

OVLIVNĚNÍ JAKOSTI VODY ŘEKY MORAVICE VODÁRENSKOU NÁDRŽÍ U KRUŽBERKA V LETECH 1973 - 1977

RNDr. Tomáš Litschmann

Český hydrometeorologický ústav Praha, pobočka Ostrava

1. Úvod

Příčným přehrazením koryta vodního toku anebo celého údolí vznikají zdrže, v nichž vlivem poklesu rychlosti vodního proudu dochází k celému komplexu fyzikálních, chemických a biologických procesů, odlišných od procesů v původním toku. Vznikne tak systém nádrž-vodní tok, kdy jednotlivé subsystémy jsou navzájem spojeny přímými i zpětnými vazbami, z nichž přímé mají výraznou převahu.

Cílem tohoto příspěvku je prozkoumat vliv údolní nádrže u Kružberka na vybrané ukazatele jakosti vody řeky Moravice pod nádrží. Zhodnocení ovlivnění termického režimu již bylo provedeno dříve, např. Litschmannem (1984).

Podle Zelinky a Sládečka (1964) jsou rozdíly v jakosti vody nad nádrží a pod ní různé v závislosti na kvalitě přítékající vody. Všeobecně lze říct, že v případě čistého toku dojde pod nádrží ke zhoršení jakosti vody. U středně znečištěných toků zůstává jakost buď stejná, anebo (hlavně u větších nádrží) se zlepšuje. Znečištěné toky vytékají z nádrže s více anebo méně zlepšenou kvalitou své vody. V konkrétním případě však záleží i na vlivu okolního znečištění, době zdržení vody v nádrží, vlivu manipulačního řádu a nadmořské výšky. Z tohoto je zřejmé, že každá nádrž bude ovlivňovat kvalitu odtékající vody poněkud jiným způsobem.

2. Použitý materiál a metodika zpracování

Ke zjištění ovlivnění jakosti vody řeky Moravice údolní nádrží u Kružberka v některých ukazatelích bylo použito údajů o rozbořech vody pod nádrží a na Moravici nad ní (Slezská Harta) prováděných od listopadu 1973 do prosince 1977 Severomoravskými vodárnami a kanalizacemi. Při těchto rozbořech byla zjišťována teplota vody, ChSK - Mn , obsah Fe , NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- a zákal vyjádřený množstvím SiO_2 . Z údajů vodoměrných stanic ČHMÚ Kružberk p. př. a Leskovec nad Mor. byl každému rozboru přiřazen odpovídající průtok. V tomto příspěvku je zpracováno kolem 170 rozborů v každém profilu.

Zelinka a Sládeček (1964) uvádějí, že dochází k proudění v podélné ose nádrže, které je vyvoláno hlavně přítokem a vypouštěním vody. Postup vody přítékající do nádrže je závislý nejvíce na hustotě vody, tedy teplotě. Přitékající voda se zasouvá do vrstvy se stejnou teplotou, a je-li přítok v poměru k objemu nádrže malý, vliv se brzy rozplyne. V opačném případě, nejlépe za přívalů, lze postup vody sledovat v celé délce nádrže. Při uplatnění tohoto hlediska byly provedené rozbořování rozčleněny s přihlédnutím k teplotě vody na hladině, na výtoku a na přítoku a k manipulaci na vodním díle do tří skupin:

- skupina I - přítékající voda má větší hustotu než voda na hladině, je předpoklad k jejímu šíření po dně nádrže
- skupina II - přítékající voda zůstává při hladině anebo se zasouvá do některé vrstvy v nádrží
- skupina III - voda je z nádrže vypouštěna jak spodními výpustmi, tak i přepadem přes horní přeřív

Na obr. 1 je znázorněna relativní četnost jednotlivých skupin v průběhu roku. Nejvíce je zastoupena skupina I, zejména v létě a na podzim, zatímco skupina II převažuje v zimě a na jaře. III skupina je nejčetnější v dubnu, kdy je nádrž naplněna vodou z tající sněhové pokrývky a část vody odtéká horními přelivy.

Další statistické zpracování takto rozříděných údajů bylo zaměřeno na zodpovězení těchto otázek:

1. zda je významný rozdíl mezi koncentracemi a látkovým množstvím jednotlivých ukazatelů na přítoku a na odtoku bez ohledu na zařazení do skupin
2. jsou-li významné rozdíly mezi jednotlivými skupinami na výtoku
3. existuje-li souvislost mezi konkrétními hodnotami jednotlivých ukazatelů na přítoku a na výtoku při rozřazení na jednotlivé skupiny

Z takto položených otázek je zřejmé, že subsystém vodní nádrže je zde považován za jakousi "černou skříňku", kdy se na základě hodnot vstupu a výstupu nepřímo usuzuje na procesy probíhající v nádrži.

Z metod matematické statistiky, vhodných k zodpovězení těchto otázek, byla použita analýza rozptylu při jednoduchém třídění a korelační koeficient, popis obou těchto metod lze nalézt např. v práci Anděla (1978).

3. Výsledky zpracování

V tab. 1 jsou uvedeny výsledky analýzy rozptylu při zjišťování odpovědi na první dvě otázky. Znaménkem + jsou označeny ukazatelé, jejichž hodnoty se na hladině významnosti 0,05 významně odlišují. Z této tabulky je zřejmé, že významné rozdíly mezi průměrnými koncentracemi na přítoku a na odtoku jsou u ChSK-Mn , NH_4^+ , NO_3^- .

zatímco u Fe , NO_2^- a zákalu nejsou rozdíly významné. Při zjišťování, u kterých ukazatelů jsou významné rozdíly mezi jednotlivými skupinami, byly u většiny ukazatelů zaznamenány významné rozdíly mezi první a druhou skupinou, u NH_4^+ mezi druhou a třetí a u zákalu se první skupina odlišuje jak od druhé, tak od třetí. Konkrétní hodnoty průměrných koncentrací jednotlivých ukazatelů jsou uvedeny v tab. 2.

Na obr. 2 je znázorněn roční chod hodnot ChSK-Mn v profilech nad a pod nádrží. Na přítoku je ChSK-Mn po větší část roku vyšší, s výrazným ročním chodem, přerušeným pouze v září výrazným poklesem, zatímco pod hrází má ChSK-Mn relativně nevýrazný roční chod a udržuje se na nižších hodnotách.

U NH_4^+ je situace obdobná (viz obr. 3), kde na přítoku se vyskytují největší koncentrace v jarních měsících dubnu až květnu, zatímco pod nádrží je v této době minimum a maximum se objevuje až v říjnu, což je důsledkem odlišných biologických a fyzikálně-chemických procesů v toku a v nádrží. Pod nádrží se i v tomto případě projevuje menší rozkolísanost a vyrovnanější roční chod. Je zde rozdíl v koncentracích při vypouštění vody pouze ode dna nádrže, anebo jestliže je odváděna i povrchová vrstva vody. Hodnoty skupin I a II jsou více než dvakrát vyšší než u skupiny III, statisticky významný je rozdíl mezi II a III skupinou.

Dusičnany představují za aerobních podmínek konečnou fázi oxidace amoniaku a proto lze očekávat pod nádrží jejich zvýšenou koncentraci, což je zřejmé jak z obr. 4, tak i z tab. 2. U dusičnanů je v tomto případě výraznější roční chod s maximem v únoru a s minimem v září, což celkově souhlasí s ročním chodem NO_3^- v Moravici nad nádrží.

Porovnáním průměrných hodnot ukazatelů při zařazení jednotlivých ukazatelů do skupin se ukazuje, že se hodnoty I. skupiny více přibližují hodnotám volného toku nad nádrží, což by do jisté míry potvrdovalo hypotézu o proudění těžší vody v těchto případech při dně nádrže, avšak koeficienty korelace, uvedené v tab. 3 a vypočítané z dvojic měření nad a pod nádrží prováděných tentýž den ukazují, že u některých ukazatelů jsou těsnější vazby u II. skupiny než u I. Pravděpodobně zde bude tímto uvedeného předpokladu hrát též svou roli zvrstvení vody v nádrží, eventuálně i roční období, neboť u skupiny I převažovalo přímé zvrstvení, zatímco u II. skupiny homotermie anebo inverzní zvrstvení.

4. Závěr

V uvedeném příspěvku bylo provedeno porovnání šesti vybraných ukazatelů jakosti vody pod a nad údolní nádrží u Kružberka a bylo zjištěno, že:

- u tří ukazatelů (Fe, NO_2^- , zákal) rozdíly průměrných koncentrací nad a pod nádrží nejsou na hladině 0,05 statisticky významné. U zákalu je to pravděpodobně způsobeno jeho nízkými koncentracemi na přítoku, v období zvýšených koncentrací na přítoku se pod nádrží objevují koncentrace daleko nižší. Např. 15. 7. 1974 bylo nad nádrží zjištěno 116,0 mg SiO_2/l , zatímco pod nádrží jen 2,79 mg SiO_2/l .
- u ChSE-Mn a NH_4^+ jsou jejich hodnoty pod nádrží nižší než na přítoku a mají menší rozdíly v hodnotách jednotlivých měsíců
- NO_3^- dosahuje pod nádrží vyšších koncentrací
- korelační vztahy mezi hodnotami na přítoku a na odtoku jsou u většiny prvků těsnější u druhé skupiny, což

nepotvrzuje původní domněnku o proudění vody v nádrži; pravděpodobně se zde bude uplatňovat vliv teplotního zvrstvení, eventuálně i vliv roční doby.

Literatura

- Anděl, J. (1978): *Matematická statistika*. SNTL, Praha, 352 s.
- Bulíček, J. (1972): *Povrchové vody v Československu a jejich ochrana*. Academia, Praha, 356 s.
- Langer, R. (1976): *Vývoj kvality vody v údolní nádrži Kružberk od 1. 11. 1975 do 31. 10. 1976*. KSVK, Ostrava, 22 s.
- Langer, R. (1977): *Vývoj kvality vody v údolní nádrži Kružberk od 1. 1. 1977 do 31. 12. 1977*. SmVaK, Ostrava, 35 s.
- Litschmann, T. (1984): *Teplotní poměry řeky Moravice po vybudování údolní nádrže Kružberk*. In: *Sborník prací ČHMÚ*, sv. 29, Praha, s. 60 - 71.
- Onderíková, V., Solotruková, O. (1977): *Vplyv vodárenské nádrže v Hříňovéj na kvalitu vody Slatiny*. *Vodní hospodářství*, B, s. 152 - 158.
- Zelinka, M., Sládeček, V. (1964): *Hydrobiologie pro vodohospodáře*. SNTL, Praha, 212 s.

Tab. 1 Výsledky testování rozdílných koncentrací

ukazatel	rozdíly mezi skupinami na výtoku			celkový rozdíl vstup - výstup
	I II	I III	II III	
Chsk-Mn	+	-	-	+
Fe	-	-	-	-
NH ₄ ⁺	-	-	+	+
NO ₃	+	-	-	+
NO ₂	+	-	-	-
zákal	+	+	-	-

Tab. 2 Průměrné koncentrace jednotlivých ukazatelů v mg.l⁻¹

ukazatel	výtok				přítok
	I	II	III	I-III	
ChSK-Mn	3,821	3,824	3,493	3,600	4,867
Fe	0,343	0,459	0,112	0,359	0,339
NH ₄ ⁺	0,337	0,398	0,152	0,337	0,782
NO ₃	13,5	17,2	16,3	15,1	13,9
NO ₂	0,153	0,092	0,115	0,129	0,139
zákal	5,139	3,537	3,119	4,362	5,457

Tab. 3 Koefficienty korelace hodnot na přítoku a odtoku

skupina	ChSK	Fe	NH ₄ ⁺	NO ₃	NO ₂	zákal
I	0,160	-0,240	0,015	0,569	0,525	-0,179
II	0,832	-0,064	0,374	0,701	0,415	0,751
III	0,272	0,350	0,108	0,338	0,368	0,233



