

K prezentaci výsledků rozborů vody z údolních nádrží

Ing. Jan Tulis
Hranice, tulisi@seznam.cz

Anotace

Názor autora na potřebu dodržování určitých pravidel při získávání a publikaci souborů hodnot charakterizujících kvalitu vody ve vodárenských nádržích. Důležité jsou specifikace podmínek pro odběr vzorků (polohová a časová), počet vzorků, použité statistické metody.

Klíčová slova

Základní soubor, znaky (statistické proměnné), číselný (kvantitativní znak), rozsah souboru, intervalové rozdělení četností, histogram, kvartilový graf, popisná statistika.

Úvod

Ve sborníku z konference PITNÁ VODA [1] jsou v příspěvku nazvaném „Vodárenská nádrž Vír – jakost vody“ formou výběrového (aritmetického) průměru uvedeny ukazatele kvality vody, které byly použity, jako podkladové, pro revizi ochranných (hygienických) pásem této víceúčelové údolní nádrže na řece Svatce. Tyto průměry budeme dále označovat jako PRŮM. Protože uváděné hodnoty nebyly doplněny údaji o jejich získání a jeví se mně jako neobvykle vysoké, dovolil jsem si je porovnat se soubory výsledků chemických rozborů, stanovených chemickou službou na úpravě vody ve Víru, které budeme v dalším označovat ÚVV. Jedná se tedy o rozborů vody odebírané z uvedené údolní nádrže k úpravě na pitnou vodu ve stejných časových obdobích (roky 1996-97, 1998-99, 2000) jako u PRŮM, ve známých polohových i časových podmínkách. Za pozornost ještě stojí rozsahy souborů (stovky znaků), tedy počty, které jsou významné i podle Poissonova kritéria.

Výsledky porovnání

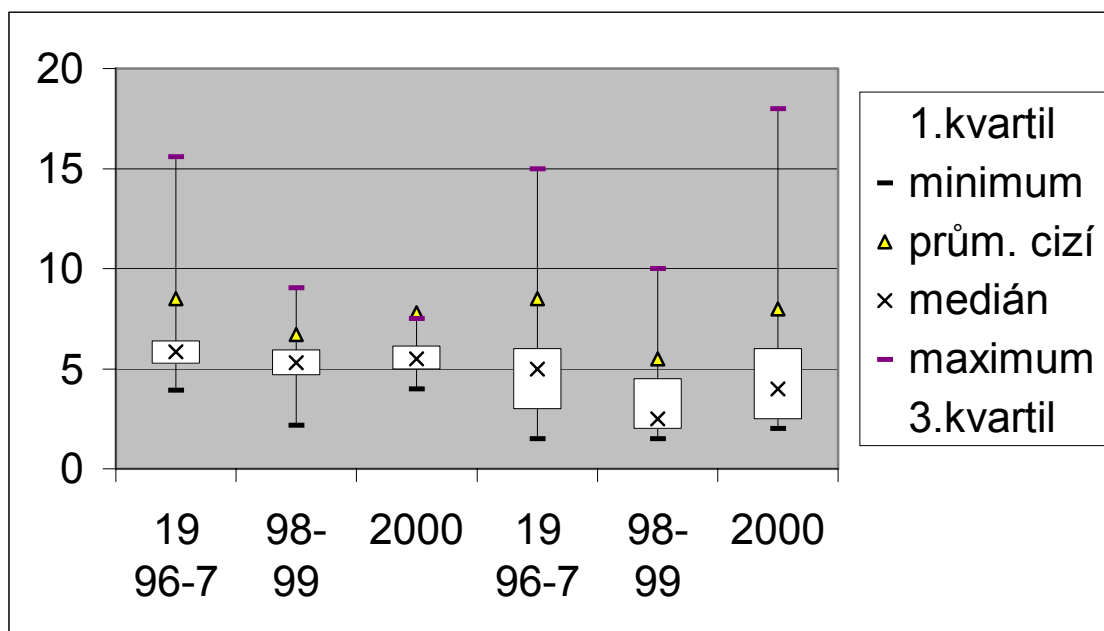
Jako nejvhodnější způsob komparace se zdá konfrontace PRŮM s některými dalšími charakteristikami polohy, používanými v popisné statistice, stanovenými v ÚVV. K tomuto účelu je přiložena následující tabulka, ve které jsou porovnávány zjištěné znaky pro mangan a ChSK_{Mn}, jako charakteristické pro vývoj kvality vody v předmetné nádrži. V tabulce jsou rovněž uvedeny dolní a horní hodnoty odvozené ze souborů ÚVV metodou: HH = 3. kvartil + mezikvartilový rozdíl x 1,5

$$DH = 1. \text{ kvartil} - \text{mezikvartilový rozdíl} \times 1,5$$

roky	Mangan			ChSK		
	1996 - 7	98 - 99	2000	1996 - 7	98 - 99	2000
1.kvartil	0,06	0,04	0,05	5,28	4,69	5
minimum	0,03	0,03	0,04	3,92	2,17	4
prům. cizí	0,17	0,11	0,15	8,5	6,7	7,8
medián	0,1	0,05	0,08	5,84	5,29	5,51
maximum	0,3	0,2	0,36	15,58	9,04	7,51
3.kvartil	0,12	0,09	0,12	6,4	5,93	6,12
dolní hodnota	0	0	0	3,6	2,83	3,32
horní hodnota	0,21	0,17	0,23	8,08	7,79	7,8

Poznámka: řádek **prům. cizí** obsahuje hodnoty převzaté jako PRŮM.

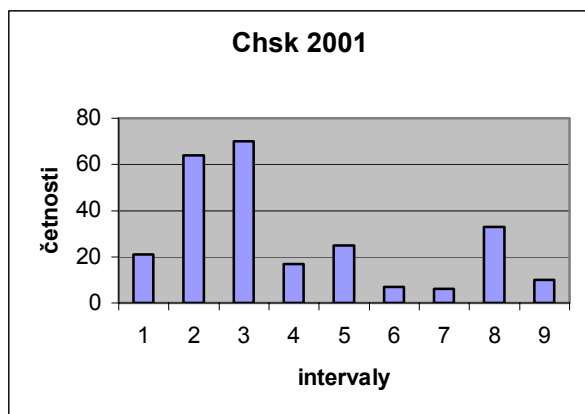
Protože interpretace uvedených hodnot vyžaduje určité zkušenosti, jsou tyto hodnoty použity k vytvoření následujících kvartilových grafů.



V grafu jsou jednotlivé krabičky sestaveny ve trojicích, pro ChSK a mangan podle jednotlivých sledovaných období. Poněvadž mezi velikostí znaků manganu a ChSK je řádový rozdíl, je pro konstrukci krabiček znázorňujících mangan použito převýšení 50/1. Hodnoty PRŮM jsou znázorněny trojúhelníčky. Z grafu je patrná poloha aritmetických průměrů PRŮM nad horním kvartilem (dle ÚVV), v případě ChSK v roce 2000 dokonce nad maximem porovnávaného souboru.

Uvedenou skutečnost si můžeme vysvětlit podstatně menším rozsahem souboru PRŮM, náhodností v časech odběrů vzorků, takže převažují odběry mimo období teplotní stratifikace vodního obsahu nádrže. Další možností vzniku rozdílů, je odběr vzorků v poloze, ve které je méně proměnná kvalita vody. (Hypolimnion ?).

Ze vzhledu grafu by bylo možno dedukovat podobu rozdělení ukazatele ChSK a rozdílnost manganu ve sledovaných obdobích. Náš odhad však bude platit jen do doby konstrukce následujícího histogramu, znázorňujícího intervalové četnosti, koncentrací ChSK v roce 2001.



Histogram přesvědčivě dokladuje existenci dvou vrcholů četností, v intervalech 3 a 8, které reprezentují hodnoty 4,94 až 5,45 mg .l⁻¹, resp. 7,5 až 8,01. Tento jev je velmi častý u hlubších údolních nádrží, kde sledované koncentrace vykazují velké rozdíly v dobách teplotní (hustotní) stratifikace – (zima, léto) a jarní, či podzimní homotermie. S touto skutečností je nutno počítat u vodárenských nádrží jako s faktem, stejně jako s *nenormálním* rozdělením. Testem na normalitu podle d' Agostiniho byla normalita prokázána u 10ti souborů z třicetidvou.

Významnost rozdílnosti kvality vody v dobách teplotní stratifikace a homotermie dokumentují sestavy kvantitativních znaků pro kvalitu vody, vyjádřenou koncentracemi manganu, dusitanů, ChSK a barvou v letech 2001 a 2002, v rozdělení na období stratifikací a homotermií.

Číselné vyjádření :

			Surová voda						
Rok	Období	Počet	Norm.	Min.	X25	X50	X75	Max.	

Mangan

1	2001	ZS 1	55	0	0,03	0,07	0,09	0,2	0,21
2		JH 1	35	0	0,06	0,09	0,1	0,11	0,17
3		LS 1	87	0	0,02	0,06	0,07	0,08	0,18
4		PH 1	50	3	0,05	0,11	0,12	0,14	0,21
5	2002	ZS 2	51	3	0,05	0,08	0,09	0,1	0,14
6		JH 2	36	1	0,07	0,1	0,11	0,13	0,19
7		LS 2	80	0	0,04	0,06	0,07	0,08	0,14
8		PH 2	86	3	0,05	0,1	0,14	0,2	0,34

Dusitany

1	2001	ZS 1	55	1	0,01	0,01	0,02	0,03	0,05
2		JH 1	35	2	0,01	0,02	0,04	0,07	0,09
3		LS 1	87	0	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
4		PH 1	50	3	0,01	0,03	0,04	0,07	0,09
5	2002	ZS 2	51	3	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03
6		JH 2	36	2	0,01	0,01	0,08	0,15	0,19
7		LS 2	80	0	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
8		PH 2	86	0	0,01	0,01	0,03	0,04	0,12

Barva

1	2001	ZS 1	55	0	10	27	31	36	62
2		JH 1	35	3	25	32	34	39	48
3		LS 1	87	1	5	20	25	28	38
4		PH 1	50	0	30	40	43	49	80
5	2002	ZS 2	51	1	28	33	35	38	52
6		JH 2	36	1	38	49	54,5	64	98
7		LS 2	80	0	11	23	28	32	60
8		PH 2	86	1	17	28	39,5	58	99

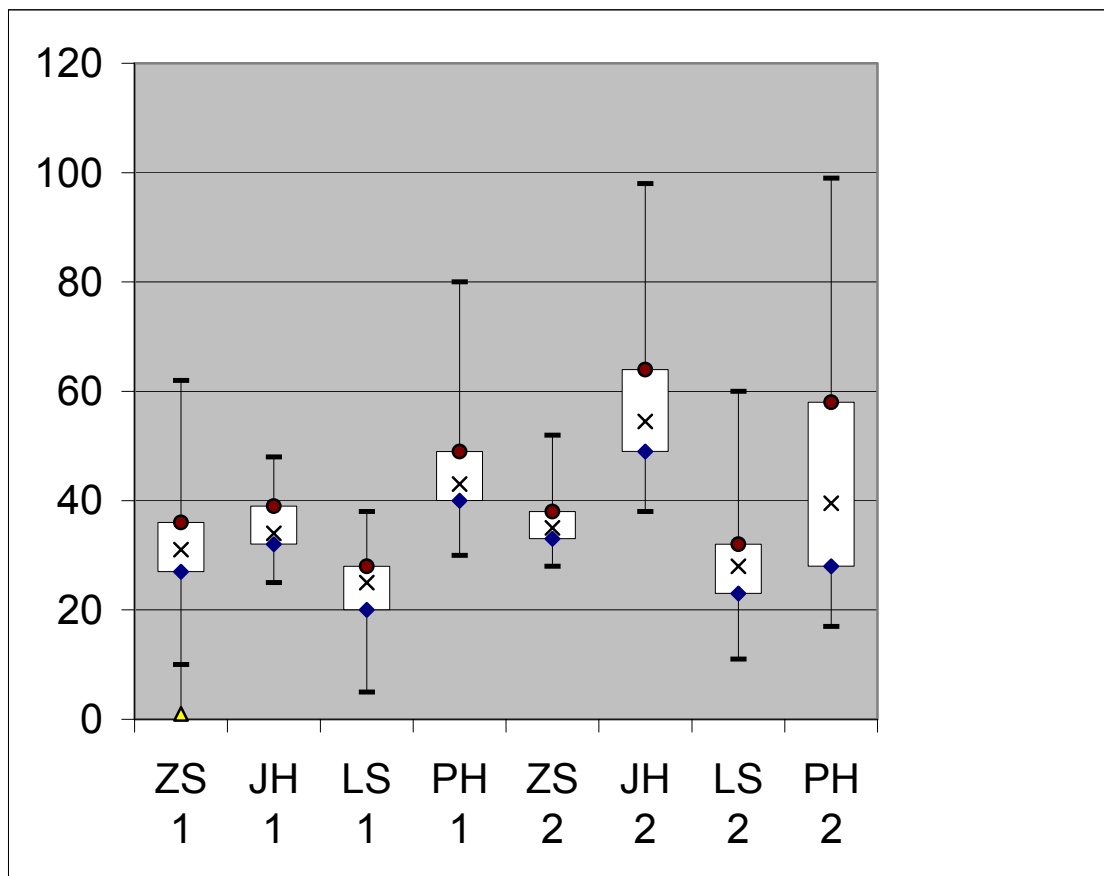
ChSK

1	2001	ZS 1	55	0	3,92	4,32	4,48	4,64	5,96
2		JH 1	35	3	4,36	4,96	5,2	5,44	5,68
3		LS 1	87	0	4,68	4,84	5,04	5,2	6,48
4		PH 1	50	3	6,36	7,44	7,68	7,92	8,52
5		ZS 2	51	3	5,68	5,92	6	6,16	6,36
6		JH 2	36	3	6,16	6,48	6,56	7,04	7,68
7		LS 2	80	0	1,96	4,8	5,04	5,68	6,4
8		PH 2	86	0	2	4,96	5,84	7,6	8,96

Poznámka: Normalita podle d'Agostiniho - na hladině významnosti 0,95

označená jako 0 - neprokázána, 1 - prokázána dle špičatosti

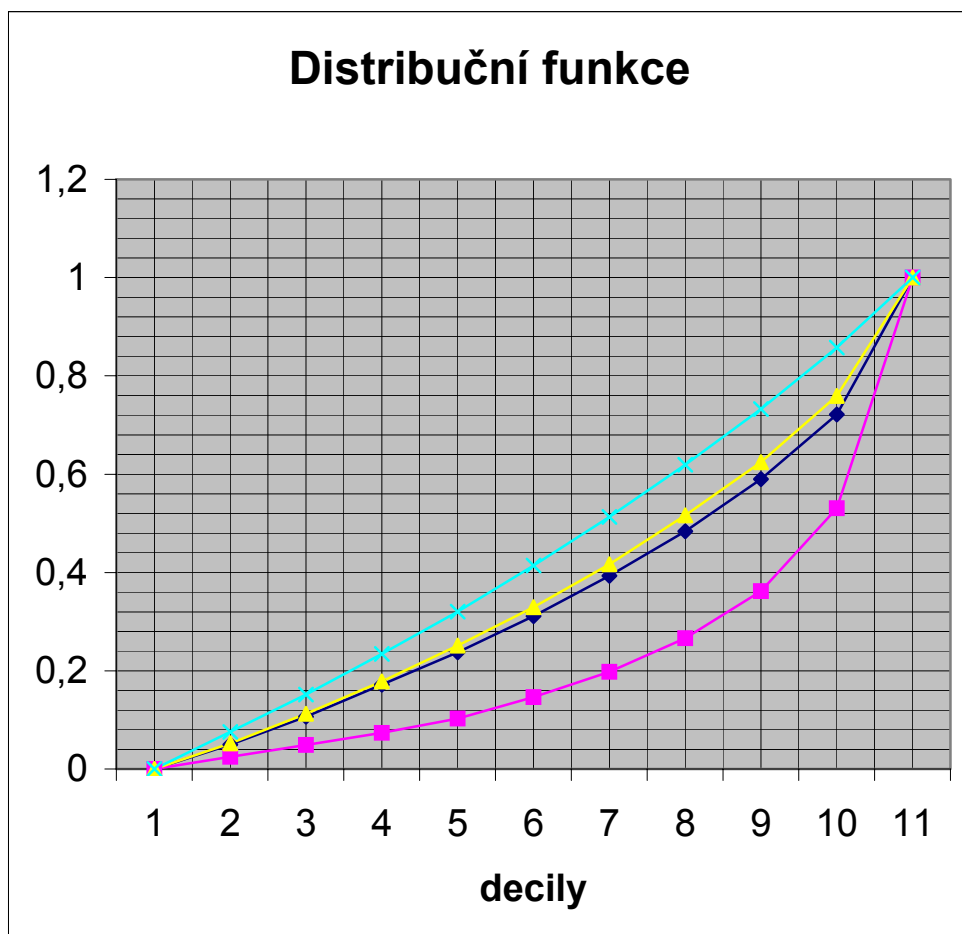
2 - dle šikmosti, 3 - prokázána



Uspořádání krabiček odpovídá sestavě v tabulce barva, tedy střídavě jsou znázorněny hodnoty barvy v období zimní stratifikace (2001), jarní homotermie (2001), letní stratifikace..... Z grafu jsou patrné velké rozdíly mezi skupinou krabiček znázorňujících čtyři období homotermie a stratifikace a zároveň i v těchto obdobích. Dokumentovaná variabilita koncentrací sledované látky (obdobný je vývoj i u jiných látek) dovoluje přijmout názor, že pro podání informace o vývoji kvality vody v údolních nádržích by měly být sledovány základní soubory časově omezené na čtyři uvedená roční období. Roční průměry a tím spíše víceleté by měly být považovány pouze za hrubou charakteristiku.

Význam a zdůvodnění používané popisné statistiky pro zpracování analytických výsledků je dostatečně popsán v knížce [2].

Výše uvedené hodnoty by mohly být dále použity k testování vzájemných vztahů mezi sledovanými ukazateli. Jako ukázka testování podobnosti vývoje znaků pro některé sledované ukazatele kvality vody se uvádí graf distribučních funkcí pro vodu odebíranou k úpravě z vírské nádrže za dobu pěti let.



Poznámka: mangan je označen kroužky, dusitany čtverečky, barva trojúhelníky a ChSK křížky.

Výpočtem byly stanoveny diference menší než kritické (,086) pro mangan / barva (,0463) a ChSK / barva (,059). Z dlouhodobého hlediska můžeme tedy považovat vývoj četností koncentrace dusitanů jako nezávislý na uváděných ukazatelích na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

Závěr

Informace o kvalitě vody v údolních nádržích by měla být vždy doplněna:

- upřesněním místa odběrů vzorků
- dobou mezi odběry a jejich počtem
- při použití popisné charakteristiky rozdělením na základní soubory, které odpovídají stavu vody v nádrži (stratifikace...).

Zobecnění získaných výsledků na celou nádrž, bez provedení testů podobnosti s jinými soubory, je nepřipustné. Současně je nutno uvést hladinu jejich významnosti (α).

Literatura

- [1] Sborník konference *PITNÁ VODA 2001*, W&T Team, České Budějovice 2001.
- [2] Pitter, *HYDROCHEMICKÉ TABULKY*, SNTL Praha 1987.
- [3] Anděl, *STATISTICKÉ METODY*, Matfyzpress Praha 1993.

