

VYUŽITÍ FAKTOROVÉ ANALÝZY VE VODÁRENSTVÍ

P. Nováková

Došlo: 30. ledna 2004

Abstract

NOVÁKOVÁ, P.: *Utilization of factor analysis in waterworks engineering*. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2004, LII, No. 2, pp. 121-128

The aim of the work was to elaborate and evaluate the water quality of water reservoir Vranov nad Dyjí. Fresh water was sampled in five different locations of the reservoir (three important tributaries, dam and water captation locality). Ten, the most essential water quality indicators were selected. From the point of view of water quality indicators complexity the most integrated samples were taken in the water captation locality (period 1984 – 2002). At other locations, there were missing dates from the eightieth, but their volume was sufficient for statistical processing.

Correlation analyses for the individual locations and dimensions were done as so as determination coefficients for all localities during the time period of 1994 – 2002. The results demonstrate very good allocation of the water captation from the point of view of the water flow.

Multiples and factor analysis was done for the period of 1984 – 2002 in the locality Jelení zátoka where the object of water captation is situated. The results of the analysis are nine factors, which influence the water quality of the reservoir. From the point of view of the importance three factors were interpreted. The analyses and results are part of my Ph.D. thesis. The results will be used for other evaluations of the water quality in the reservoir and tributaries, for activities in the catchment's area and for proposal processing other zones of second level of protected areas.

risk analysis, factor analysis, water protection zone of the water source, law no. 254/2001

Vývoj legislativy v oblasti ochrany vod v posledních letech vyvolal potřebu přehodnocení a revize stávajících pásem hygienické ochrany. Změna koncepce preventivní ochrany vodních zdrojů (ochranných pásem) souvisí s tzv. malou novelou vodního zákona, tj. s platností zákona č. 14/1998 Sb., který změnil původní zákon o vodách č. 138/1973 Sb. Dne 1. ledna 2002 vstoupil v platnost nový zákon o vodách č. 254/2001 Sb., který většinu ustanovení zákona č. 138/1998 Sb. změnil. V oblasti ochrany vodních zdrojů však novou koncepci přijatou zákonem č. 14/1998 Sb. převzal a ta s drobnými úpravami platí dosud, stále se propracovává a postupně uvádí do praxe.

Vodní zákon umožňuje vodoprávnímu úřadu v ochranných pásmech (OP) zakázat nebo omezit některé činnosti, uložit zde různá ochranná opatření

a podmínky k ochraně vodního zdroje a za některé z nich – za prokázané omezení užívání pozemků a staveb v ochranných pásmech vodních zdrojů poskytovat jejich vlastníkům náhrady.

Základní změna koncepce OP vychází z toho, že již došlo v současné legislativě k podstatnému zvýšení zajištění ochrany životního prostředí novými nebo novelizovanými právními předpisy – tedy v oblasti obecné ochrany vod, ovzduší, půdy, odpadového hospodářství aj. Ochranná pásma tak již nemusí jako v minulosti nahrazovat obecnou ochranu a stávají se skutečně určitou její nadstavbou, danou vždy konkrétními místními podmínkami (Novák, 2000). Plošná ochranná pásma z minulosti jsou tak nahražována tzv. zonálními. Rozdílná mocnost půdního pokryvu, skeletovitost, zrnitost, svažitost, rozdílný vodní režim ovlivňují míru ohrožení kvality vody

v povodí. Proto je třeba k jednotlivým plochám přistupovat diferencovaně a navrhovat rozdílný způsob využívání pozemků. Ten by měl být uplatněn především v nejzranitelnějších lokalitách povodí, v tzv. zónách diferencované ochrany půdy a vody (Novák, Kvítek, 2000).

Vodoprávní úřad tedy může OP II. stupně stanovit jako nesouvislé – tj. v několika územích, a jejich stanovení může být postupné (nikoli v jednom řízení jedním rozhodnutím).

Toto nové pojetí stanovování OP je nyní praktikováno na nádrži Vranov nad Dyjí. Vodárensky se nádrž začala využívat od roku 1982, kdy zde byl zřízen vodárenský odběr. Odebíraná povrchová surová voda je upravována v ÚV ve Štítarech. Kapacita zdroje i úpravní vody je 240 l/s (povolený odběr 200 l/s), v současné době je využíván z 60 % a zásobuje pitnou vodou přibližně 80 000 obyvatel na území dvou okresů.

Odběrný objekt je umístěn v Jelení zátocě ve vzdálenosti cca 3,5 km od tělesa hráze na plovoucím pontonu. Šířka toku je zde asi 250 m (podle manipulace a výšky hladiny). Břehy jsou zde strmé a skalnaté, bez možnosti přístupu z břehu k vodní hladině – mimo zařízení u odběrného objektu.

Za posledních 20 let se hranice OP okolo Vranovské nádrže několikrát změnila a také byl měněn příkazný režim hospodaření v daných OP. V současné době je podle vodního zákona č. 254/2001 Sb. v platném znění stanoveno OP I. stupně okolo místa odběru a území č. 1 OP II. st. okolo celé nádrže (ochranný pruh kolem zátopy nádrže). Vzhledem k tomu, že povodí nádrže je značně rozsáhlé, je velmi těžké stanovit všechny rizikové faktory a na jejich základě podle potřeby vymezit další území OP II. st. Nádrž je využívána jako víceúčelová a je zde provozována rekreace, která je jedním z hlavních střetů s vodárenskými zájmy.

Pro stanovování dalších území OP II. stupně je proto třeba rozpracovat podrobnou analýzu rizik, a to nejen ze znalostí výsledků kvality vody, nebo jen z poznatků získaných terénními šetřeními, ale vzájemným propojením všech dostupných informací, posouzením jich samotných i vzájemných vazeb a souvislostí. Až na základě výsledků takové analýzy bude zvolen další postup pro stanovení OP – tzv. jejich optimalizace.

MATERIÁL A METODY

Cílem práce bylo získat, zpracovat a vyhodnotit výsledky rozborů kvality vody a v rámci rizikové analýzy stanovit nejvýznamnější faktory, aktivity a v povodí ovlivňující kvalitu vody v nádrži.

Jako výchozí a rozhodující podklady byly zakoupeny a následně zpracovány výsledky rozborů kvality surové vody v nádrži za uplynulých 20 let – tj. od doby, kdy se vodní nádrž začala využívat k vodárenským účelům. Rozbory byly získány jednak z úpravní vody ve Štítarech od jejího provozovatele (Vodárenské akciové společnosti, a. s.) a dále od správce toku a nádrže (Povodí Moravy, s. p.). Bylo vybráno deset nejvýznamnějších ukazatelů kvality vody a pro tyto ukazatele byly zpracovány měsíční průměry.

Jedná se o tyto ukazatele: CHSK – Mn, železo, mangan, amonné ionty, chloridy, sírany, dusičnany, dusitany, fosforečnany (vše v mg/l) a počet fekálních koliformních bakterií ve 100 ml vody.

Výsledky rozborů vody pochází z odběrů prováděných na pěti různých místech vodní nádrže (Obr. 1). Tři z nich jsou v místech tří významných přítoků – Křeslický potok a Želetavka nad vodárenským odběrem, Štítarský potok ústící do nádrže pod vodárenským odběrem do zátoky v prostoru hráze. Zbývající dva sledované profily již postihují kvalitu vody ve vlastní nádrži (nikoli z dílčího povodí) – v místě vodárenského odběru a u hráze.



1: Umístění odběrů vzorků surové vody

Vzhledem k tomu, že sledované období je velmi rozsáhlé, nebylo možné získat zcela ucelené řady údajů ze všech pěti lokalit. Plně souvislá je řada rozborů surové vody před úpravnou, tedy v místě vodárenského odběru v Jelení zátoce. Na dalších lokalitách chybí odběry především ze staršího období – tj. z 80. let. Dostupná řada dat byla však natolik rozsáhlá, že mohla být statisticky zpracována.

Protože v různých obdobích a na různých lokalitách byly rozdílné dny odběrů, musela být data upravena tak, aby časový režim byl stejný na všech lokalitách, tj. vztažený k 15. dni každého měsíce. Výsledky byly počítané interpolací ze dvou sousedních hodnot v čase (ekvidistantizace podle času).

Analýza získaných a takto připravených dat dále probíhala více směry. K tomu byly využívány statistické metody v počítačovém prostředí zpracované a postupně zaváděné do praxe ve Vodárenské akciové společnosti.

Vlastní postup byl následující:

1. Byla vytvořena korelace mezi jednotlivými oblastmi a veličinami a spočítány koeficienty determinace pro všech pět lokalit za období 1994 – 2000, tj. období, kdy probíhala měření všech ukazatelů na všech lokalitách. Dále byly vytvořeny grafy příčinnostních vazeb a závislostí mezi jednotlivými lokalitami a ukazateli.
2. Vzhledem k tomu, že z vodárenského hlediska je nejvýznamnější kvalita vody v místě vodárenského odběru, byla provedena faktorová a časová

analýza dat samostatně z této lokality za období 1984 - 2002. Do modelu byly dosazeny průměrné měsíční hodnoty chemických ukazatelů kvality vody. Model však pracuje s tzv. normalizovanými čísly, která byla získána odečtením průměrů všech hodnot a podělených rozptylem. Tím vznikla nová normovaná veličina, se kterou se dále pracovalo. Faktorová analýza byla zpracována jednak pro celé sledované období a dále pro čtyři samostatná období – dle data, kdy docházelo ke změnám OP (z důvodu možného vysledování vlivů stanovených ochranných opatření na vývoj kvality surové vody).

Výsledky rozborů jednotlivých chemických ukazatelů z lokality vodárenského odběru byly zpracovány graficky. V grafech byly znázorněny limitní hranice pro jednotlivé ukazatele jakost pitné vody a surové vody – kategorie A2.

3. Další faktorová a časová analýza se týkala zpracování dat ze všech odběrných lokalit, tj. i z přítoků z povodí nádrže za účelem zjistit, zda se jednotlivé faktory budou shodovat či nikoliv.

VÝSLEDKY A DISKUSE

1. V této kapitole jsou uvedeny některé výsledky závislostí jednotlivých oblastí a veličin. Jako příklad je uvedena tabulka (tab. I.) koeficientů determinace vzájemných vztahů lokality číslo 1 – Křeslický potok – tj. přítok a dílčí část povodí nad vodárenským odběrem a lokalit číslo 2 – Želetavka – přítok, 3 Jelení zátoka – vodárenský odběr, 4 Štíterský potok – přítok a 5 – Hráz.

I: Hodnoty koeficientů determinace. Vzájemný vztah lokality č. 1 s ostatními lokalitami.

lok. č. 1	lok. č. 2										
	CHSK	Fe ³⁺	Mn ²⁺	NH ₄ ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	k.b.	
CHSK	0,2	0,1	0	-0	-0	-0	-0	-0	0,2	0,1	
Fe ³⁺	0	0	-0	0	-0	-0	0	0	0	0	0,1
Mn ²⁺	-0,1	-0	-0	0,1	0,1	0	0,1	-0	-0	-0	0
NH ₄ ⁺	-0,1	-0	-0	0,2	0,1	0,1	0,2	-0	-0	-0	0
Cl ⁻	-0,3	-0	-0	0,6	0,9	0	0	0,2	-0	-0	-0
SO ₄ ²⁻	-0,5	-0	-0	0,4	0,4	0,1	0,2	-0	-0	-0	0
NO ₂	-0	-0	-0	0,1	0	-0	0,1	-0	-0	-0	-0
NO ₃ ⁻	-0,3	-0	-0	0,1	0,7	0,3	0	0,7	-0	-0	-0
PO ₄ ³⁻	0,2	0,2	0,1	-0	-0	-0	-0	-0	0,2	0	0
k.b.	0,1	0	0	0	-0	-0	-0	-0	0	0,2	0

lok. č. 1	lok. č. 4										
	CHSK	Fe ³⁺	Mn ²⁺	NH ₄ ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	k.b.	
CHSK	0,1	0,1	0	0	-0	-0	0	0	0,1	0,2	
Fe ³⁺	-0	0	-0	-0	-0	-0	0,1	0	0	0,1	0
Mn ²⁺	-0	0	0	-0	0,3	0,5	-0	0,2	-0	-0	-0
NH ₄ ⁺	0	0	-0	0	0,3	0,6	0	0,3	-0	-0	-0
Cl ⁻	-0,2	-0	-0	0,2	0,4	0,4	-0	0,1	-0	-0	-0
SO ₄ ²⁻	-0,2	0,1	0	0,5	0,5	0,8	0	0,2	-0	-0	-0
NO ₂	-0	0	-0	-0	0	0,1	0	0,1	-0	0	-0
NO ₃ ⁻	-0,1	-0	-0	-0	0,3	0,2	0	0,4	-0	-0	-0
PO ₄ ³⁻	0	0,3	0,4	0	-0	-0	-0	-0	0,2	0	-0
k.b.	0	0	0	-0	-0	0	-0	-0	0,1	0,4	0

lok. č. 1	lok. č. 5										
	CHSK	Fe ³⁺	Mn ²⁺	NH ₄ ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	k.b.	
CHSK	0	-0	-0	-0	-0	-0	0,1	-0	-0	0,2	
Fe ³⁺	0,2	0,1	0	0	-0	-0	0	0,1	0	0	0
Mn ²⁺	0	0,1	0	0	0,8	0,7	-0	0,3	0,3	-0	-0
NH ₄ ⁺	0	0,3	0	0,1	0,7	0,8	-0	0,3	0,3	-0	-0
Cl ⁻	-0	0,1	-0	0	0,8	0,9	0	0,6	0,3	-0	-0
SO ₄ ²⁻	-0	0,1	-0	0	0,7	0,8	-0	0,4	0,3	-0	-0
NO ₂	0	0	0	-0	0,1	0	-0	0	0,1	-0	-0
NO ₃ ⁻	0,1	0,4	0,3	0,2	0,1	0,2	-0	0,2	0,4	-0	-0
PO ₄ ³⁻	-0	-0	-0	-0	-0	-0	0	-0	-0	-0	-0
k.b.	0,1	0	-0	-0	-0	0,1	0,1	-0	-0	0	0

V tabulce jsou pro větší přehlednost zvýrazněny významné hodnoty koeficientů determinace. Slabě modře jsou uvedeny hodnoty 0,3 a 0,4, silně hodnoty 0,5 a vyšší.

Po vyhodnocení vztahů všech oblastí a veličin je možné konstatovat, že umístění odběrného objektu v místě Jelení zátoky je velmi výhodné a potvrzuje známé pravidlo, podle kterého se doporučuje v oblouku řečiště osadit odběr ve vrcholu oblouku konkávního břehu (na vnější straně oblouku), kde se předpokládá větší hloubka a stabilnější dno (Hlaváč a kol., 2003). Z výsledků hodnot koeficientů determinace vyplývá, že kvalita vody z jednotlivých přítoků ovlivňuje více kvalitu vody u hráze než v místě odběrného objektu. Interpretovat tento jev lze tak, že veškeré chemické znečištění, které se do nádrže dostává z přítoků (měřeno při ústí Křeslického potoka a Želetavky do nádrže), se vlivem proudění projevuje více v místě hráze než v oblasti vodárenského odběru, který se nachází v Jelení zátoce ve vzdálenosti cca 3,5 km od tělesa hráze na plovoucím pontonu.

Vyšší hodnoty koeficientů determinace ukazují na sílu určitého vlivu. V části tabulky výše uvedené jsou to např. koeficienty v hodnotách 0,7 – 0,9 (velmi silný vztah) mezi manganem, amonnými ionty, chloridy a sírany v lokalitě č. 1 (přítok na počátku vzdutí) a zejména chloridy a sírany v lokalitě č. 5 (hráz). Množství síranů a chloridů z jednotlivých přítoků do ná-

drže, které se během transportu v nádrži z žádného důvodu neztrácejí, má vliv na jejich celkový obsah v nádrži (tedy ve vzorku u hráze). To, že mangan a amonné ionty prokazují silný vliv na chloridy a sírany u hráze, přičemž takto silný vliv se neprojevuje na mangan a amonné ionty u hráze, ukazuje na dvě skutečnosti:

- platí výše uvedené, že se jedná o látky, které se při transportu nádrží žádným způsobem nepřeměňují a jejich množství se postupně zvyšuje podle množství, které se z přítoků do nádrže dostává
- pokud se zvýšený obsah určitého znečištění v dílčím povodí neprojevuje stejně i v nádrži (u hráze), pravděpodobně tento ukazatel není rozhodující pro celé povodí nádrže a výrazně neovlivňuje vodu v nádrži (u hráze).

Pro zjednodušení a větší přehlednost byly spočítány normované součty absolutních hodnot koeficientů determinace pro jednotlivé oblasti (tab. II). Také z tohoto rozboru je patrné, že nejnižší vliv je mezi lokalitou číslo 3 a ostatními lokalitami. Vzájemné působení všech ukazatelů z lokalit č. 1 a č. 2 na lokalitu č. 3 – „vodárenský odběr“ je pouhých 28 % a 30 %, avšak na lokalitu č. 5 – hráz 70 % a 64 %, což opět potvrzuje výhodné umístění vodárenského odběru a vliv proudění vody v nádrži.

II: Normovaný součet absolutních hodnot koeficientů determinace

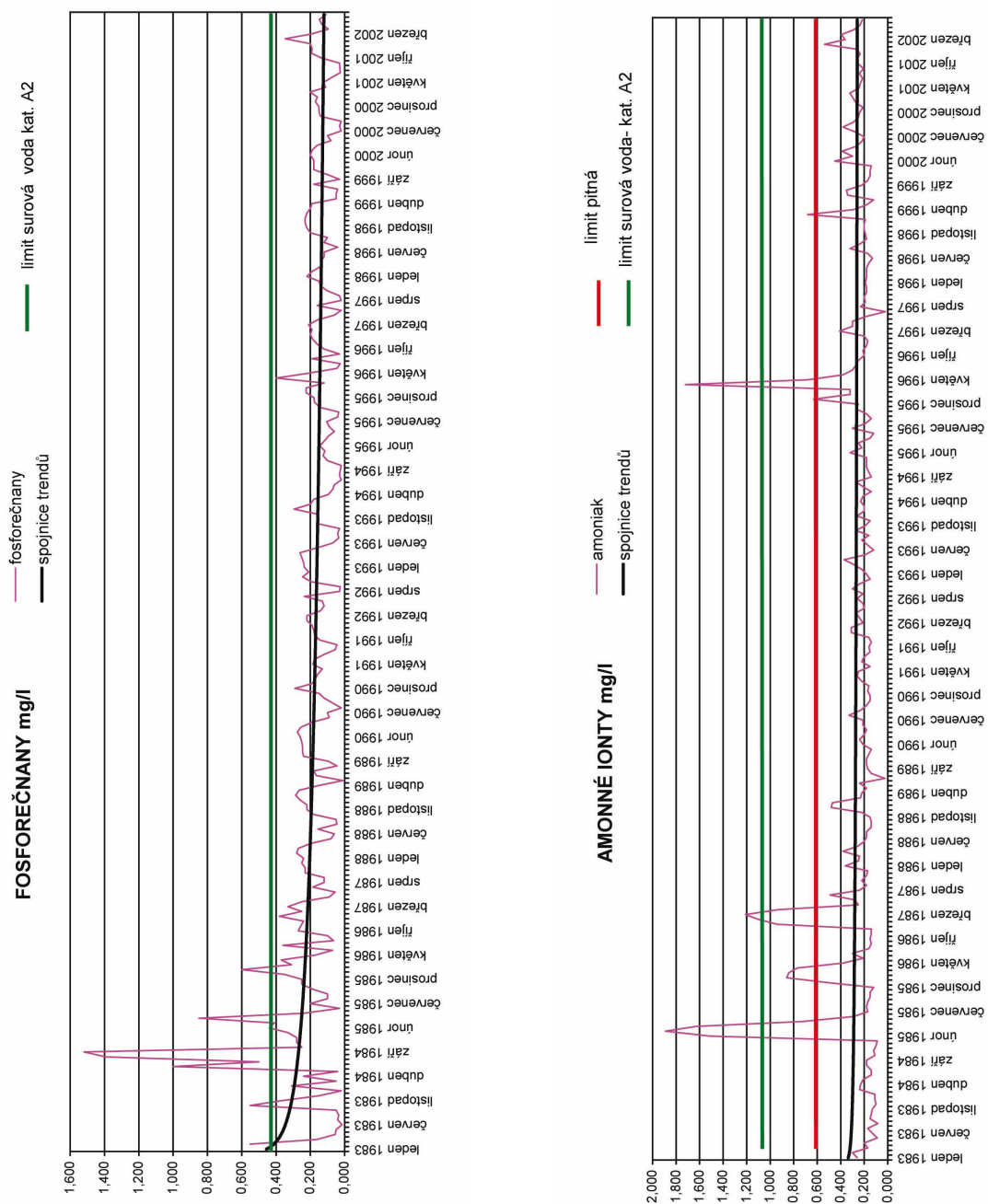
	lok. č. 1	lok. č. 2	lok. č. 3	lok. č. 4	lok. č. 5
lok. č. 1	100 %	56 %	28 %	52 %	70 %
lok. č. 2	56 %	100 %	30 %	59 %	64 %
lok. č. 3	28 %	30 %	100 %	25 %	48 %
lok. č. 4	52 %	59 %	25 %	100 %	59 %
lok. č. 5	70 %	64 %	48 %	59 %	100 %

2. Pro celkový přehled o vývoji jakosti vody v místě vodárenského objektu byly zpracovány grafy jednotlivých ukazatelů kvality vody. Jako příklad je zde uveden vývoj obsahu amonných iontů a fosforečnanů (graf 1). Do grafů byly znázorněny limitní hodnoty pro kvalitu pitné vody a pro kvalitu surové vody – kategorie A2. Dle vyhlášky Ministerstva zdravotnictví ČR č. 376/2000 se u pitné vody nestanovuje obsah fosforečnanů. Jak vyplývá z grafů,

celkový obsah fosforečnanů má klesající charakter a od roku 1986 se stále pohybuje pod hranicí kvality surové vody – kategorie A2.

Od roku 1987 se obsah amonných iontů téměř stále pohybuje pod hranicí kvality pro pitnou vodu. Stejně výsledky ukázal i vývoj obsahu dusičnanů v nádrži.

Faktorová analýza rozborů z místa vodárenského odběru byla zpracována ze vzorků za období 1984 – 2002 (tab. III).



1: Vývoj obsahu fosforečnanů a amonných iontů v letech 1984 – 2002

III: Faktory vyjádřené pomocí koeficientů determinace se znaménkem

	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7	f_8	f_9
CHSK – Mn	20,6%	19,1%	-28,9%	10,6%	-4,5%	-4,7%	5,5%	-6,1%	0,1%
železo	73,4%	-4,4%	0,2%	-4,7%	1,4%	-3,2%	-3,6%	-0,5%	8,5%
mangan	78,4%	-4,5%	0,2%	0,1%	0,1%	-1,8%	-5,2%	-1,6%	-8,2%
amoniak	73,4%	-0,1%	-0,7%	-0,1%	1,5%	-0,1%	8,1%	15,9%	-0,1%
chloridy	-1,4%	-3,7%	16,5%	44,9%	27,4%	-3,2%	1,9%	-0,9%	0,0%
sírany	0,8%	7,3%	50,8%	4,5%	-27,1%	-8,4%	-0,1%	1,0%	0,0%
dusičnany	16,4%	13,3%	28,4%	-20,6%	1,8%	10,0%	4,8%	-4,7%	0,0%
dusitany	1,9%	72,2%	-0,3%	5,9%	8,5%	1,7%	-7,8%	1,7%	0,0%
fosforečnany	19,5%	-7,0%	0,1%	32,3%	-7,2%	33,3%	-0,1%	0,0%	0,3%
Podíl:	31,8%	14,6%	14,0%	13,7%	8,8%	7,4%	4,1%	3,6%	1,9%
λ	2,8578	1,3161	1,2618	1,2367	0,7946	0,6647	0,371	0,3238	0,1735
čas	-0,17	-0,09	0,10	-0,51	-0,01	-0,08	-0,24	0,19	0,27
čas:	-3,0%	-0,8%	1,1%	-25,5%	0,0%	-0,6%	-5,9%	3,7%	7,3%

Výsledkem faktorové analýzy je devět faktorů $f_1 - f_9$, které nějakým způsobem ovlivňují kvalitu vody a charakterizují procesy, které probíhají v nádrži nebo v povodí.

Pro stručné vysvětlení: všechna čísla (procenta) jsou násobky korelace a absolutních hodnot korelace (koeficienty determinace). V celém modelu je počítáno s procenty kvadratickými, to znamená, že 1 % kvadratického rozptylu je 10 % lineárního rozptylu. Červeně jsou zvýrazněny nejvýznamnější (nejvyšší) hodnoty – koeficienty determinace na každém řádku. Součet absolutních hodnot % na každém řádku je 100. V řádku „podíl“ je procentické vyjádření významu jednotlivých faktorů (např. faktor f_1 ovlivňuje kvalitu vody z téměř 32 %.) Hodnota λ udává počet veličin, které se podílejí na daném faktoru.

Faktor f_1 je možné interpretovat jako **faktor dynamiky kvality vody**. Z výsledků je zřejmé, že hodnoty CHSK – Mn, železa, manganu a amoniaku spolu velmi silně souvisí a jejich vzrůst nebo pokles je vždy společný.

Faktor f_2 lze vysvětlit jako **vnitřní dynamiku nádrže** – vliv samotné nádrže na kvalitu vody. Velmi

silný vztah je mezi CHSK – Mn, dusičnany a dusitany. To znamená, že i v případě, že se budou měnit vlivy v povodí, určité procesy uvnitř nádrže budou vždy probíhat stejně.

Faktor f_3 představuje **stabilitu jakosti vody**. Ukazatel CHSK – Mn jde proti (je nepřímo úměrný) ukazatelům chloridy, sírany, dusičnany. V podstatě to znamená, že směrem od konce vzduší ke hrázi může narůstat obsah solí (chloridů, síranů, dusičnanů) tak, jak jednotlivé přítoky dotují vodu v nádrži těmito látkami, které se v průběhu průtoku nádrže až ke hrázi nemění (neubývá jich ani oxidačními procesy, ani nejsou spotřebovávány apod.), naopak hodnota CHSK – Mn se snižuje právě z důvodu spotřeby organických látek během procesů v nádrži.

3. Výsledky faktorové a časové analýzy dat z přítoků z povodí nádrže ukázaly, že jednotlivé faktory jsou odlišné, z čehož vyplývá, že v jednotlivých částech povodí probíhají odlišné procesy ovlivňující kvalitu vody.

V současné době probíhá interpretace těchto faktorů a vyhodnocování aktivit v jednotlivých povodích.

SOUHRN

Cílem práce bylo zpracovat a vyhodnotit kvalitu vody v nevodárenské nádrži Vranov nad Dyjí. Surová voda byla odebírána na pěti různých místech nádrže (tři přítoky, hráz a v místě vodárenského odběru). Bylo vybráno deset nejvýznamnějších ukazatelů kvality vody. Z hlediska komplexnosti odebraných vzorků je nejucelenější řada z místa vodárenského odběru (za období 1984 – 2002). Z ostatních lokalit často chyběly údaje především z 80. let, avšak jejich množství bylo dostatečné, aby mohly být statisticky zpracovány.

Byla vytvořena korelační matice pro jednotlivé oblasti a veličiny a spočítány koeficienty determinace pro všech pět lokalit za období 1994 – 2000. Výsledky prokázaly, že z hlediska proudění vody v nádrži je odběrný objekt velmi dobře umístěn.

Byla provedena faktorová a časová analýza dat samostatně z lokality Jelení zátoka, kde je umístěn odběrný objekt za období 1984 – 2002. Výsledkem analýzy je devět faktorů, které ovlivňují kvalitu vody v nádrži. Z hlediska významnosti byly interpretovány první tři faktory.

Vypracované analýzy a uvedené výsledky jsou součástí disertační práce, která je v současné době zpracovávána. Získané výsledky budou využity jako výchozí pro další vyhodnocování kvality vody v nádrži a přítocích, aktivit v povodí a následně pro zpracování návrhu dalších zón OP II. st.

PODĚKOVÁNÍ

Výsledky rozborů a zpracování faktorové analýzy bylo možné získat za podpory grantové agentury FRVŠ udělením projektu č. 1225/2003.

Výzkum je součástí řešení výzkumného záměru MSM 432100001, který řeší AF MZLU v Brně.

LITERATURA

- KUTÍLEK, M.: *Hydropedologie*, SNTL – ALFA, Praha, 1978, 150 s.
- HEBÁK, P., HUSTOPECKÝ, J.: *Vícerozměrné statistické metody s aplikacemi*, SNTL, Praha, 1987, s. 209 – 231
- HLAVÁČ, J. a kol.: *Učebnice vodárenství CD Rom, VODÁRENSKÁ AKCIOVÁ SPOLEČNOST, a. s., Brno, 2003*
- KREJČÍ, R.: *ÚV Štítary Vyhodnocení kvality surové vody*, VAS a.s. Třebíč, 1999, 63 s.
- MALÝ, J., MALÁ, M.: *Chemie a technologie vody*. NOEL 2000, Brno, 1996, s. 3 – 35
- NOVÁK, J.: *Hospodaření v PHO Vranov VAS a.s.* Brno, 1991
- NOVÁK, J.: *OP ve smyslu zákona č. 14/1998 Sb. (novela zákona č. 138/1973 Sb. o vodách) a Vyhlášky č. 137/1999 Sb., VAS a. s., Brno, 2000*
- NOVÁK, P., KVÍTEK, T.: *Návrh nových ochranných pásem vodních zdrojů a zón diferencované ochrany půdy a vody v GIS*, Vědecké práce VÚMOP 2000 (11), Praha, 2000, s. 75 – 83
- Rozhodnutí o povolení stavby skupinového vodovodu Vranov – Mor. Budějovice – Dukovany, ONV Třebíč, 1974
- ŘÍHA, J.: *Jakost vody v povrchových tocích a její matematické modelování*. NOEL 2000, Brno, 2000, 269 s.
- Dokumentace stavby Vranovské nádrže, ONV Třebíč, 1974
- Manipulační řád nádrže Vranov nad Dyjí
- Návrhy k OP ve smyslu platných předpisů od Povodí Moravy, a. s. (především zákona o vodách a vyhlášky č. 19/1978)
- Vyhláška Ministerstva zdravotnictví ČR č. 376/2000, kterou se stanoví požadavky na pitnou vodu a rozsah a četnost její kontroly
- Vyhláška Ministerstva zemědělství ČR č. 428/2001, kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)
- Zákon č. 138/1973 Sb., o vodách ve znění dalších předpisů (zák. č. 14/1998 Sb. – novela)
- Zákon o vodách č. 254/2001 Sb. v platném znění

Adresa

Ing. Petra Nováková, Ústav krajinné ekologie, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00, Brno, Česká republika