dříve platné ČSN 83 0533, částí 2 se celková objemová aktivita alfa vyjadřovala objemovou aktivitou uranu-238 ($12,2 \text{ Bq} \cdot \text{mg}^{-1}$) v přírodní směsi izotopů uranu s poměrem aktivity uranu-234 k aktivitě uranu-238 rovným 1 a poměrem aktivity uranu-235 k aktivitě uranu-238 rovným 0,047. Znamená to, že celková aktivita alfa stanovení podle ČSN 75 7611 dělená 2,047 je rovna celkové objemové aktivitě stanovené podle dříve platných ČSN /1/.

V návaznosti na skutečnost, že u celkových objemových aktivit alfa a beta se jedná o usazení stanovení, závisí zjištěné hodnoty i na použité metodě stanovení.

V případě stanovení celkové objemové aktivity alfa podle ČSN 75 7611 lze metodu A označit za univerzální. Postupem se dosahuje nejmenší detekovatelná objemová aktivita $a_{V,ND}$ 0,05 - $0,1 \text{ Bq} \cdot \text{l}^{-1}$ (rozpětí odpovídá jiným faktorům ovlivňujícím výsledek stanovení než vlastní objemové aktivitě radioaktivních látek ve vzorku - účinnosti měření,

objemu zpracovaného vzorku, době měření apod.), což vyhovuje zjišťování celkové objemové aktivity pro potřeby ČSN 75 7111 Pitná voda na úrovni indikační hodnoty $0,1 \text{ Bq} \cdot \text{l}^{-1}$. Postupem B je možno zjišťovat objemové aktivity vyšší, ca $0,5 \text{ Bq} \cdot \text{l}^{-1}$ a tuto skutečnost je třeba plně respektovat. Postupem B tedy nelze běžně dosáhnout indikační hodnoty $0,1 \text{ Bq} \cdot \text{l}^{-1}$. Postup B v praktických případech není vhodný pro první zjišťování celkové objemové aktivity alfa resp. u neznámých vzorků. Volba postupu stanovení tak závisí na účelu stanovení, předpokládané objemové aktivitě alfa a vlastnostech vzorku.

Pro dodržení reprodukovatelnosti výsledků uvnitř jedné laboratoře a samozřejmě i mezi různými laboratořemi je třeba dodržet zejména následující požadavky:

- Měření vzorku v časovém rozpětí 24 - 48 hodin po jeho přípravě k unifikaci vlivu závislosti odezvy počtu impulsů na době měření. Na základě experimentální zkušenosti s průběhem časové závislosti odezvy impulsů měřeného vzorku po jeho přípravě ovlivňuje výsledek vyšší zastoupení radia-226 ve směsi radionuklidů. U vzorků s vysokým obsahem radonu-222 resp. jeho produktů přeměny je výrazná časová závislost odezvy impulsů v krátkém časovém úseku 1 - 5 h po přípravě vzorku k měření /2/.

- Použití standardního přídávku uranu u paralelně zpracovávaného vzorku v případě metody A. Zbarvení přírodních vzorků (odparků) zejména u podzemních vod vede k výraznému snížení účinnosti měření vzorku. V těchto případech nesprávná aplikace účinnostních konstant zjištěných pro vzorky, které nezbarvují (nezhásejí) scintilace částic se ZnS(Ag), vede k velkému zkreslení výsledků, k jejich snížení úměrnému podílu účinnostní konstanty platné pro daný vzorek a nesprávně aplikované.

- Dodržení plošné hmotnosti vzorku. U metody B se předpokládá měření vzorku i standardního preparátu s plošnou hmotností $10 \text{ mg} \cdot \text{cm}^{-2}$ a rovnoměrné rozprostření vzorku na měřicí misce. Závislost odezvy impulsů na plošné hmotnosti je v oblasti 0 - $5 \text{ mg} \cdot \text{cm}^{-2}$ výrazná /3/. Znamená to, že použití účinnostní konstanty ca 0,02 rel.j. pro plošnou hmotnost $10 \text{ mg} \cdot \text{cm}^{-2}$ by v případě měření vzorků s nižší plošnou hmotností (např. nerozpuštěných látek, u kterých by získání vzorku

o příslušné hmotnosti vyžadovalo filtraci velkoobjemových vzorků 10 l a více) vedlo k zvýšení výsledků o faktor daný podílem účinnosti konstanty pro aktuální navážku (plošnou hmotnost) měřeného vzorku a nesprávně použité konstanty pro plošnou hmotnost 10 mg.cm^{-2} .

- Pozadí přístroje se dosud běžně zjišťuje měřením za stejných podmínek jako měření vzorku s použitím prázdné měřicí misky. Závisí tedy mj. na kvalitě použitého materiálu k výrobě misky. Při rovnoměrném pokrytí misky vzorkem je pozadí vzhledem ke krátkému doletu alfa částic zčásti eliminováno. Této otázce v případě nízkých aktivit je třeba věnovat pozornost. Chybu vnáší i nerovnoměrné pokrytí misky vzorkem a použití účinnostní konstanty na základě vypočtené plošné hmotnosti vzorku z jeho celkové navážky, i když část měřicí misky zůstává nepokryta. Tyto skutečnosti vedou ke snížení naměřené hodnoty.

Nedodržování postupu stanovení tak může prohlubovat rozdíly mezi výsledky získanými podle dříve platných a nových ČSN. Je však nesporné, že při dodržení postupu podle novely ČSN 75 7611 u metody A i B musí docházet ke zvýšení zjišťovaných hodnot celkové objemové aktivity alfa ca 2x. U výsledků zjišťovaných novým postupem bude třeba tuto skutečnost vyznačit jak v ročenkových zprávách, tak v ostatních databázích, protože se evidentně nejedná o změnu obsahu radioaktivních látek ve vodě, ale o změnu v hodnotách celkové objemové aktivity alfa zavedenou usančně modifikovaným způsobem standardizace resp. vyjadřování výsledků. Lze konstatovat, že nově zjištěné hodnoty lépe vystihují příspěvek dominantních radioaktivních látek radia-226 a jeho krátkodobých produktů radioaktivní přeměny a radioizotopů uranu k celkové aktivitě alfa a odpovídají přibližně součtu aktivit alfa v případě jednotlivě zjišťovaných radionuklidů.

Celková objemová aktivita beta

U celkové objemové aktivity beta podle ČSN 75 7612 ve srovnání s postupy podle ČSN 83 0523, části 3 a ČSN 83 0533, části 3 je aktivita beta vyjadřována podle odezvy přeměny beta s emisí elektronů v přírodním draslíku, které odpovídá měrná aktivita chloridu draselného $14,8 \text{ Bq.g}^{-1}$. Podle dřívějšího postupu byla uvažována hmotnostní aktivita draslíku-40 v chloridu draselném $16,6 \text{ Bq.g}^{-1}$. Znamená to, že celková

aktivita beta stanovená podle ČSN 75 7611 násobená faktorem 1,122 (nebo dělená 0,892) je rovna celkové objemové aktivitě beta stanovené podle dříve platných norem.

Postupem pro stanovení celkové objemové aktivity beta podle ČSN 75 7612 je při běžném přístrojovém vybavení radiochemických vodohospodářských laboratoří dosahováno požadované citlivosti v návaznosti na ČSN 75 7111 Pitná voda. Ve srovnání s postupem podle ČSN platných dříve došlo ke snížení usančně stanovené plošné hmotnosti měřeného preparátu ze 43 mg.cm^{-2} na 10 mg.cm^{-2} . V případě nižších energií záření beta ve srovnání se standardem draslíku-40 to v praxi bude znamenat jejich detekci s vyšší účinností a tedy zvýšení naměřené hodnoty.

Z výkladu k celkové objemové aktivitě beta podle ČSN 75 7111 Pitná voda je zřejmé, že se doporučuje vyjadřovat opravu (korekci) na obsah draslíku-40 v přírodním draslíku. Takzvaná korigovaná celková objemová aktivita beta se získá odečtením ekvivalentu aktivity beta v přírodním draslíku zjištěného pro daný vzorek vody klasickou metodou. Měrnou aktivitu draslíku je třeba uvažovat shodně jako ve standardním preparátu, tj. 1 mg draslíku má aktivitu $0,0282 \text{ Bq}$ resp. koncentrace draslíku 1 mg.l^{-1} odpovídá objemové aktivitě beta $0,0282 \text{ Bq.l}^{-1}$ (dosud $0,0316 \text{ Bq.l}^{-1}$).

I v případě celkové objemové aktivity beta dochází k signifikantní změně zjišťovaných hodnot ve srovnání s předchozím stavem v důsledku standardizace a tuto skutečnost je třeba zaznamenat do všech databází.

Objemová koncentrace (aktivita) uranu

Stanovení uranu podle návrhu ČSN 75 7614 uvádí nově v metodě A extrakčně spektrofotometrickou metodu, upravuje v postupu B spektrofotometrickou metodu s dělením na silikagelu a vypouští fluorometrickou metodu v porovnání s předchozím stavem ČSN 83 0533, částí 4 z roku 1979.

Navržené metody stanovení uranu zcela vyhovují požadavku na zjišťování výskytu uranu v podzemních i povrchových vodách v koncentracích vyšších než $1 \mu \text{.l}^{-1}$ jak v návaznosti na zpřesnění nálezu

celkových objemových aktivit podle ČSN 75 7111 Pitná voda, tak v návaznosti na nařízení vlády ČSR č. 25/75 Sb. a SSR č. 30/75 Sb., jímž se stanoví ukazatelé přípustného stupně znečištění vod. Pro zjištění obsahu uranu v hodnotách menších než $1 \mu\text{g.l}^{-1}$ je třeba použít jiné, např. fluorometrické metody. Posledně uvedené koncentrace však nejsou předmětem zájmu v rutinní praxi. Ve všech uvedených postupech je ovšem ve vzorcích stanoven de facto uran-238. Hmotnostní podíl uranu-238 v neporušených vzorcích je 99,275 %, zatímco uranu-234 0,0054 % a uranu-235 0,720 %. V přírodních vodách se může vyskytovat převaha uranu-234 v porovnání s úrovní, která odpovídá radioaktivní rovnováze s uranem-238. Vyšší poměr aktivity uranu-234 k uranu-238 je způsoben uvolňováním uranu-234 z hornin do roztoků vlivem energie rozpadu alfa. Například Aieta /4/ uvádí poměr uranu-234 k uranu-238 1,2 - 28. I při nejvyšším podílu aktivity uranu-234 je zřejmé, že hmotnostně se jedná o zastoupení zanedbatelné. Cílem této informace je poukázat na určitá omezení při aplikaci korekce celkové objemové aktivity alfa o aktivitu zjištěného uranu, resp. uranu-238.

Dále je třeba uvést, že koncentrace uranu, vyhovující např. nejvýše přípustné koncentraci pro vodárenské toky podle nařízení vlády č. 25/75 Sb. vede k překročení indikační hodnoty celkové objemové aktivity alfa $0,1 \text{ Bq.l}^{-1}$ i při uvažování ekvivalentní aktivity pouze uranu-238 (indikační hodnota celkové aktivity alfa má hlavně význam pro podchycení zvýšeného výskytu radia-226).

Objemová aktivita radia-226

Návrh ČSN 75 7622 pro stanovení radia-226 uvádí emanometrickou metodu se scintilačním detektorem, která zajišťuje potřebnou citlivost v návaznosti na ČSN 75 7111 Pitná voda resp. zcela vyhovuje pro zjišťování obsahu radia-226 na úrovni jeho přípustné objemové aktivity $0,1 \text{ Bq.l}^{-1}$ podle standardů EPA /5/.

V praxi rozšířený postup - srážecí metoda a měření směsi sraženiny síranu barnatého se ZnS(Ag) - není specifický pro radium-226 (skutečný obsah radia-226 je rovný nálezu nebo nižší v závislosti na přítomnosti dalších radioizotopů radia). Zvládnutí stanovení radia-226 emanometrickým postupem umožňuje okamžitou aplikaci pro měření objemové aktivity

radonu-222 u podzemních vod a zjišťování indikačního ukazatele pro radon-222 podle ČSN 75 7111. Výše uvedený postup pro stanovení radia-226 je však třeba modifikovat zejména v části výpočtu při stanovení radonu-222.

Souhrn

Zvýšení nálezu objemových aktivit alfa podle nových postupů (při srovnání s předchozím stavem) v případě celkové objemové aktivity alfa o faktor 2,0 a snížení v případě celkové objemové aktivity beta o faktor 0,89 odpovídá nově přijaté praxi při standardizaci těchto postupů. Použití metody stanovení celkové objemové aktivity alfa s vyhodnocením proporcionálním detektorem není obecně vhodné pro stanovení indikační hodnoty $0,1 \text{ Bq.l}^{-1}$ u neznámých vzorků. Provozní zkušenosti se standardizací celkové objemové aktivity alfa bude třeba vyhodnotit a případně navrhnout doplnky ČSN 75 7611 a doporučit zvýšení hodnotového ukazatele indikační hodnoty celkové objemové aktivity alfa v ČSN 75 7111. U databází je třeba vyznačit zavedení nových postupů stanovení celkových objemových aktivit alfa a beta.

Zavedená metoda stanovení radia-226 emanometrickým postupem umožňuje i okamžitou aplikaci při měření objemové aktivity radonu-222 u vzorků podzemních vod.

Stanovení uranu vyhovuje požadavkům na zjišťování jeho přípustné koncentrace podle nařízení vlády č. 25/75 Sb. Indikační hodnotě celkové objemové aktivity alfa $0,1 \text{ Bq.l}^{-1}$ odpovídá objemová koncentrace uranu-238 ca $8 \mu\text{g.l}^{-1}$.

x x x

Literatura

- /1/ HANSLÍK, E., MANSFELD, A., PAZDERNÍK, J., VOKÁČOVÁ, J.: Užití scintilačního a plynového detektoru pro stanovení celkové aktivity alfa ve vzorcích vodního prostředí. In: Hydrochémiá '87. ČSVTS, VÚVH Bratislava, 1987.

- /2/ HANSLÍK, E., MANSFELD, A.: Radon-222 determination from total alpha activity time relationship. In: Proc. 3rd Int. Conf.: Low Radio-activities '85. VEDA, Bratislava, 1985.
- /3/ ŠEBESTA, F., SEDLÁČEK, J.: Možnosti využití celkových aktivit alfa a beta při kontrole vlivu jaderné elektrárny na okolní hydrosféru. In: Sb. XI. konf. Radionuklidy a ionizující záření ve vodním hospodářství. ČSVTS, Harrachov, 1985.
- /4/ AIETA, E. M. a kol.: Radionuclides in Drinking Water: An Overview. Journal AWWA, 79, 1987, 4, s. 144.
- /5/ IAEA: The environmental behaviour of radium. Vol. 2. Technical Reports Series No. 310, Vienna, 1990.



ZAŘÍZENÍ PRO DOÚPRAVU PITNÉ VODY V DOMÁCNOSTECH

Pitná voda získaná z podzemních nebo povrchových zdrojů obsahuje často cizorodé, organické nebo anorganické látky, které mají nepříznivé vlastnosti, fyziologicky negativně působící na lidský organismus. Tyto znečištěniny, ať organického (PCB, tenzidy, pesticidy, dichlorbenzeny, dichlorfenoly - chlorované uhlovodíky), nebo anorganického původu (těžké kovy Hg, Pb, As, Cd, Cr, NO_3^- , NO_2^- , CN^- a další) jsou znečištěniny z moderního životního prostředí a jsou označovány jako prioritní polutanty, bezprahového působení, s karcinogenními, mutagenními a jinými toxickými vlivy. Tyto škodliviny mohou rovněž vznikat i při vlastní úpravě vody, a to chlorací organických látek (chloroform). Eliminace těchto látek má zabezpečit úpravna vody tak, aby výstupní kvalita pitné vody odpovídala podstatně přísnějším ukazatelům nové ČSN 75 7111 Pitná voda.

Bohužel je třeba v této souvislosti uvést, že v mnoha oblastech, zejména u výběrových ukazatelů speciálního rozboru, nebude možné v plném rozsahu normou stanovené ukazatele dodržet. Zavedení moderních technologií v úpravě vody ve světě běžně používaných, ozonizace-aktivní uhlí, si v případě realizace vyžádá mnohamilionové investice i zvýšené provozní náklady.

V souvislosti s přímou spotřebou vody člověkem tři až pět litrů za den jeví se zajímavou výroba a dodávka balené vody i využití zařízení k doúpravě vody přímo u spotřebitele. Proto byla vyvinuta u nás i v zahraničí zařízení pro doúpravu vody přímo u spotřebitele s možností instalace v domácnostech u výtoku vody, která se prakticky od poloviny minulého roku objevují na našem vnitřním trhu.

Vesmés pracují na principu sorpčního efektu aktivního uhlí, membránové filtrace, výměny iontů (ionexová filtrace). Podle zjištění KHES Brno jsou vysoce účinná, především při úpravě organoleptických vlastností vody, zejména při odstraňování volného chloru a jiných pachově závadných látek. Uvedené způsoby odstraňují zčásti nebo i úplně cizorodé látky z upravované vody, a to podle typu a složení filtru (eliminace těžkých kovů, chlorovaných uhlovodíků, PCB, dusičnanů a jiných toxických látek).

Nevýhodou těchto de facto filtračních zařízení je, že odstraňují i minerály z hlediska fyziologického pro organismus významné a nepostradatelné. Další nevýhodou je náchylnost k nárůstu bakterií uvnitř filtrační náplně, tzn. že mohou zhoršovat mikrobiologické a biologické vlastnosti takto upravované vody, zvláště při dlouhodobějším odstavení zařízení z provozu. Domnívám se, že bude třeba vyřešit využití některých oligodynamicky působících kovových iontů (Ag, Cu, Zn, Mg) a jejich solí.

Proto je třeba, aby se kupující vždy důkladně seznámil s příloženým návodem, který uvádí přesný postup montáže a zejména vlastního provozu zařízení. Zvláštní důraz je třeba klást na skutečnost, že je nutné užívat takových zařízení, která mají udělen hygienický atest od našich hygienických orgánů, což musí být v návodu výslovně uvedeno.

Pro informaci uvádíme dnes na trhu dostupná zařízení pro doúpravu pitné vody v domácnostech, která byla schválena k použití hygienickým orgánem (podle informací dr. Pokorného, CSc., KHES Brno):

Filtr	Země výroby
VP 100 R	Hongkong
Waterboy	Německo
VTC-500 W	USA
CTP 100	USA
Filopur	Švýcarsko
Tiara	USA
Eko 1	ČR

Předpokládá se, že se na našem trhu objeví další zařízení domácí výroby i ze zahraničí. Všechna zařízení jsou podrobena posouzení hygienického orgánu a jeho kladné posouzení a přesné dodržování návodu umožní zabezpečit kvalitní pitnou vodu pro domácnosti.

- Ing. J. Kundera, CSc. -



VODA Z ALJAŠSKÉHO LÁDU

Tim Dismond a spol. exportuje řád dobývaný z řádovcov Aljašky do různých krajín, najviac však do Japonska.

Reklama uvádza, že tento řád je absolútne čistý, obsahuje len 20 % vzduchu (obyčajný řád až 75 %).

Za štvrtkilogramové balenie aljašského řádu platia zákazníci v luxusných tokijských lahôdkarstvách jeden a pol dolára.



souborné informace

Ekonomizace životního prostředí - ekologické náklady v širších vztazích

Ing. Jana VALENTOVÁ

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, Praha

Ekologie hraje v našem společensko-politickém životě stále větší a větší roli a stává se určujícím faktorem pro hodnocení úrovně života každé společnosti. Současně se v našem národním hospodářství stále více projevuje znatelný nedostatek snadno dostupných přírodních materiálových a energetických zdrojů, snižuje se kvalita životního prostředí, což se nepříznivě projevuje na životní úrovni obyvatelstva a zároveň negativně působí na celé národní hospodářství a jeho správné fungování. Přes vědeckotechnických pokrok je stále zřejmější závislost lidského společenství na přírodě a na nutnosti zajistit harmonii, interface člověk - příroda, resp. příroda - člověk.

Všechny poznané i nepoznané funkce přírody je nutno v potřebné kvalitě neustále reprodukovat, resp. obnovovat v zájmu existence lidstva tam, kde hrozí jejich zánik. Je více než prokázáno, že krátkodobé, ale zejména plíživé dlouhodobé negativní působení na přírodu nejenže limituje rozvoj národního hospodářství, ale i náklady spojené s odstraněním následků znehodno ují většinu civilizačních zisků společnosti. Máme-li mít možnost podrobně i studovat tento materiálově-energetický děj, je nutné vymezit základní znaky, kterými se náklady spojené s ekologií promítají ve společenském životě.

Nejprve je nutno konstatovat, že ekonomický život společnosti byl v minulosti přímo závislý na přírodních materiálových a energetických zdrojích a v dalším vývoji byl jimi významnou měrou podmíněn. Jejich vícestupňové transformace ve výrobě a ve službách vedly ke vzniku odpadů, které byly vráceny do přírodního prostředí. Pokud zdravé přírodní prostředí bylo schopno absorbovat antropogenní odpady bez vedlejších negativních účinků a nadto se samo reprodukovat, nebyly ohroženy životně důležité funkce. V momentě, kdy byly narušeny samoregulační a autoasanační procesy, zpětné působení má negativní dopady na lokální úrovni a katastrofální v globálních měřítkách.

Nejlépe je možné tento ekonomický proces dokumentovat na vodní složce přírodního prostředí, kde se negativní ekonomické důsledky projevují ve dvou podobách:

- v ekonomických škodách ze znečištění přírodního prostředí obecně a vodní složky zvláště,
- v preventivních nákladech na ochranu vody, příp. na ochranu komplexu přírodního prostředí.

Ekonomické škody je možné dále členit na:

- a) ekonomické ztráty v důsledku snížení nebo úplné likvidace již vyrobených hodnot (např. změna jakosti pitné vody, úhyn ryb, snížení kvality zemědělských výrobků, poškození vodohospodářských zařízení apod.),
- b) ekonomické ztráty z titulu nevyrobených užitečných hodnot v důsledku zhoršení jakosti vodního zdroje (např. snížení zemědělské produkce, nutná změna komodit, snížená produkce v důsledku vyšší nemocnosti obyvatelstva a další),
- c) náklady spojené s odstraněním následků výše uvedených ztrát - např. náklady spojené s likvidací znečištění vod, s náhradními opatřeními, náklady na odstranění všech následků havárií (uhynulých ryb, živočichů, rostlinstva, též náklady na expertizy pro stanovení postupů, na laboratorní rozborů, asanace apod.),

d) náklady vyrovnávacího charakteru - např. rizikové příplatky, příplatky na likvidaci havárií, ale i náklady spojené se školami v přírodě, kompenzační příplatky apod.,

e) náklady na prevenci ztrát - např. na informační a signalizační systém, na ochranná zařízení, vegetační ochranu, na používání odolných materiálů apod.

Takto definované ekonomické škody je možno považovat za primární, řetězovým sdílením negativních důsledků je postižena širší oblast, kterou lze v konkrétních případech vysledovat; v obecné poloze je to velmi obtížné, neboť je postižována celá struktura všech ekonomických jevů, procesů a aktivit. Preventivní náklady na ochranu vodní složky mají za cíl chránit vodu - a návazně přírodní prostředí - před znehodnocováním, devastací nebo likvidací, a tím zabránovat vzniku ekonomických škod. Tyto ekologické náklady mají podobu:

- f) nákladů na zamezení vzniku znečištění (tj. nákladů na ekologicky šetrné a nízkoodpadové technologie v části týkající se vodní složky),
- g) nákladů na likvidaci vyprodukovaného znečištění (např. nákladů na čistírny odpadních vod),
- h) nákladů na systémovou ekologickou ochranu vodního bohatství - tedy nákladů spojených s koncepcí racionálního využívání vodní složky přírodního prostředí a částí nákladů spojených s realizací a kontrolou této koncepce.

Škody ze znečištění přírodního prostředí a náklady na jeho ochranu jsou ekonomickým důsledkem toho, že rozsah zatížení přírodního prostředí odpady všeho druhu přesáhl přirozené absorpční, resp. reasanační samočisticí schopnosti přírody a stávají se jako náklady svého druhu břemenem sociálněekonomického rozvoje každé společnosti, národa nebo společenství národů. Pro souhrn takto definovaných nákladů se používá termínu ekologické zatížení ekonomické produkce, který je srovnatelný s pojmem biologická zátěž prostředí (fyzikální, chemické a biologické vyjádření reprodukce v přírodním prostředí). Pro stanovení velikosti ekologického zatížení ekonomické produkce se vychází právě z biologického pojetí zátěže prostředí, tj. z definování mezních stavů,

kdy ještě nedochází ke ztrátě absorpční schopnosti přírody nebo kdy je možné ji opatřeními ad a) až h) postupně renovovat, reaktivovat, revitalizovat. V případě vodní složky se mnohdy jedná o dlouhodobé procesy - např. rekonstrukce absorpčních schopností silně zamořeného prostředí podzemních vod v některých lokalitách, dřívě využívaných pro vojenské účely, bude trvat desítky let a pouze náklady na sledování tohoto procesu se dnes nedají ani odhadnout. Přesto je nutné systematicky celou problematiku řešit i při vědomí, že výsledky nebudou vždy exaktní a prokazatelné a zejména okamžité.

Výsledků za všechny složky přírodního prostředí, definovaných jako kritéria ekologické zátěže produkce, bude možno použít:

- pro vymezení faktoru ekologie v tržním hospodářství, a to jak na úrovni podniku a v celém rozsahu ekonomiky, tak i v mezinárodních vztazích i mezinárodním obchodě; v současné době je to rozhodující faktor při řešení energetické problematiky,
- jako relevantní vstup pro řešení ekonomických nástrojů na ochranu vodního bohatství a celého přírodního prostředí,
- pro stanovení úplných nákladů výroby a služeb jako důležitého vstupu pro tvorbu cen i pro stanovení srovnávacích úrovní,
- v návaznosti na předchozí jako důležitých, kritériálních funkcí pro makroekonomické modely a metody, pro prognostiku i pro objektivizaci hodnocení minulého vývoje hospodářských celků a uskupení,
- pro hodnocení programů vědeckotechnického rozvoje v oblasti ekologie i ostatních programů a jejich předpokládaných ekonomických i mimoekonomických přínosů,
- pro stanovení priorit ekologické politiky a jejich relativně samostatných součástí,
- v neposlední řadě i pro stanovení strukturálních proporcionalit při rozhodování a institucionálním uspořádání a kapacitním zabezpečení všech institucí pověřených zajišťováním ekologické problematiky v centru i v jednotlivých územních uskupeních.

Kromě těchto stěžejních užití kritéria ekologické zátěže produkce lze předpokládat, že bude účelně využíváno i v následujících oblastech:

- jako stimulační faktor pro výzkum a vývoj nízkoodpadových a ekologicky šetrných technologií, postupů výstavby, řešení infrastrukturálních problémů a při jejich praktické realizaci,
 - usnadnění rozvoje ekotechniky s cílem objevit, modifikovat a zavést do praxe nové, účinnější nebo hospodárnější "ekologizující" základní prostředky nebo stávající modernizovat,
 - při rozvoji nových vědních oborů, resp. renesanci postupů, které jsou vůči přírodnímu prostředí ekologicky šetrné či přiměřené v souvislosti s poptávkou po vysoce ekologicky účinných výrobcích, službách, po nízkoodpadových technologiích a výrobcích se snadno absorbovatelnými odpady (zbytky),
 - v neposlední řadě ekonomické vyjádření ekologických limitů stimuluje proces uvědomování a odpovědnosti jednoho každého z nás za stav životního prostředí i za výši nákladů, které jako dluh z minulosti musíme splácet.
- Jak již bylo řečeno, ekologické zatížení produkce, jeho vyjádření i formulování do použitelných kritérií a limitních funkcí je úkol, který bude muset být s plnou vážností řešen i ve vodním hospodářství. Je to jedna z cest, kterou je možno vyjádřit přínosy vodohospodářů pro celou společnost i kvantifikovat celospolečenské nebo mimoekonomické efekty vznikající ve vodohospodářských procesech od koncepcí a výzkumu až po realizaci v praxi. Čím dříve se nám to podaří realizovat, tím větší je i možnost správné volby naší cesty v nejbližších letech.



VYUŽITÍ VÝPOČETNÍ TECHNIKY U JIHMORAVSKÝCH VODOVODŮ A KANALIZACÍ

V podstatě několik desetiletí usilovalo bývalé ministerstvo lesního a vodního hospodářství o zavedení jednotného systému vedení informací s využitím dostupné výpočetní techniky. Bohužel navržené systémy zpravidla již v době schvalování byly ostatními resorty v užití i v úrovni překonány. Po celou dobu ústředně řízeného vodního hospodářství v oboru vodovodů a kanalizací nedošlo v tomto směru k žádným vynikajícím výsledkům.

Důvodem neúspěchu v řešení systémů jednotné evidence vodního hospodářství bylo chybné pojetí řešení. Vždy se vycházelo z jednotného systému centrálního řízení a ve všech řešeních byl pak potlačován prvek potřeb nejnižších článků řízení. Tím postupně vznikla averze provozních pracovníků vůči předkládaným projektům i řešení výpočetní techniky, bohužel s průvodním negativním postojem vůči výpočetní technice.

Jihomoravské vodovody a kanalizace Brno si v řešení využití výpočetní techniky vytvořily vlastní filozofii již tím, že v podniku nebyl instalován žádný počítač řady EC, nýbrž bylo využíváno služeb Podniku výpočetní techniky. Jednotlivé závody JmVaK byly rozděleny podle působnosti závodů PVT, čímž se urychlilo jak vlastní zavádění programů, tak především předávání výsledků. Bylo využito jednotného řešení evidence materiálu podle závodu JmVaK Zlín, fakturace vodného a stočného podle projektu Pražských vodáren, evidence základních prostředků podle PVT Jihlava atd. Uvedené programy zpracování jsou využívány dodnes, přičemž PVT Brno zajišťoval všechny metodické změny mající dopad na využívané programy.

V souvislosti s objevením se 8bitových počítačů na trhu byl přijat nový názor ve využití výpočetní techniky a při využití zkušeností závodu JmVaK Zlín byly do všech závodů JmVaK Brno instalovány počítače ROBOTRON. Sloužily především pro typování vstupů do evidencí zpracovávaných v Podniku výpočetní techniky. Současně byla odstraňována nedůvěra pracovníků k výpočetní technice. Po obeznámení pracovníků s výhodami počítače na závodě byl zaveden jednotný program zpracování evidence mezd a později bylo zavedeno jednotné účetnictví.

Souběžně byli proškolení zájemci z řad pracovníků závodů na programování jednoduchých zpracování, takže dnes se plány závodů, tabulky výkonů, statistika a celá řada dalších potřeb řeší zpracováním na počítači. Především úspora času vedla řídící pracovníky k využívání zásad moderního řízení, což bez počítačů není možno realizovat.

Na základě dobrých zkušeností s vybavením závodů počítači ROBOTRON a v důsledku tlaku pracovníků provozů bylo rozhodnuto vedením podniku JmVaK Brno vybavit závody počítači PC AT. Od měsíce března 1991 jsou závody vybaveny počítači a postupně budou jednotlivé programy zpracování evidence realizovány přímo na závodech. Tímto způsobem se nejen jejich nákup uhradí do jednoho a půl roku, nýbrž z kvalitní se i rychlost získání potřebných informací. Cílovým řešením - vybavit rozhodující provoz počítači - se v současné době zabývá závod JmVaK Zlín.

U podniku JmVaK se v současné době zavádí program zpracování evidence mezd a personalistiky. Ostatní programy se postupně budou realizovat v průběhu roku. Předpokládá se, že využití počítačů v přímé praxi nejen sníží náklady, nýbrž zvýší i úroveň systému řízení.

- J. Januška -



"NAFTOVÝ" SNEH

Začiatkom apríla 1991 oznámila vláda indického štátu Džammúr a Kašmír, že vo viacerých horských oblastiach Himaláji zaznamenali padanie olejových snehových vločiek sivej farby. Tento jav hlásili vysokohorskí lyžiari, ktorí našli v nadmorskej výške okolo 5000 m rozsiahle plochy pokryté olejovitou látkou podobnou naftu. Predpokladá sa, že himalájsky sneh znečistil splodiny požiaru naftových vrtov v Kuvajte. Himalájske oblasti, v ktorých pravidelne trénujú vysokohorskí lyžiari, sú od Kuvajtu vzdialené asi 3000 km.

VTEI

Ročník 33

Vydává Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka v Praze
z pověření ministerstva životního prostředí ČR.

Určeno pracovníkům zabývajícím se problematikou vodního hospodářství,
zejména pracovníkům státní správy, vodohospodářských podniků a organi-
zací a podnikovým vodohospodářům.

Dohlédací pošta Praha 07,
snížený poštovní poplatek povolen Ředitelstvím pošt Praha,
j. zn. P/1-6561/73 ze dne 9. 11. 1973

Vychází měsíčně.

Redakční rada: ing. J. Bartáček, CSc., ing. J. Beneš, ing. T. Elek, ing.
M. Chrtek, J. Januška, ing. M. Kos, CSc., ing. J. Kubát, ing. A.
Ladecký, ing. A. Mansfeld, CSc. (předseda redakční rady), ing. B.
Müller, ing. A. Nejedlý, CSc., dr. J. Nietschová, ing. J. Podzimek,
ing. J. Růžička, dr. J. Schindler, dr. A. Sladká, CSc., ing. V.
Svejkovský, ing. M. Sýkora, CSc., ing. T. Švarc, ing. E. Zamazalová

Redaktorka: H. Moravcová

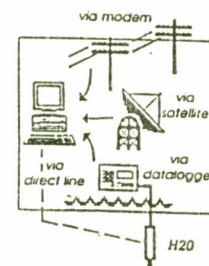
Redakce: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka
Podbabská 30
160 62 Praha 6
tel. 311 81 01
fax 311 48 05

Číslo 4

Cena 7,- Kčs

H2O[®] Ponorná analyzátorová stanice Spolehlivý vysoce výkonný systém monitorující jakost vody.

V přímém spojení s PC měří stanice okamžité hodnoty
parametrů jakosti vody (on-line). Jestliže nepotře-
bujeme okamžité hodnoty lze stanici spojit se stan-
dardními zařízeními pro sběr, zpracování a záznam
dat a pro dálkový přenos.



DataSonde[®] 3

je stanice H2O rozšířená
o schopnost záznamu dat
do vlastní vnitřní paměti.

Kapacita baterií a paměti dovoluje více než čtyřměsíční provoz při
dvouhodinovém intervalu měření.

**

Hydrolab se zabývá výrobou a vývojem přístrojů pro terénní měření více
než 33 let. Uváděné stanice představují vrchol vývoje měřicích stanic.
Obě stanice našly široké uplatnění ve vyspělých zemích, zejména v USA
a Kanadě, kde byly vybrány jako monitorovací standard pro všechny orga-
nizace řízené federálními a územními orgány.

Hydrolab = spolehlivost!

Další informace žádejte na adrese:

Hydro-Tech
Severozápadní V,
141 00 Praha 4
tel. a fax: (02) 761 024

NOVINKA!

H2O[®] & DataSonde[®] 3

PŘENOSNÉ AUTOMATICKÉ STANICE PRO ANALÝZU VODY

VE VÁLCOVÉ SONDĚ O PRŮMĚRU 8,9 cm, DÉLCE 61,5-91,5 cm
A VÁŽE 3,8-7,2 kg.

- měří - rozpuštěný kyslík
- vodivost
- pH
- redox potenciál
- teplotu
- hloubku
- stav vody

Vlastnosti

- zjišťují nezkraslené ukazatele jakosti vody přímým měřením v toku, studni nebo vrtu
- umožňují měření off-line i on-line ve vřislici i podélném profilu, velmi vhodné pro monitorovací sítě
- nevyžadují budování stavebních objektů a elektrických nebo telefonních přípojek
- zaručena vysoká spolehlivost, minimální údržba, snadná obsluha

Užití

Zvláště vhodné pro monitorování jakosti podzemních a povrchových zdrojů vody a kontrolu vod vypouštěných z elektráren a průmyslových závodů!

Výrobce: **HYDROLAB[®] CORPORATION**
AUSTIN TEXAS USA

Dodavatel: **STORK[®]** Servex B.V.
DODRECHT HOLANDSKO