

**Environmental Regional Center – ERC  
Nadace Prameny Vysočiny  
Žďár nad Sázavou**



**HYDROLOGICKÉ POMĚRY  
NÁDRŽE STA VÍŠTĚ**

**Environmental Regional Center – ERC  
Nadace Prameny Vysočiny  
Žďár nad Sázavou**



**HYDROLOGICKÉ POMĚRY  
NÁDRŽE STAVIŠTĚ**

O b s a h

## Hydrologické poměry nádrže Staviště

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| Vojtěch Broža<br>Karel Nacházel       | Problematika využití nádrže Staviště ve Žďáru nad Sázavou pro vodárenské účely                                 |
| Jaromír Hlavínek<br>Jaroslav Sochorec | Nádrž Staviště<br>Možnosti intenzifikace odběrů vody a výhledové potřeby pitné vody v oblasti Žďár nad Sázavou |
| Milan Bilík<br>Milan Jokl             | Zásobení města Žďár nad Sázavou pitnou vodou z nádrže Staviště   |
| Lukáč Michal                          | Oponentské vyjadrenie k dvom štúdiám "Intenzikácie nádrže a úpravne vody Staviště"                             |
| Petr Havlíček<br>Karel Fuchs          | Provoz úpravny vody Žďár nad Sázavou   |
| Jan Říha                              | Pásma hygienické ochrany VN Staviště   |
| Stanislav Nenadál                     | Ryby a účelové rybí obsádky v nádrži Staviště  |
| Jiří Havel                            | Z historie zásobování města Žďár nad Sázavou vodou   |

## Stanovisko odborných poradců nadace ERC:



ERC - Nadace Pramenů Vysočiny uspořádal dne 15.11.1994 ve Žďáře nad Sázavou kolokvium s názvem Hydrologické poměry nádrže Staviště. Cílem tohoto kolokvia bylo pomoci v řešení problémů zásobování obyvatelstva města Žďáru nad Sázavou pitnou vodou.

Z podnětu města Žďár nad Sázavou byly k tomuto problému zpracovány dvě podkladové studie, které byly kolokviem po úspěšné oponentaci přijaty.

Odborní poradci Nadace Prameny Vysočiny dospěli k následujícím závěrům:

1. Studie Zásobní funkce nádrže Staviště, zpracovaná katedrou hydrotechniky ČVÚT Praha, potvrdila možnost zvýšení nalepšovací funkce této nádrže.
2. Studie Výzkumného ústavu vodohospodářského v Brně pod názvem Nádrž Staviště - možnosti intenzifikace odběru a výhledové potřeby pitné vody posoudila využívání vody z nádrže Staviště z hlediska současného a budoucího vodárenského využití.
3. S cílem nalézt optimální syntézu nově získaných poznatků a případně dalšího prohloubení poznání se doporučuje:
  - zpracovat technicko-ekonomickou studii zásobování Žďáru nad Sázavou pitnou vodou, která by využila dosud zpracovaných studií a řešila danou problematiku jak z hlediska množství dodávané vody, tak z hlediska její kvality a to v nových ekonomických podmínkách,
  - pro zvýšení přesnosti hydrologických údajů, nutných pro řízení odtoku z nádrže Staviště se jeví vhodné zřízení limnigrafu na přítoku do této nádrže. Tento krok se doporučuje realizovat neprodleně.
4. Veškeré práce zacílené na zásobení obyvatelstva Žďáru a jeho okolí kvalitní pitnou vodou jsou užitečné a stojí za to, aby se v započaté iniciativě pokračovalo.

Za správní radu nadace ERC Prameny Vysočiny:

Dr. R. Kinský, předseda správní rady

RNDr. Hubert Kříž DrCs.  
Ústav pro hydrodynamiku AV ČR

Josef Rouš, ředitel nadace

Ing. Stanislav Novotný, CSc.  
generální ředitel Povodí Moravy a.s.

Ing. Hladný Josef, CSc. - ČHÚ Praha

Prof. Ing. Milan Dzubák, CSc.  
Slovenská technická univerzita Bratislava

# Problematika využití nádrže Staviště ve Žďáru nad Sázavou pro vodárenské účely

*Vojtěch Broža*

*Karel Nacházel*

V příspěvku se uvádějí hlavní výsledky studie, kterou zpracovala v roce 1994 katedra hydrotechniky stavební fakulty ČVUT v Praze na základě požadavku předsedy Městského úřadu ve Žďáru nad Sázavou. Jejím cílem bylo posouzení zásobní funkce nádrže Staviště na podkladě nových hydrologických údajů a platných předpisů pro vodohospodářské výpočty nádrží. Předmětem studie nebylo řešení koncepce zásobení Žďárska pitnou vodou, otázek jakosti vody a ani ekonomické posouzení navrhovaných opatření pro zabezpečení zásobení obyvatel Žďáru nad Sázavou pitnou vodou. Studie však pro tyto práce měla poskytnout významné podklady.

## 1. Úvod

Nádrž Staviště na stejnojmenném potoce u Žďáru nad Sázavou byla vybudována v letech 1956-1959. Jejím hlavním projektovým účelem, který se až do současné doby nezměnil, bylo zásobení obyvatel Žďáru nad Sázavou pitnou vodou. Projekt vodního díla i jeho pozdější manipulační řády shodně předpokládaly, že pro úpravnu vody se bude z nádrže odebírat  $40 \text{ l.s}^{-1}$ . Kromě toho měla nádrž zabezpečit pod přehradou v málovodných obdobích minimální odtok  $10 \text{ l.s}^{-1}$ .

Vývoj potřeb pitné vody pro Žďár a okolí vedl v pozdější době k výstavbě dalších zdrojů vody. V roce 1967 byla povolena vodohospodářským rozhodnutím ONV Žďár nad Sázavou stavba vodovodního přivaděče Vír - Žďár nad Sázavou, v současné době pokračuje stavba dalšího přivaděče z nádrže Mostiště.

Racionální využití uvedených vodních zdrojů a jejich vzájemnou spolupráci dnes ovlivňují nové ekonomické podmínky, především cena dodávané vody. Proto přirozeně vznikl požadavek na posouzení možného zvýšení vodárenského odběru z nádrže Staviště a potřebného zvětšení kapacity úpravny vody, čímž by se mohl omezit odběr z přivaděče Vír.

K této motivaci se připojily další závažné okolnosti. Nádrž Staviště byla vyprojektována na podkladě hydrologických údajů z let 1931-1940, tedy více než půl století starých. Vznikla proto principiální otázka, jak se změní projektové parametry nádrže využitím podkladů

nových, aktualizovaných Českým hydrometeorologickým ústavem v Praze v souladu s platnou ČSN 75 1400.

V souvislosti s tím bylo třeba přehodnotit i nalepšovací účinek nádrže relevantními metodickými postupy podle ČSN 73 6815. Projekt vodního díla a ani navazující manipulační rády neřešily zásobní funkci nádrže při sezónním řízení odtoku pravděpodobnostními metodami, jak požaduje citovaná norma a nezavedly do řešení zabezpečnost dodávky vody podle její důležitosti, což může podstatně ovlivnit způsob využití nádrže.

Po dohodě s Městským úřadem ve Žďáru nad Sázavou studie zahrnula řešení těchto problémů:

1. Posouzení nalepšovacího účinku nádrže a možnosti rozšíření kapacity úpravny vody.
2. Posouzení možnosti zvýšení nalepšovacího účinku nádrže převodem pravostranného potoka do nádrže.
3. Využití podzemních zdrojů vody z oblasti Lhotka nad nádrží.
4. Návrh zásad manipulací v zásobním prostoru nádrže.

V příspěvku stručně shrnujeme výsledky řešení všech čtyř otázek.

## 2. Nalepšovací účinek nádrže Staviště a možnosti rozšíření kapacity úpravny vody

Základní příčinou všech nesnází při řešení využití nádrže Staviště pro vodárenské účely je okolnost, že v jejím povodí nebyla v rámci výstavby a ani později vybudována limnigrafická stanice pro měření přirozených (neovlivněných) přítoků do nádrže. V takovém případě je nezbytné veškeré hydrologické údaje odvozovat z jiných stanic v jejím okolí metodami hydrologické analogie a zvažovat jejich spolehlivost a vliv na vodohospodářské výpočty nádrže.

Pro zpracování projektu nádrže (schválen v únoru 1956) byla hlavním hydrologickým podkladem řada průměrných měsíčních průtoků v období 1931-1940, odvozená patrně z vodoměrné stanice Bílek na Doubravě.

Pro naše řešení poskytl základní hydrologické údaje podle ČSN 75 1400 ČHMÚ v Praze. Vztahují se k období 1931-1980 a jsou rozděleny na údaje pro přehradní profil Staviště a pro pravostranný přítok zaústěný do koryta pod vodním dílem. Údaje jsou zařazeny do III. třídy spolehlivosti. ČHMÚ kromě toho poskytl řadu průměrných měsíčních průtoků v období 1956-1993, odvozenou z vodoměrné stanice Sázava na Sázavě.

V rámci řešení jsme posuzovali možné dopady odhadnutých nepřesností či chyb hydrologických údajů na řešení nalepšovacího účinku nádrže. Analýza ukázala, že relativně největší může být chyba z ovlivněných přítoků v profilu Sázava, kterou lze vykompenzovat zmenšením nalepšovacího účinku nádrže asi o  $3\text{-}5 \text{ l.s}^{-1}$ . Chybu z použití měsíčních průtoků jsme odhadli asi  $1\text{-}2 \text{ l.s}^{-1}$ , ztráty výparem z hladiny nádrže asi  $1 \text{ l.s}^{-1}$ .

Nalepšovací účinek nádrže jsme řešili ve 14 variantách podle délky použité průtokové řady, zabezpečnosti dodávky vody podle trvání (97,5 % nebo 100 %) a velikosti zásobního objemu nádrže. Pro skutečný zásobní objem  $387\ 650^3$  a nejdelení souvislou průtokovou řadu v období 1956-1993, která je k dispozici, byl vypočten nalepšovací účinek  $62 \text{ l.s}^{-1}$  s normovanou zabezpečností podle trvání 97,5 %.

Tuto hodnotu nalepšovacího účinku jsme ověřovali v souladu s ČSN 73 6815 metodou Andrejanova. Pro zabezpečnost podle opakování 90 %, odpovídající v daném případě zabezpečnosti podle trvání 97,5 %, byl vypočten nalepšovací účinek  $65 \text{ l.s}^{-1}$ .

Na podkladě těchto řešení lze předpokládat, že teoretická hodnota nalepšovacího účinku nádrže se pohybuje v mezích asi  $62\text{-}65 \text{ l.s}^{-1}$ . Po odečtení uvedených ztrát lze odhadnout prakticky využitelný nalepšovací účinek hodnotou asi  $57 \text{ l.s}^{-1}$ . Tento výsledek vedl k návrhu rozšířit kapacitu úpravny vody na  $60 \text{ l.s}^{-1}$ , což by umožnilo zvýšit dosavadní průměrný odběr o  $20 \text{ l.s}^{-1}$ .

V rámci studie jsme též posuzovali možnosti dalšího zvýšení vodárenského odběru, a to využitím neovladatelného retenčního prostoru nádrže. Rekonstrukcí přelivu (pohyblivá klapka) by se zásobní objem zvýšil až o  $139\ 420 \text{ m}^3$ , tedy celkem na  $527\ 070 \text{ m}^3$ , čímž by se získal přírůstek odběru asi  $6\text{-}10 \text{ l.s}^{-1}$ .

### 3. Posouzení možnosti zvýšení nalepšovacího účinku nádrže převodem pravostranného potoka do nádrže

Kromě uvedených opatření se nabízí pro zvýšení nalepšovacího účinku nádrže a tím i vodárenského odběru převést do nádrže pravostranný potok, který je dosud zaústěný do koryta pod vodním dílem.

Podle podkladů ČHMÚ v Praze ovládá tato vodoteč povodí pouze  $0,975 \text{ km}^2$  a dlouhodobý průměrný průtok je  $9,4 \text{ l.s}^{-1}$ . Analogicky k sousednímu povodí nádrže Staviště lze předpokládat, že minimální průtoky tu mohou kolísat kolem 10 % dlouhodobého průměrného průtoku, tedy asi kolem  $1 \text{ l.s}^{-1}$ . Z toho vyplývá, že zaústěním vodoteče do nádrže by se v málovodných obdobích nezískalo významné zvětšení nalepšovacího účinku. Ve vodních

obdobích by bylo naopak převádění průtoků do nádrže zcela zbytečné, protože nádrž je relativně velmi malá ( $B = 7 \%$ ) a naplní se sama.

K zvýšení vodárenského odběru však může přispět omezení, popř. úplné vyloučení minimálního odtoku  $1 \text{ l.s}^{-1}$  do toku pod přehradou, který se má vypouštět podle manipulačního řádu. Tato možnost vyplývá z charakteru poměrně krátkého úseku potoka Staviště mezi přehradou a jeho zaústěním do Sázavy (asi 1 km), v němž není v současné době žádný veřejný požadavek či zájem na udržování minimálního průtoku. Jeho vyloučení proto nezpůsobí nikomu újmu, což ostatně dokazují zkušenosti z posledních let, kdy se z přehrady v málovodných obdobích nevypouštěl žádný odtok. Jistý průtok v korytě však lze zachovat i bez vypouštění z přehrady tím, že se ponechá zaústění zmíněného pravostranného potoka do koryta pod vodním dílem.

Na základě tohoto rozboru jsme doporučili upravit dosavadní manipulační řád nádrže a předložit ho příslušnému vodohospodářskému orgánu k projednání a schválení.

#### 4. Využití podzemních zdrojů vody v oblasti Lhotka nad nádrží

V rámci nového vodohospodářského řešení nádrže Staviště bylo nutno zabývat se prameništěm Lhotka, zdrojem pitné vody o max. kapacitě cca  $9,5 \text{ l.s}^{-1}$  vybudovaným v 30. letech. Vyplývalo to ze skutečnosti, že jímané prameny leží v povodí nádrže Staviště a že se s nimi počítá i v dalším období - což je ostatně zcela na místě zejména z hlediska jakosti surové vody a nákladů na její úpravu.

Z hlediska přirozeného hydrologického potenciálu povodí Staviště jsou prameny u Lhotky jeho součástí a jejich jímání zmenšuje průtoky v toku a tudíž přítoky do nádrže. S ohledem na skutečnost, že podrobné hydrogeologické poměry prameniště nejsou známy, je logické vycházet z předpokladu, že celá jímací oblast je součástí geografického povodí nádrže.

Pak bylo možno provést vodohospodářské řešení nádrže bez uvažování odběrů podzemní vody u Lhotky s tím, že z kvantitativního hlediska nezáleží na tom, zda se celý odběr uskutečňuje z nádrže Staviště, nebo zda část celkového odběru se zachycuje jímacím zařízením u Lhotky. Podstatné rozdíly samozřejmě existují z hlediska jakosti jímané surové vody a z toho vyplývajících nákladů na úpravu.

Při rozhodování o odběrech vody z nádrže a z prameniště v reálném provozu, zejména v málovodných obdobích, kdy se nádrž prázdní, je nutno vycházet z celkového návrhového odběru o dané zabezpečeností. Při známých (měřených) odběrech z prameniště Lhotka lze pak z nádrže odebírat pouze doplňkový odběr (popř. méně), aby součet obou odběrů nepřekročil

stanovený zaručený odběr. Přitom v zájmu jakosti odebírané vody i hospodárnosti provozu soustavy je žádoucí z prameniště odebírat co nejvíce - ovšem s omezením vyplývajícím ze stability hydrogeologických podmínek.

### 5. Návrh zásad manipulací v zásobním prostoru nádrže

Manipulace na nádrži Staviště z hlediska zásobní funkce vyplývá z provedeného vodohospodářského řešení. Přitom je třeba mít na zřeteli, že cyklus nádrže je sezónní, takže převažují stavy, kdy je nádrž naplněna a dochází k jalovým (nevyužitým) odtokům (přepadům).

V takových hydrologicky příznivých podmínkách je možno využívat nádrž až do plné kapacity rekonstruované úpravy vody (cca  $60 \text{ l.s}^{-1}$ ), a přitom zároveň v maximální míře odebírat podzemní vodu (přes  $9 \text{ l.s}^{-1}$ ). Ostatní, ekonomicky méně výhodné zdroje (Vír), je možno omezit popř. zcela vyloučit.

V obdobích, kdy je nádrž povyprázdněna, je možno z nádrže (spolu s prameništěm) odebírat převážně jen stanovený zaručený odběr vody. Abychom i v těchto obdobích umožnili případné vyšší využití nádrže popř. usnadnili provozovateli odhadnout riziko poruch v dodávce vody, zkonstruovali jsme dispečerský graf, který je běžnou manipulační pomůckou provozu nádrží se sezonním cyklem. Vzhledem k tomu, že graf byl zkonstruován jako horní obálka nutných náplní v jednotlivých málovodných obdobích, je možno při stavech, kdy skutečná náplň je větší než k danému datu předepisuje dispečerský graf, odběr z nádrže poněkud zvýšit.

Nebezpečí úplného vyprázdnění zásobního prostoru nádrže a výskytu poruch v dodávce vody je malé (v průměru jednou za 10 let) s výskytem na konci hlubokých málovodných období. Pro případy, kdy hrozí takové poruchy, je dnes možno stanovit pravidla, která umožňují včas přejít na nouzový režim odběrů vody a tak zamezit globálním poruchám, kdy je k dispozici pouze málovodný (velmi nízký) přítok do nádrže.

Ve vhodných podmínkách je možno kritický stav v dodávce vody zmírnit využitím záložních zdrojů vody (popř. improvizovaně), což je i případ Žďáru nad Sázavou (existující systém zásobování vodou ŽĎAS nebo jiné).

Problémy poruchových situací popř. spolu s hledisky jakosti vody se vymykaly dohodnutému rozsahu naší studie. Proto se předpokládala další etapa řešení problematiky místních vodních zdrojů pro Žďársko v bezprostřední návaznosti.

## 6. Závěr

Podrobné vodohospodářské řešení zásobní funkce nádrže Staviště prokázalo, že z hlediska hydrologického potenciálu povodí a možností nádrže je reálné zvýšit v málovodných obdobích dosud uvažovaný odběr cca  $40 \text{ l.s}^{-1}$  na  $60 \text{ l.s}^{-1}$  (spolu s prameništěm Lhotka). Ve vodnějších obdobích je však možno soustavu místních zdrojů využívat více.

Proto jsme doporučili rekonstrukci úpravny vody ve Žďáru nad Sázavou spolu se zvýšením kapacity na cca  $60 \text{ l.s}^{-1}$  s příp. možností přetěžování. Přitom je zároveň nutno prověřit funkce odběrného objektu popř. přivaděče surové vody.

Zároveň jsme sledovali některé možnosti co nejvyššího využití nádrže pro zásobování pitnou vodou, např.

- výrazným omezením min. průtoků v málovodných obdobích v toku pod nádrží (což se ostatně již v posledních letech děje),
- využitím neovladatelného prostoru nádrže, vyžadujícím rekonstrukci volného bočního přelivu popř. další technická opatření,
- intenzifikací zásobní funkce prostřednictvím spolupráce s dalšími potenciálními vodními zdroji popř. nových převodů vody do povodí nádrže.

Přitom jsme vycházeli z obecně výhodné polohy Žďáru nad Sázavou, pro jehož vodohospodářské potřeby je k dispozici horní povodí Sázavy s existujícími vodními díly, jehož hydrologický potenciál je obecně dostačující. Napojení městské aglomerace na soustavy, opírající se o nádrž Vír na Svatce a nově i o nádrž Mostiště na Oslavě je třeba dnes chápát jako nesporné dědictví minulosti - s negativními dopady na cenu pitné vody.

Proto jsme navrhovali pokračování studie druhou etapou, která by se zabývala disponibilními místními zdroji a jejich spoluprací v podstatně větší šíři. Zároveň jsme předpokládali, že budou formulovány různé varianty využití existujících zdrojů vody, obsahující technicko-ekonomické zhodnocení založené na kritériích důsledně sledujících zájmy města.

V zájmu jakosti vody zdroje Staviště je žádoucí do budoucna v povodí připravovat a realizovat opatření, směřující k zlepšení podmínek pro transport látek a pro omezení rizik zdrojů znečištění - to mj. v souladu s útlumovou strategií zemědělské produkce v horských oblastech.

Pro zpřesnění hydrologických údajů i pro řízení vodohospodářského provozu nádrže je nutno ve spolupráci se správcem díla, a.s. Povodí Vltavy, co nejdříve na hlavním přítoku do nádrže vybudovat spolehlivě fungující vodoměrnou stanici.

## Literatura

1. Broža,V. - Nacházel,K. a kol.:  
Posouzení zásobní funkce nádrže Staviště ve Žďáru nad Sázavou. Studie, Praha 1994.  
Katedra hydrotechniky stavební fakulty ČVUT, 22 s. a příl.
2. Votruba,L. - Broža,V.:  
Hospodaření s vodou v nádržích. Praha, SNTL/ALFA 1980, 448 s.
3. ČSN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vod. Účinnost od 1.8.1981
4. ČSN 73 6815 Vodohospodářská řešení vodních nádrží. Účinnost od 1.7.1987
5. ON 73 6808 Manipulační řády vodohospodářských děl na vodních tocích. Účinnost od  
1.7.1984

*Prof. Ing. Vojtěch Broža, DrSc.*  
Stavební fakulta ČVUT  
Thákurova 7  
166 29 Praha 6

*Prof. Ing. Karel Nacházel, DrSc*  
Stavební fakulta ČVUT  
Thákurova 7  
166 29 Praha 6

## Nádrž Staviště

### Možnosti intenzifikace odběrů vody a výhledové potřeby pitné vody v oblasti Žďár nad Sázavou

Jaromír Hlavínek

Jaroslav Sochorec

Účelem studie bylo posoudit kapacitní možnosti nádrže Staviště na podkladě záznamů o skutečném provozu v minulém období a vyhodnotit výhledové potřeby pitné vody v oblasti Žďár nad Sázavou podle metodických postupů užívaných ve VÚV. Důvodem k takto formulované objednávce byla především skutečnost, že v povodí nádrže nejsou prováděna přímá hydrologická měření, takže pro vodohospodářské řešení lze použít pouze chronologické řady průtoků odvozené hydrologickou analogií z jiných povodí.

#### 1. Zhodnocení možnosti zvýšení odběrů vody z nádrže Staviště

Nádrž Staviště na potoce Staviště byla vybudována v letech 1956-59. Poslední manipulační řád byl zpracován Povodím Vltavy v roce 1982.

#### Základní údaje o nádrži podle manipulačního řádu

##### *Hydrologické charakteristiky*

Plocha povodí nádrže	17.481 km <sup>2</sup>
Průměrný dlouhodobý průtok	0.182 m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>
Průtok Q <sub>35sd</sub>	0.028 m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>
100-letá velká voda Q <sub>100</sub>	23.9 m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>

### *Rozdělení prostoru nádrže*

	kóta hladin m n.m.	objem tis.m <sup>3</sup>	zatopená plocha na
Neovládatelný retenční prostor	582.00	139.420	15.29
Zásobní prostor (koruna bezp. přepadu)	581.00	387.650	12.67
Stálé nadření	575.00	28.390	1.98
Kóta dna	572.00	-	-
Celkový objem nádrže		555,46	

### *Účel nádrže*

Zajištění vody pro vodovod Žďár n.S. v max. množství  $0.040 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .

Zajištění minimálního průtoku v toku pod nádrží  $0.010 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .

### *Vyhodnocení kritických období v letech 1982-93 podle provozních podkladů*

Pro posouzení možnosti intenzifikace odběrů vody z nádrže na podkladě vyhodnocení skutečného provozu jsme měli k dispozici etapové zprávy o výsledcích technickobezpečnostního dohledu, zpracované VRV-TBD Praha za období 1981-93 a údaje o realizovaných odběrech vody pro Žďár nad Sázavou a okolí, zpracované Vodárenskou a.s., divize Žďár nad Sázavou, za období 1982-94.

K hodnocení jsme použili tyto údaje:

- evidovaná období prázdnění nádrže Staviště delší než 5 měsíců,
- dosažené minimální kóty hladiny v nádrži v těchto obdobích,
- průměrné měsíční odběry vody pro úpravnu vody Žďár nad Sázavou.

Z uvedených výchozích podkladů lze pro jednotlivá kritická období (období prázdnění nádrže) stanovit průměrný odběr vody do úpravny Žďár nad Sázavou, spotřebovaný zásobní objem nádrže, odpovídající příspěvek nádrže k zajištění odběrů pro vodovod a neovlivněný přítok do nádrže bez uvažování nalepšení průtoků pod nádrží a bez započtení ztrát z nádrže.

Rok	Období prazdnění nádrže datum, počet dnů	Odběr vody l/s	Min. kóta hladiny m n.m.	Spotřeb. zás. objem tis.m <sup>3</sup>	Přispěvek nádrže l/s	Přítok l/s
1	2	3	4	5	6	7
1992	10.6.%25.10.=168	37.9	577.76	287.784	19.8	18.1
1983	1.6.%25.11.=177	39.9	578.30	254.808	16.7	23.2
1990	28.4.4.%14.11.=200	37.9	578.32	253.419	14.7	23.2
1989	26.3.%12.12.=261	40.6	579.92	121.928	5.4	35.2
1988	20.4.%30.8.=132	41.2	580.30	80.220	7.0	34.2
1982	28.5.%16.11.=172	42.0	580.60	45.840	3.1	38.9

Z tabulky je patrné, že v letech 1983, 1990 a 1992 se na odběrech vody pro úpravnu vody Žďár nad Sázavou v průměrném množství 37.9 až 39.9 l.s<sup>-1</sup> podílely přítoky do nádrže pouze hodnotami 18.1 až 23.2 l.s<sup>-1</sup> a 14.7 až 19.8 l.s<sup>-1</sup> dodávala nádrž ze svého zásobního objemu. Z nespotřebovaného zásobního objemu nádrže v jednotlivých kritických obdobích lze potom vyčíslit možné zvýšení odběru vody v těchto obdobích a také maximální možný odběr do úpravny vody Žďár nad Sázavou.

Rok	Období prazdnění nádrže datum, počet dnů	Odběr vody l/s	Nespotřeb. zás. objem tis.m <sup>3</sup>	Možné zvýšení odběru l/s	Max. možný odběr l/s
1	2	3	8	9	10
1992	10.6.%25.10.=168	37.9	99.866	6.9	44.8
1983	1.6.%25.11.=177	39.9	132.842	8.6	48.5
1990	28.4.4.%14.11.=200	37.9	134.231	7.7	45.6
1989	26.3.%12.12.=261	40.6	265.722	11.8	52.4
1988	20.4.%30.8.=132	41.2	307.430	27.0	68.2
1982	28.5.%16.11.=172	42.0	341.810	23.0	65.0

Z provedeného rozboru vyplývá, že jen v posledním desetiletí se vyskytly tři suché roky 1983, 1990 a 1992, kdy by bylo možno zvýšit realizované odběry 37.9 až 39.9 l.s<sup>-1</sup> nejvýše o 6.9 až 8.6 l.s<sup>-1</sup>, takže by se maximální možný odběr vody do úpravny vody Žďár nad Sázavou pohyboval mezi 44.8 až 48.5 l.s<sup>-1</sup>. K tomu je ještě třeba uvést, že podle sdělení provozovatele se do toku pod nádrží žádný průtok z nádrže nevypouští. Do toku se dostávají pouze průsaky z nádrže, které se podle měření VRV-TBD Praha pohybují kolem 2-3 l.s<sup>-1</sup>. Jako mezní hodnota ztrát vody průsakem z nádrže se v materiálech VRV-TBD udává hodnota 8.1 l.s<sup>-1</sup>, která však dosud nebyla naměřena.

Rozborem záznamů o provozu nádrže Staviště v minulém období nebyly zjištěny významnější rezervy v nalepšovacím účinku nádrže oproti hodnotám deklarovaným manipulačním rádem. Za přijatelné proto považujeme počítat s maximálním možným odběrem

pro úpravu vody Žďár nad Sázavou v hodnotě cca  $45 \text{ l.s}^{-1}$ . Ke zpřesnění hodnoty nalepšovacího účinku nádrže by mohlo přispět pouze zahájení měření vodočetnou stanicí na přítoku do nádrže.

Možnost zvětšení zásobního prostoru nádrže na úkor neovladatelného zásobního prostoru, tj. zvýšení max. hladiny zásobního prostoru o 1 m na kótě 582.00 m n.m., se také nejeví reálné. Jednak by se nalepšovací účinek nádrže zvýšil pouze asi o 4 až  $7 \text{ l.s}^{-1}$ , jednak by si zvýšení zásobního prostoru na kótě 582.00 m n.m. vyžádalo řadu stavebních zásahů a úprav na vodním díle. Podle vyjádření povodí Vltavy - útvaru TBD a a.s. Vodní díla - TBD by bylo třeba nejprve provést řadu přešetření a výpočtů jako podklad pro zpracování studie řešící všechny možné dopady na konstrukce díla. Rozsah těchto zásahů ani náklady na jejich realizaci nelze předem odhadnout.

V této studii jsme se nezabývali otázkami kvality surové vody, ani ekonomickými důsledky případných investic, bez nichž není větší dodávka vody z nádrže Staviště uskutečnitelná.

## 2. Výhledové potřeby vody v oblasti Žďár nad Sázavou

### Analýza minulého vývoje

Politicko-hospodářské změny se zcela zákonitě projevily i v oboru zásobování pitnou vodou. Redukce a změny v průmyslové sféře na jedné straně, ceny vody pro obyvatelstvo a všechny odběratele na straně druhé se promítly do poklesu nároků na dodávku vody v celostátním měřítku. U specifických potřeb všech odvětví se dlouhodobé kontinuální křivky lámou a deformují po roce 1990 do logicky nepředvídatelných tvarů. Pro přibližnou orientaci v nastalém chaosu byly v průběhu let 1992 až 1994 z popudu centrálních orgánů vypracovány čtyři návrhy prozatimní směrnice pro stanovení výhledové potřeby pitné vody. Poslední z nich "Aktualizace směrnice č. 9/1973 pro stanovení potřeb pitné vody" (VÚV, červen 1994) je ve stadiu oponentního projednání.

Bilancní metody, dosud používané ve vodárenské praxi, lze považovat za překonané a jejich aplikace vede k zjednodušeným výstupům, které se promítají do zkreslených koncepčních rozvah a mají za následek sníženou zabezpečenosť dodávky vody veřejnými vodovody.

Při analýze minulého vývoje vycházíme z přehledu měsíčních potřeb pitné vody města Žďáru a okolí za desetileté časové údobí 1984 až 1993, které nám poskytl zadavatel, Vodárenská a.s., divize Žďár nad Sázavou. Zpracované hodnoty jsou sestaveny v následující tabulce.

#### Analýza minulého vývoje a výhled vodárenské skupiny Žďár nad Sázavou

	1984	1988	1991	1993	2 000	2 010
l.s <sup>-1</sup>						
Největší potřeba pitné vody	71.15	75.88	77.71	71.35	74.01	86.60
Největší hodnoty prům.měsíč.potřeb	77.94	81.23	84.90	87.87	94.62	111.02
Zprůměrovaná měsíční maxima	78.28	88.40	91.92	86.88	88.07	103.05
Měsíční maxima	84.21	95.14	108.26	95.96	102.87	120.37

Z údajů minulého vývoje potřeb pitné vody je patrné, že nároky na množství pitné vody mají za sledované období vzestupnou tendenci s lokálním poklesem v roce 1985 a 1986. Rozhodujícím zlomovým bodem k nižším potřebám je v soustavě výrazně rok 1992-1993, kdy průměrný meziroční pokles dosáhl 6% a klesající trend pokračoval i v první polovině roku 1994, kde neúplná půlroční řada měsíčních průměrných potřeb vykazuje další pokles o 13%. To dokumentuje, že poklesová fáze potřeb nedosáhla ještě minimálních hodnot a její dno se přesouvá do budoucna.

#### Zdroje pitné vody

Z rozboru minulého období stojí za povšimnutí několik postřehů o jednotlivých zdrojích soustavy, z nichž nejvýraznější jsou tyto:

- Podzemní zdroj jímací území Lhotka je rovnomořně využíván z provozně-ekonomických důvodů a lze předpokládat, že tento způsob využití se zachová i do budoucna. Průměrné využitelné množství vody v hodnotě 5.25 l.s<sup>-1</sup> poklesává v minimech na 3.63 l.s<sup>-1</sup>.
- Zdroj nádrž Staviště s úpravnou Žďár nad Sázavou je rovněž využíván ve vyšších hodnotách, blížících se plným kapacitním množstvím odběru vody. Rozbor dokumentuje, že pokud výši odběru neovlivní kvalitativní faktory, bude do výhledu z provozně ekonomických důvodů zdroj plně využíván v jeho plné reálné kapacitě. Reálná kapacita je vyhodnocena v první části příspěvku.

- Zdroj přivaděč z nádrže Vír na Svatce je charakterizován jako výrazně doplňkový zdroj soustavy. To dokumentuje mimo jiné relativně velký odstup maximálních měsíčních odběrů od průměrných odebíraných množství, kde například rozdíl mezi průměrným odebíraným množstvím a maximálním množstvím v roce 1992 dosahuje 32 % a v roce 1993 dokonce 75%. Z toho plyne, že přivaděč si charakter doplňkového zdroje soustavy s rozkolísaným odběrem - eliminujícím nerovnoměrnosti odběrů soustavy zachová i ve výhledu.
- Zdroj přivaděč z nádrže Mostiště bude teprve uveden do provozu a umožní pro město odběr cca  $50 \text{ l.s}^{-1}$ . Toto množství je limitováno původní kapacitou úpravny Mostiště (max.  $200-220 \text{ l.s}^{-1}$ ), která mimo okresu Žďár nad Sázavou zásobuje i město Třebíč.

#### Výhledové potřeby vody

Výhledové potřeby vody použité v bilanci byly stanoveny na základě Směrnice pro stanovení výhledových potřeb pitné vody, schválené MZE v roce 1992.

Výhledově sledované časové úrovně, roky 2000 a 2010, pro bilancování potřeb a zdrojů vody jsou v souladu s metodikou výpočtu potřeb pitné vody. Pro každý z těchto časových mezníků porovnáváme dva bilanční vztahy potřeb a zdrojů.

První bilanční vztah demonstriuje průměrný stav potřeb pitné vody porovnaný s průměrným odebíraným množstvím ze zdrojů. Výsledkem je obraz o průměrném odebíraném množství vody z jednotlivých zdrojů.

Druhý bilanční vztah porovnává maxima měsíčních průměrů soustavy s minimální hodnotou využitelného množství vody ze zdrojů soustavy. Rozdíly maximálních a minimálních hodnot využitelného množství vody ze zdrojů jsou pro naši soustavu nepatrné. Výsledkem druhého bilančního vztahu je vyčíslení nároků na celkovou kapacitu zdrojů soustavy tak, aby byla zajištěna zabezpečenost dodávky vody do soustavy přesahující 95 %. Bilanční údaje jsou sestaveny v následující tabulce.

Údobí	2000		2010		Využitelné množství pro bilancování	
	prům.	max.	prům.	max.	prům.	max.
	$\text{l.s}^{-1}$					
Hodnoty	prům.	max.	prům.	max.	prům.	max.
Potřeba vody	74,01	102,82	86,60	120,37		
Zdroje:						
Lhotka	5,25	3,63	5,25	3,63	5,25	3,63
ÚV Žďár n/s.	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00
Přivaděč Vír	23,76	54,24	36,35	55,00	55,00	55,00
Přív. Mostiště	-	-	-	16,74	50,00	50,00
Zdroje celkem	74,01	102,87	86,60	120,37	155,25	153,63

## Závěr

K zvyšování možných odběrů vody z nádrže Staviště pro vodovod Žďár nad Sázavou nad  $45 \text{ l.s}^{-1}$  nejsou, dle provedeného rozboru záznamů o provozu nádrže v minulém období, objektivně přijatelné předpoklady. Pokud by měla být možnost intenzifikace odběrů vody i nadále sledována, pak je nezbytné vybudovat limnigrafickou stanici a začít měřit přítoky do nádrže.

Z kvantitativního hlediska se jeví nutnost zapojení všech zdrojů soustavy:

Jímací území Lhotka s odběrem  $3.63$  až  $5.25 \text{ l.s}^{-1}$

Úpravna vody Žďár nad Sázavou s odběrem  $45.0 \text{ l.s}^{-1}$

Přivaděč Vír Žďár nad Sázavou s odběrem  $55.0 \text{ l.s}^{-1}$

Přivaděč Mostiště s odběrem  $50.0 \text{ l.s}^{-1}$ .

Ve studii byl proveden výpočet potřeby vody a bilance potřeb a zdrojů pouze z kvantitativního hlediska, jak bylo stanovenno zadáním studie. Na skutečném provozu vodárenské soustavy a na rozklíčení odběrů z jednotlivých zdrojů se budou významně podílet i ekonomické, kvalitativní a ostatní aspekty, které budou vyžadovat další podrobnější studijní úkony. Teprve na jejich podkladě bude možno připravit návrh dispečinkového systému řízení vodárenské soustavy.

## Podklady

1. Manipulační řád nádrže Staviště, Povodí Vltavy, 1982
2. Etapové zprávy o výsledcích technicko bezpečnostního dohledu za období 1981-93, VRV-TBD Praha
3. Nádrž Staviště - využití retenčního prostoru pro zásobování vodou. Stanovisko Povodí Vltavy - útvar TBD Praha, 1994
4. Nádrž Staviště - trvalé zvýšení max. hladiny zásobního prostoru o 1 m na kótě 582.00 m n.m. Vyjádření a.s. Vodní díla - TBD Praha, 1994

5. Údaje o realizovaných odběrech vody pro Žďár nad Sázavou a okolí za období 1982-94.  
Vodárenská a.s., divize Žďár nad Sázavou, 1994

6. Prozatimní směrnice pro výpočet potřeby pitné vody, VÚV 1992

7. Metodika bilancování potřeb a zdrojů vody, VÚV pob. Brno 1993

*Ing. Jaromír Hlavínek*

Habrová 2

644 00 Brno

*Ing. Jaroslav Sochorec*

Kuršova 18

635 00 Brno



# Zásobení města Žďár nad Sázavou pitnou vodou z nádrže Staviště

*Milan Bilík*

*Milan Jokl*

Příspěvek pojednává o možnosti zvýšení odběru vody pro vodárenské účely z nádrže Staviště, kvalitě této vody, podmínkách pro intenzifikaci dosavadní úpravny a jejího dalšího využití.

## 1. Úvod

Vodárenská nádrž Staviště s úpravnou vody byly budovány začátkem padesátých let. Původně navržená kapacita úpravny 21 l/s byla později rekonstrukcí zvětšena na 42 l/s (3), jejmž důsledkem však bylo výrazné snížení vypouštěného množství vody z nádrže pod obvykle požadované minimum 355 denní vody, které je na Stavišti 28 l/s. Do koryta pod nádrží se ve skutečnosti nevypouštělo ani manipulačním řádem předepsaných 10 l/s, takže docházelo k degradaci toku a odluhované nádrži.

Odebírané množství surové vody pro úpravnu je ovlivňováno nejen vodohospodářskými podmínkami, ale i kvalitou surové vody a kapacitou přívodního potrubí do úpravny. Odebíratelné množství klesá v letních a podzimních měsících až na 26 l/s a vyskytuje se i období, kdy vodu z nádrže nelze odebírat, neboť je neupravitelná.

## 2. Vodohospodářské řešení nádrže

Zásobní prostor nádrže, uváděný v manipulačním řádu 387 650 m<sup>3</sup>, nelze celý využívat pro nalepšení průtoků, což nebylo respektováno v dřívějších výpočtech (1,2,3). Jak vyplývá z provozních údajů úpravny vody a nádrže, využíval se objem cca 250-300 tis. m<sup>3</sup>, pro který činí zaručené nalepšení asi 45 l/s. Odečteme-li ztráty vody z nádrže a nyní nerealizovaný asanační průtok 10 l/s, zbývá zaručený odběr surové vody pro úpravnu cca 30 l/s. V případě zajištění průtoku Q<sub>355</sub> pod nádrží 28 l/s snížil by se zaručený odběr surové vody na cca 12 l/s.

Odběr surové vody v množství 60 l/s, uváděný dle (1), by byl možný jen krátkodobě z přirozených průtoků při plném zásobním prostoru. Při poklesu hladiny v nádrži pod max. zásobní hladinu by bylo třeba odebírané množství surové vody výrazně snížit a potřebné množství vody zajistit odběrem z Víru nebo z Mostiště (1).

### **3. Kvalita surové vody z nádrže**

Nádrž Staviště o malém využitelném objemu 300 tis. m<sup>3</sup> a průměrné hloubce jen 3 m akumuluje vodu odpovídající kvality: teplota kolísá ve značném rozpětí až 21°C, s tím souvisí sezonní nadměrné biologické oživení s následnými chuťovými a pachovými závadami, značně se zvyšuje koncentrace dusičnanů na jaře, amoniaku a mangantu v létě, organických látek a zákalu po vydatných deštích. Zlepšení kvality nelze očekávat s výjimkou snížení koncentrace dusičnanů, které by bylo možné po letech omezené aplikace dusíkatých hnojiv.

Podle provozních zkušeností je voda hůře upravitelná v obdobích nízkého stavu hladiny v nádrži, občas až neupravitelná, obdobně je voda hodnocena i podle ČSN 752214. Z těchto důvodů lze prakticky odebírat vodu k úpravě po úroveň hladiny 5,5 m nad dnem. Kvalita vody z nádrže Staviště bude zákonitě vždy horší proti nádrži Mostiště a výrazně horší než u hluboké nádrže Vír.

### **4. Podmínky pro zvětšení kapacity úpravny**

Technologický proces úpravny vody je dvoustupňový. Po dávkování síranu železitého resp. polyelektrolytu a po míchání prochází voda 2 čířiči, pískovými filtry a po neutralizaci vápnem se desinfikuje chlorem. Po několika modernizačních úpravách uvažuje nyní provoz úpravny zlepšit chuťové vlastnosti vody nahradou chloru vhodnějším chlordioxidem; dále by bylo možné zlepšit funkci filtrů s aktivním uhlím výměnou staré náplně.

Zatímco filtrace probíhá s malou rezervou výkonu, jsou čířiče kritickým prvkem kapacity úpravny 42 l/s při dobré kvalitě surové vody. Čířiče jsou citlivé na změnu kvality surové vody a proto při jejím zhoršení je nutné snížení výkonu čířiců a celé úpravny. Dále jsou citlivé na náhlé změny průtoku, proto úpravna s čířiči není vhodná pro náhlé provozní změny přítoku surové vody.

Zvýšení kapacity úpravny je podmíněno přístavbou mísiče, dalšího čířiče a filtrů na stísněném prostoru a propojovacích potrubí a armatur. Rovněž odběrné potrubí DN 250 z nádrže do úpravny by bylo třeba nahradit, neboť malou průtočností je již dnes omezujícím faktorem odběru při nižších stavech hladiny v nádrži. Zvětšení kapacity odběru a úpravny na 60 l/s, uváděné v kap. 2 a v (1), by tedy vyžadovalo rozsáhlejší dostavbu o investičním nákladu kolem 32 mil. Kč (3).

Podle Technickoekonomických rozborů 1993 byly provozní náklady na dodávku 1 m<sup>3</sup> pitné vody ze Staviště Kč 3,30, z Mostiště 3,50 Kč a z Víru 5,20 Kč. Rekonstrukcí úpravny na 60 l/s by se však provozní náklady zvýšily na 6,09 Kč při celoročním odběru tohoto množství,

které však nelze zabezpečit. Skutečné provozní náklady na dodávku 1 m<sup>3</sup> vody by byly značně vyšší. Dodávka deficitního proměnného množství vody ze zdrojů Mostiště nebo Vír by tedy byla evidentně ekonomičtější než z nákladně rozšířené úpravny Žďár (Staviště), využívané jen krátkodobě po dobu možného zvýšeného odběru z nádrže.

## 5. Závěr

Z provozních údajů úpravny jednoznačně vyplývá, že z nádrže Staviště nelze zaručit odběr vody trvale zvýšený proti dosavadní praxi. Toto větší množství, např. zmíněných 60 l/s bylo by možno odebírat jen krátkodobě z přirozených průtoků. Upřesňováním hydrologických údajů a vodohospodářských řešení nádrže Staviště nelze dospět k novým praktickým závěrům, které by mohly být rozhodující pro návrh zvětšení kapacity úpravny vody. Rekonstrukce úpravny na větší výkon je především záležitostí ekonomickou, neboť dojde k výraznému zvýšení provozních nákladů na dodávku pitné vody.

Poněvadž z nádrže Staviště nebylo možno již dříve zajistit dostatek pitné vody pro Žďársko, bylo město napojeno na skupinový vodovod z Víru s odběrem až 55 l/s a později na skupinový vodovod z Mostiště s odběrem až 55 l/s. Předpokládáme-li potřebu vody v r. 2010 pro Žďár nad Sázavou a okolní obce 120 l/s, pak podstatnou část do 105 l/s kvalitní pitné vody lze podle dřívějších rozvah zajistit zdroji Vír a Mostiště a zbytek ze zdrojů Lhotka a Staviště. Z tohoto komplexního kvantitativního pohledu na celý systém zásobení Žďárska pitnou vodou je třeba posuzovat budoucí využívání vodárenské nádrže a úpravny Staviště. Současnou skutečností je, že zdroj Staviště již svůj podíl při zásobení Žďáru pitnou vodou splnil a není již hlavním článkem vodárenské soustavy.

## **6. Použité materiály**

(1) Broža V., Nacházel K.:

Posouzení zásobní funkce nádrže Staviště. ČVÚT Praha, 1994

(2) Hlavínek J., Sochorec J.:

Nádrž Staviště - možnosti intenzifikace odběrů a výhledové potřeby pitné vody v oblasti Žďár nad Sázavou, Výzk. ústav vodohosp. TGM, Brno, 1994

(3) Bilík M., Jokl M.:

Oponentní posouzení zásobení Žďáru nad Sázavou pitnou vodou. Brno, 1994

*Ing. Milan Bilík*

Komprdova 15

Brno

*Ing. Milan Jokl*

Mučednická 38

Brno

# Oponentské vyjadrenie k dvom štúdiám

## "Intenzifikácie nádrže a úpravne vody S T A V I Š T Ě"

*Lukáč Michal*

Vodné dielo Staviště na rovnomennom toku bolo uvedené do prevádzky pred viac ako 25. rokmi, v r. 1969. Jeho účelom je: Zaistiť vodárenské odbery pre miest Žďár n. Sázavou v množstve -  $40 \text{ l.s}^{-1}$ , min. prietoky v toku pod priehradou -  $Q_{\min} = 10 \text{ l.s}^{-1}$  a ochrana pred povodňami. Nádrž je charakteristická nízkymi súčiniteľmi nadlepšenia ( $\alpha = 0,27$ ) a akumulácie ( $\beta = 0,07$ ). To poukazuje na nedostatočné využitie hydrologického potenciálu povodia i nádrže samotnej, čo je v rozpore s rastúcimi nárokmi mesta na vodu. Je len logické, že magistrát mesta Žďár hľadá možnosti, ako za tým účelom čo najefektívnejšie využiť práve zdroj najbližší, nádrž Staviště. To, či je toto riešenie možné sa pokúsili zodpovedať dve štúdie. Prvá - štúdia ČVÚT Praha dáva pozitívnu odpoveď (1). Opačný názor vyslovili spracovatelia štúdie druhej z VÚV - T.G.M, pobočka Brno (2). Autor príspevku vo svojom oponentskom posudku na marge oboch dospevia k názoru, že sa líšia nielen výsledkami, ale aj filozófiou prístupu k úlohe, či hľbkou analýzy možných vplyvov na získané výsledky.

V ďalšom preto uvádzam podstatné časti svojho oponentského posudku (3).

### Stručná charakteristika doterajšej prevádzky VD

Z preštudovania "Manipulačního rádu" (4) z r. 1982 vyplýva, že nádrž s parametrami:

- \* stály objem:  $V_s = 28.390 \text{ m}^3$
- \* zásobný objem:  $V_z = 387.650 \text{ m}^3$
- \* retenčný objem:  $V_r = 139.420 \text{ m}^3$
- a celkový:  $V_c = 555.460 \text{ m}^3$

s plochou povodia  $S_p = 17,48 \text{ km}^2$  (úhrn zrážok  $\bar{h} = 730 \text{ mm}$ ), zaistuje odber surovej vody v množstve  $Q_n = 40 \text{ l.s}^{-1}$  a minimálny - sanačný odtok  $Q_{\min} = 10 \text{ l.s}^{-1}$ , bez uvedenia zabezpečenosťi. Hodnoty uvedených parametrov nádrže boli stanovené na základe odvodených hydrologických pomerov (bližšie nedefinovaných) - priemerných mesačných prietokov za obdobie 1931-40 analógiou. Na rezervy v kapacitných možnostiach nádrže - ako zdroja vodárenských odberov - upozorňovali nielen nízke hodnoty charakteristik  $\alpha, \beta$ , ale aj dlhodobé jałowé - nevyužité odtoky cez bezpečnostný priečad. Na druhej strane verifikáciu

projektom stanovených parametrov nádrže stázuje fakt, že dosiaľ absentuje limnigrafická stanica Č-HMÚ.

Skôr citované študie ČVÚT Praha a VÚT Brno v odpovedi na možnosť intenzifikácie nádrže Staviště pre zaistenie rastúcich nárokov mesta Žďár n. Sázavou dospievajú k rozdielnym výsledkom. Výsledky analýzy oboch štúdií uvádzam v ďalšom.

## 2. Štúdia ČVÚT Praha

Spracovatelia štúdie si stanovili tieto dielčie ciele:

- \* posúdiť možnú mieru nadlepšenia (v závislosti na kvalite hydrolog. podkladov a zabezpečenosťi),
- \* zvážiť možnosti súčinnosti nádrže s podzemnými zdrojmi,
- \* vypracovať zásady pre efektívnejšiu manipuláciu v zásobnom priestore nádrže.

Ďalej budem analyzovať uvedené dielčie ciele.

### 2.1 Posúdenie možných odberov z nádrže Staviště

Riešitelia súc vedomí významného vplyvu podkladov na celkové výsledky riešenia venujú primeranú pozornosť analýze hydrologických podkladov. Dĺžka alternatívnych časových radov sa pohybuje od 10 (1931-40) do 38 (1956-93) rokov. Boli získané analógiou z profilu Žďár n. S., pričom riziko tohto analogónu (ovplyvneného antropogénnou činnosťou) bolo podrobenej dôkladnej analýze v snahe ho eliminovať.

Z porovnania základných štatistických parametrov najkratšieho (1931-40) :

$\bar{Q}_a = 184 \text{ l.s}^{-1}$ ,  $Q_a^{\max}/Q_a^{\min} = 284/82 \text{ l.s}^{-1}$  a najdlhšieho (1956-93) radu:  $\bar{Q}_a = 165 \text{ l.s}^{-1}$ ,  $Q_a^{\max}/Q_a^{\min} = 282/53 \text{ l.s}^{-1}$  a  $\bar{C}_v = 0,357$  vyplývajú jednoznačne nepriaznivejšie vstupy dlhšieho radu.

Vlastné stanovenie možných odberov pri známych hodnotách zásobného objemu -  $V_z = 387.650 \text{ m}^3$  (resp. možný  $V_z' = 527.070$ ) i návrhovej zabezpečenosťi  $P_t = 100\%$  a  $97,5\%$  (v súhlase s ČSN 73 6815) teda úlohy:

$$Q_n = f(V_z, P_t)$$

je riešené v dvoch metódami - bilančnou a pravdepodobnosťou (Andrejanova metóda).

Výsledky riešenia bilančnou metódou na 4 časových radoch mesačných prietokov sa pohybujú pre:

$$V_z = 387.650 \text{ m}^3 \text{ a } P_t = 97,5 \% \text{ v rozmedzí:}$$
$$Q_n = 53 \text{ (1980-91) až } 70 \text{ l.s}^{-1} \text{ (1956-89), resp. pre}$$
$$V_z' = 527.070 \text{ m}^3 \text{ a } P_t = 97,5 \% : Q_n = 76 \text{ l.s}^{-1} \text{ (1956-89).}$$

Takto získané výsledky sú verifikované metódou Andrejanova (v zmysle čl. 35 citovanej ČSN) avšak v závislosti na  $P_o$ :

$$Q_n = f(V_z, P_o)$$

z tohto riešenia vyplynulo možné nadlepšenie:  $Q_n = 65 \text{ l.s}^{-1}$  pre  $P_o = 90 \%$ , čo korešponduje v zmysle ČSN s  $P_t$  98 %. Takto získané výsledky sú dobre porovnatelné s bilančnou metódou na časovom rade:

$$1956 - 93 : Q_n = 62 \text{ l.s}^{-1} P_t = 97,5 \%$$

resp.

$$1956 - 89 : Q_n = 70 \text{ l.s}^{-1} P_t = 97,5 \%$$

V záverečnom vyjadrení spracovatelia štúdie (1) definujú teoretický odber  $62 - 65 \text{ l.s}^{-1}$  (s uvážením možných chýb a strát). Takto pragmaticky stanovené výsledky dávajú jasnú odpoveď na prvý dielčí cieľ štúdie. Otvorenou otázkou je nadlepšenie  $Q_{min}$  do toku pod priehradou.

## 2.2 Efekt prevodu vody pravostranného prítoku

Pravostranný prítok má: plochu povodia  $S_p = 0,98 \text{ km}^2$ ,  $\bar{Q}_a = 9,4 \text{ l.s}^{-1}$  a  $Q_{min} = 1 \text{ l.s}^{-1}$ . Vzhľadom na veľkosť  $Q_{min}$  i synchrónny hydrologický režim považujem názor riešiteľov, že prínos prevodu nie je efektívny, za racionálny. Možno tiež súhlasiť s názorom, že tento pravostranný prítok môže (do istej miery) kompenzovať absenciu nadlepšenia  $Q_{min}$  do toku pod priehradou počas kritických situácií. K tomu však treba súhlas príslušného vodoprávneho orgánu. Objektívne však treba konštatovať, že počas kritických situácií (u vodárenských nádrží) nie je požiadavka MP (MŽ) dôsledne dodržiavaná. V tejto súvislosti možno uviesť príklady viacerých vodárenských nádrží na Slovensku (Hriňová, Bukovec II a Klenovec) podľa (5).

### 2.3 Súčinnosť nádrže s podzemnými zdrojmi

Pramenište "Lhotka", vo výške 670-710 m n.m. sa využíva pre zásobenie mesta Žďár od r. 1931 (1). Jeho výdatnosť bola odhadnutá najprv v rozmedzí  $6,7 - 9,5 \text{ l.s}^{-1}$ , avšak merania v poslednom období (z r. 1993) poukazujú na zväčšenie rozptylu v rozmedzí:  $3,5 - 9,5 \text{ l.s}^{-1}$ .

Možno súhlasiť s názorom riešiteľov, že súčet odberov: prameň Lhotka + odber z nádrže =  $Q_n (P_d)$ , t.j.  $60 \text{ l.s}^{-1}$ . Na druhej strane si treba uvedomiť, že prameň je prirodzený - neregulačný zdroj. Vzhľadom na lepšiu kvalitu pramenitej vody je treba pri zvýšenej výdatnosti využiť toto disponibilné množstvo a nádrž využiť na kompenzáciu potrebného množstva. Pre úplnosť treba uviesť, že k dispozícii sú aj ďalšie zdroje (privádzač z nádrže Vír a Mostiště), ktoré možno využiť ako zálohové (prie ich väčšiu energetickú náročnosť).

### 2.4 Zásady manipulácie v zásobnom priestore nádrže

Riešitelia štúdie vypracovali zásady manipulácie s hladinou v nádrži definované dispečerským grafom. Tento graf zostrojený na základe výsledkov riešenia radu 1956 - 93 zabezpečuje  $Q_n^{\text{e}} = 60 \text{ l.s}^{-1}$ . Súčasťou zásad manipulácie sú aj čiary prekročenia jalových odtokov pre 2 návrhové obdobia (1956-93, resp. 1956-89), resp. aj pre hodnoty zásobného objemu:  $V_z = 387.650 \text{ m}^3$  (skutočný), resp.  $V_z' = 527.070 \text{ (možný)}$ . Z riešenia je veľký počet jalových prepadov 291 - 376 (pre  $V_z$ ), resp. 274 - 301 (pre  $V_z'$ ). Na ich zamedzenie a efektívnejšie využitie potenciálu povodia v prospech vodárenských odberov uvažujú aj zväčšenie zásobného objemu. To si vyžaduje vytvorenie pripadu hradiacou konštrukciou. V posudku k stúdiám som uviedol, že v záujme kvality odberov vody, z hladiny blízkej min. je vhodné jej úroveň zvýšiť o 2,0 m, t.j. do úrovne: 577,0 m n.m. V tejto súvislosti je treba posúdiť mieru prevýšenia koruny priehrady nad max. hladinu v nádrži (3).

## **3. Štúdia VÚV - T.G.Masaryka Brno**

Z jej preštudovania je zrejmé, že si kladie za cieľ hlavne oponovať, či verifikovať - s poznatkami reálnej prevádzky nádrže - výsledky skôr analyzovanej štúdie ČVÚT.

Je rozdelená na dve - relatívne samostatné časti, zaobrajúce sa:

- \* zhodnotením možnosti zvýšenia odberov z nádrže Staviště z hľadiska širších súvislostí,
- \* výhľadovými potrebami pitnej vody v oblasti Žďár nad Sázavou.

Hĺbka spracovania oboch častí však nie je rovnaká a vyznieva v prospech časti dva. Závery prvej časti do značnej miery determinujú aj výsledky jej druhej časti, najmä pokiaľ ide o kapacitu disponibilných zdrojov. K obom časťam sa vyjadrim jednotlivo.

### 3.1 Možnosti zvýšenia odberov pitnej vody z nádrže Staviště

Riešiteľ tejto časti rieši najprv na základe kritických období - vyprázdňovania nádrže v období 1982-93, robí: závery o jej kapacite (nadlepšovacej schopnosti), resp. prítokoch do nádrže. V ďalšej časti na 3 časových radoch rieši úlohu  $V_z = f(Q_n)$  bez uváženia zabezpečenosťi, namiesto úlohy:  $Q_n = f(V_z, P)$ . Výsledky takto získané treba považovať minimálne za veľmi približné a ľažko porovnatelné so štúdiou (1). Vo svojom posudku som uviedol podrobne výhrady; na tomto mieste uvádzam len niektoré z nich:

- \* Kritické obdobia porúch nie dosť jednoznačne definované (iba začiatok a koniec poruchy a nie jej časový priebeh), čo môže viest k alternatívnym výsledkom riešenia (hodnôt prítoku i možných odberov);
- \* Vo výpočtoch sa narába z priemernými hodnotami (hladín, objemov) za veľký časový interval 132-261 dní a takto získané (spriemerované) hodnoty sa porovnajú napr. s priemernými mesačnými prítokmi podľa údajov Č-HMÚ, čo je min. nesprávne.
- \* Riešením úlohy  $V_z = f(Q_n)$  nedáva kvalifikovanú odpoveď na otázku možných odberov z nádrže Staviště, v závislosti na ich zabezpečenosťi ( $P_i, P_o$ ).

### 3.2 Výhľadové potreby pitnej vody v záujmovej oblasti

Táto časť štúdie je spracovaná pečlivejšie a prehľadne. Odhad poklesovej fázy potrieb (91-95) o 15-20 % oproti max. r. 1990 dobre korešponduje s podobnými odhadmi na Slovensku. Autor dospevia k odberom:  $62-80 \text{ l.s}^{-1}$  (v r. 1995), resp.  $74-94 \text{ l.s}^{-1}$  (v r. 2000). S takto definovanými potrebami sú porovnávané 4 disponibilné zdroje - 1 podzemný (Lhotka) a 3 povrchové - nádrž Staviště (resp. doplnkové a výhľadové: nádrže Vír a Mostiště).

Zo štúdie (2) nevyplýva rozdiel v kvalite povrchových zdrojov. Zásadný rozdiel medzi troma povrchovými zdrojmi spočíva však v hľadisku energetickej náročnosti na dopravu ku konzumentovi. Zatiaľ, čo z nádrže Staviště je možné vodu privádzať gravitačne (nádrž nad

konzumentom), ďalšie dva si vyžadujú trvalé prečerpávanie, ako to vyplýva z amplitudy  $\Delta H > 100$  m:

- \* nádrž Vír má rozmedzie kolísania hladín:  
433 - 469 m n.m.,
- \* nádrž Mostiště má rozmedzie kolísania hladín:  
459 - 478 m n.m.

Zohľadnenie energetickej náročnosti na dopravu vody môže posunúť intenzívnejšie využívanie nádrže Staviště do ekonomickej výhodnejších polôh aj v budúcnosti, ako som to analyzoval v tabelárnom prehľade potrieb a zdrojom vody - tab. 3 (3).

#### 4. Závěry

Celkové závery týkajúce sa oboch štúdií zohľadňujú popri samostatných výsledkoch:

- \* súlad použitých metód a postupov s platnými normatívmi,
- \* energetickú náročnosť na dopravu (zdroj konzument),
- \* bilancie potrieb vody k r. 2000, resp. 2010.

Štúdia ČVÚT Praha je spracovaná komplexne, aplikuje odporúčané normatívne postupy. Kriticky narába s nepriamymi hydrologickými podkladmi a zvažuje možné riziká. Využitím jalových odtokov a racionálnejším využívaním nádrže Staviště podčiarkuje jej význam nielen pre súčasnosť, ale i do blízkej budúcnosti. Takto znižuje aj energetickú náročnosť zásobenia aglomerácie Žďár nad Sázavou; približne nevylučuje pri kritických situáciách - za hranicu návrhovej zabezpečenosťi - aj zapojenie ďalšieho povrchového zdroja - nádrže Vír.

Štúdia VÚT - T.G.M. Brno je rozdelená do 2 samostatných častí, avšak ich blibka spracovanie je rozdielna. Vyznieva v prospech časti dva. Celkové závery štúdie sú však determinované málo presvedčivými výsledkami prvej časti. Argumenty jej riešiteľov, spochybňujúce výsledky štúdie ČVÚT považujem za nedostatočne podložené, najmä preto, že sa opierajú o:

- \* približné výpočtové postupy určenia prítoku do nádrže,
- \* nevhodné metódy, či metodiky riešenia úlohy:  $Q_n = f(V_z; P_0)$ .

Naviac sa v štúdiu VÚT nezohľadňuje hľadisko trvalej energetickej náročnosti na dopravu vody ku konzumentovi. Pre budúcnosť považujem za najdôležitejšie vykonávať čo najskôr

podrobne prevadzkové merania o prítokoch, odberoch a stratách z nádrže. Len pomocou nich bude možné objektívne posúdiť, ten ktorý výpočtový model.

### Literatúra a podklady

- (1) Nacházel, K. - Broža, V., a ď.:  
Posouzení zásobní funkce nádrže Staviště ve Žďáru nad Sázavou. Studie FS-ČVÚT, Praha, 1994
- (2) Hlavinek, J. - Sochorec, J.:  
Nádrž Staviště - možnosti intenzifikace odběru a výhledové potřeby pitné vody v oblasti Žďár nad Sázavou. Studie VÚT - T.G.Masaryka, Brno, 1994
- (3) Lukáč, M.:  
Oponentský posudok štúdií ČVÚT Praha a VÚV - T.G.M. Brno, na zváčšenie zásobného objemu nádrže Staviště a úpravny vody
- (4) Manipulační řád nádrže Staviště, z r. 1982
- (5) Lukáč, M. a kol.:  
Vplyv nádrží na zmenu hydrologického režimu toku v koryte pod Přehradou. VÚ: II/5-2/8, SVŠT Bratislava, 1985

Doc. Ing. Michal Lukáč, CSc.  
Stavebná fakulta STU  
Radlinského 11  
813 68 Bratislava

# Provoz úpravny vody Žďár nad Sázavou

*Petr Havlíček*

*Karel Fuchs*

## 1. Stručný popis úpravny vody

Stávající úpravna vody Žďár nad Sázavou odebírá surovou vodu z nádrže Staviště (celkový objem 555 tis. m<sup>3</sup>, zásobní prostor 387,6 tis. m<sup>3</sup>), vodoprávně povolený odběr je 40 l/s.

Původní kapacita úpravny při uvedení do provozu v roce 1954 byla 27 l/s. V roce 1968 podle projektu Hydroprojektu byla kapacita úpravny rozšířena na 50 l/s přístavbou 2 rychlofiltrů, rozšířením chemického hospodářství, rekonstrukcí a přístavbou skladu chemikálií. Úpravna je provozována v posledních čtyřech letech s průměrnou výrobou kolem 36-37 l/s, výkony úpravny za posledních 10 let jsou zřejmě z odběrového grafu ve studii VÚV, zpracovaného z měsíčních údajů poskytnutých pro studii divize VAS, a.s. Žďár nad Sázavou.

Surová voda přitéká do ÚV přes dvoukomorovou sedimentační nádrž do mísiče, kde se přidávají chemická čířidla, poté následuje čiření a následně filtrace na pískových rychlofiltrech. Poté se voda hygienicky zabezpečuje. Upravená voda se čerpá z akumulace do vodojemů horního tlakového pásma města, kapacita úpravny je omezena vlastní hydraulickou dimenzí a stavem kvality surové vody v nádrži Staviště. Technický stav úpravny, co do strojního a hlavně elektrozařízení, je na hranici životnosti, úpravna vyžaduje rekonstrukci, modernizaci a hlavně automatizaci, která sníží počet pracovníků potřebných pro obsluhu a tím sníží provozní náklady.

## 2. Kvalita surové vody

Stav jakosti surové vody ve vodárenské nádrži Staviště za posledních 5 let hodnotí VAS a.s. takto (výtah z podrobné hodnotící zprávy):

Jakost surové vody z hlediska ukazatelů ČSN 75 7214 "Surová voda pro úpravu na pitnou" je v nádrži Staviště v kategorii "C", t.j. vyžadují nejméně dvoustupňovou úpravu. V některých - kratších - obdobích, zejména při snížení hladiny v nádrži při nižších přítocích, však má kvalitu kategorie "D", t.j. je nevhodná pro úpravu na vodu pitnou. V takovém období musí úpravna snížit výkon až na polovinu. (Pak je nutná maximální spolupráce dalších zdrojů.)

Jakost byla hodnocena v ukazatelích  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ , CHSK (Mn), Fe, Mn a mikroskopického obrazu. Zvýšená pozornost je věnována dusíku, jehož obsah v nádrži se neustále zvyšuje, z podrobných měsíčních údajů uvádíme rozptyl:

	$\text{NO}_3 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ min. až max.		$\text{NH}_4 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ min. až max.	
rok 1989	10,6	36	0,22	0,60
rok 1990	8,3	43	0,15	0,56
rok 1991	14,3	33	0,31	0,86
rok 1992	8,5	45,5	0,3	0,65
rok 1993	11,3	51	0,3	0,88
rok 1994 I. čtvrtletí	38,4	44	0,38	0,40

přičemž podle ukazatelů vládního nařízení č. 171/92 Sb. je hodnota přípustného znečištění vodárenského toku u dusičnanů maximálně 15 mg/l a u amoniaku 0,5 mg/l. Vyšší koncentrace dusičnanů v období leden - červen je pravděpodobně důsledkem přehnojování zemědělských pozemků v povodí nádrže dusíkatými hnojivy s dusičnanovou formou. Zvýšení koncentrace amoniaku v druhé polovině roku je pravděpodobně způsobeno předzásobním hnojením dusíkatými hnojivy amoniakální formou, pro jejíž předpokládané vázání v půdě není dostatečně kvalitní aktivní skladba půdy (jílovitohumusový sorpční komplex).

V případě dalšího zintenzivnění obdělávání zemědělské půdy (změna vlastnických vztahů) i živočišné výroby lze očekávat stále větší problémy s eutrofizací vody v nádrži a s tím související problémy s upravitelností vody na vodu pitnou budou narůstat. Situace vyžaduje opatření a kontrolu ze strany správce nádrže - Povodí Vltavy.

Charakteristické hodnoty chemizmu a biologie vody v nádrži v rozptylu minimálních a maximálních měsíčních hodnot jsou tyto:

	Fe (mg/l) min. až max.		Mn (mg/l) min. až max.		CHSK (mg/l) min. až max.		mikroskopický obraz (jed./ml.) min. až max.	
rok 1989	0,14	0,48	0,0	0,25	3,6	7,0	120	4 600
rok 1990	0,12	0,36	0,05	0,46	5,20	6,16	360	12 200
rok 1991	0,18	0,48	0,05	1,08	5,28	12,0	60	1 260
rok 1992	0,24	0,48	0,15	0,55	4,32	7,70	200	5 600
rok 1993	0,05	0,35	0,03	0,38	5,06	6,24	48	2 800
rok 1994 I.Q.	0,18	0,22	0,08	0,10	4,96	5,44	200	600

přičemž podle nařízení vlády č. 171/92 Sb. jsou maximální hodnoty pro železo (Fe) 0,5 mg/l, pro mangan (Mn) 0,2 mg/l, pro oxidovatelnost CHSK (Mg) 8,0 mg/l.

Vysoký obsah manganu se projevuje zejména v letních a podzimních měsících. Vše nasvědčuje tomu, že v letní stagnaci se mangan opět uvolňuje ze sedimentů v nádrži zpět do vody a také zřejmě uvolňuje odumřelé biomasy rostlin.

Vysoký obsah železa (markantní nárůst byl v podzimních měsících roku 1992) spolu s manganem činí v některých obdobích nemalé obtíže v technologii úpravy vody.

### 3. Množství vyrobené vody

Množství vyrobené vody pro oblast města Žďáru nad Sázavou je uvedeno v tabulce, kde je pro srovnání uveden leden 1993 (odpovídá spotřebě a odběru v předchozích letech), údaj za celý rok 1993 a dále rok 1994 dle jednotlivých měsíců. Dodávka vody ze zdrojů prameniště Lhotka a úpravny vody Žďár n.S. je maximálně využita kapacita těchto zdrojů. Kolísání v průběhu roku je ovlivněno vydatností nebo množstvím surové vody a u úpravny zejména kvalitou vody. Tyto faktory ve větším nebo menším rozsahu ovlivňují výkony i v průběhu měsíce v jednotlivých dnech.

K údajům o průměrné výrobě vody nutno uvést, že nároky na kapacitu zdrojů je nutno posuzovat s použitím koeficientů denní nerovnoměrnosti - v tomto případě 1,25 - 1,3.

Využití zdrojů vody pro Žďár nad Sázavou a okolí hodnotíme takto:

podzemní zdroj Lhotka kolísá od minima 2,32 l/s v roce 1984 po maximum 6,21 l/s v roce 1988, průměrná hodnota ročních průměrů za 10leté období 1984-1993 je 5,25 l/s.

ÚV Žďár nad Sázavou vyrábila maximální množství vody 47,8 l/s v r. 1986, od té doby se špičky snižují a snižuje se i průměrná roční výroba, v posledních čtyřech letech se roční průměr pohybuje kolem 36-37 l/s, což je zdůvodněno radikálním snižováním vyrobené vody v období nízkých stavů ve VN Staviště, při nichž dochází ke zhoršení kvality surové vody (jak už bylo ve statí o kvalitě surové vody ve VN Staviště konstatováno) a vyšší náročností na technologii úpravy vody.

ÚV lze tedy využívat v rozmezí množství 20-25 l/s při okalových stavech v nádrži do 38 l/s maxima do doby, než bude technologie úpravny rekonstruována, modernizována a automatizována. Až po rekonstrukci lze uvažovat s maximálním množstvím 45 l/s, daným hodnotou dnešního možného vodárenského odběru z nádrže.

Zdroj Vír má využitelnou kapacitu přívodu do Žďáru n.S. 55 l/s, při přednostním využití zdroje Mostiště je minimální nutný odběr 10 l/s.

Zdroj Mostiště může být využíván od roku 1995 na volnou kapacitu nyní intenzifikované úpravny vody 50 l/s, která se bude nárustem potřeby vody v "tradiční oblasti" velkomeziříčská,

bíteška a Třebíče snižovat na 40 l/s cca okolo roku 2005, kdy bude třeba uvažovat s dalším posílením kapacity ÚV. Vzhledem k ekonomickým nárokům na provoz regionálních úpraven a dopravních cest je snahou VAS, a.s. využívat maximálně nejfektivnější ÚV Mostiště.

Z provozního hlediska je nejfektivnější po uvedení přívaděče z Mostiště do Žďáru odstavit a zrekonstruovat ÚV Žďár, po dobu rekonstrukce využívat jako hlavní zdroj Mostiště, Lhotku a doplňky ze zdroje Vír.

#### 4. Závěr

Z pohledu provozovatele je nutno konstatovat, že žádná ze zpracovaných studií a zpráv nehnout komplexně celou problematiku vodárenské soustavy, kterou systém Staviště - Vír - Mostiště je. Z hlediska zásobování pitnou vodou města Žďáru nad Sázavou nelze brát zdroje Vír - Mostiště jako zdroje doplňkové, ale zdroje nezbytné pro současný stav, zejména pro rozvoj v nejbližších letech.

V současné době zpracovává technická divize Vodárenské akciové společnosti, a.s., Brno provozně ekonomickou studii vodárenské soustavy jihozápadní Moravy - tj. Vír - Staviště - Mostiště - Vranov. Hodnocení, výsledky i údaje z této studie budou podkladem pro návrhy rekonstrukcí a investic jednotlivých objektů, úpraven vody a přívaděčů s cílem dosáhnout vyššího provozního a ekonomického efektu provozované soustavy. Týká se to tedy i úpravny vody Žďár nad Sázavou, kde provozovatel navrhne její využití, rekonstrukce a z toho vyplývající nároky na zdroj vody - Staviště. Zpracované studie budou jedním z podkladů tohoto návrhu.

K závěrům kolokvia, pořádaného ERC dne 15.11.1994, lze plně podpořit doporučení pro Povodí Vltavy ke zřízení limnigrafu na přítoku do nádrže Staviště. Je však na zváženou, zda zadat samostatnou technicko-ekonomickou studii zásobování Žďáru nad Sázavou anebo se zapojit do prací na studii celé vodárenské soustavy a samotnou problematiku Žďáru nad Sázavou rozpracovat až před rozhodováním o případné rekonstrukci ÚV Žďár nad Sázavou.

*Ing. Havlíček*

Vodárenská akciová společnost ,a.s.,  
divize Žďár nad Sázavou

*Ing. Fuchs*

Vodárenská akciová společnost, a.s.,  
divize Žďár nad Sázavou

## **Pásma hygienické ochrany VN Staviště**

*Jan Říha*

Okres Žďár nad Sázavou je svým vysočinským charakterem s převahou lesů, především ve své severozápadní části, předurčen k přirozené akumulaci vody a je proto pramenou oblastí v povodí řeky Labe, Vltavy a Moravy.

Nedílnou součástí vodohospodářské bilance žďárského okresu jsou i vodárenské nádrže Vír, Mostiště a Staviště. Tyto přehrady svým charakterem splňují jednak požadavky protipovodňové, současně jsou významným zdrojem technologické vody pro výrobu vody pitné. Ochrana vodárenských nádrží je zajištěna vyhlášenými pásmi hygienické ochrany (dále jen PHP). Tato ochranná pásla byla vyhlášena na základě ustanovení zákona č. 138/73 Sb. o vodách, ve smyslu ustanovení § 12 odst. 5 vyhlášky MZd č. 45/66 Sb., o vytváření a ochraně zdravých životních podmínek, dle § 71 písm. a) zákona č. 20/66 Sb. MZd. o péči o zdraví lidu a dle směrnice MZd. ČR č. 51/79 Sb., hygienických předpisů pro stanovení a vymezení a využívání ochranných pásem vodních zdrojů určených k hromadnému zásobování obyvatel pitnou a užitkovou vodou a pro zřizování vodárenských nádrží. PHO byla vyhlášena bývalými odbory VLHZ JmKNV v Brně na základě návrhu správce nádrže t.j. v případě VN Vír a Mostiště Povodím Moravy Brno, v případě VN Staviště Povodím Vltavy Praha.

Obecně jsou PHO vodárenských nádrží na základě směrnice č. 51/79 Sb. rozdělena na tři ochranná pásla. PHO I. st. je prakticky součástí vodárenských nádrží se zákazem vstupu nepovoleným osobám, PHO II. st. je rozděleno na PHO II. A. vnitřní a PHO II. B. vnější. V těchto pásmech je omezeno hospodaření z hlediska použití chemických přípravků, rychle rozpustných hnojiv, vyloučeno nebo omezeno kejdování a výstavba objektů, které svým charakterem mohou způsobit ohrožení jakosti podzemních a povrchových vod. Rozsah PHO je dán geologickým podložím a spádovostí terénu. V těchto pásmech byla na základě doporučení orgánu hygienické služby zpracována koncepce výstavby čistíren odpadních vod, zejména komunálního charakteru. PHO III. st. vodárenských nádrží zahrnují pouze minimální opatření pro zemědělskou a průmyslovou výrobu. Omezují pouze výstavbu průmyslových objektů, které by mohly být zdrojem toxických látek (těžké kovy), nebo mikrobiolog. znečištění (kasílerie ap.). Rovněž v tomto pásmu jsou přednostně budovány čistírny odpadních vod pro minimalizaci možného negativního ovlivnění vodárenské nádrže a tím i kvality pitné vody.

Oproti výše uvedenému zjednodušenému výčtu hlavních - obecných zásad pro vymezení a využívání ochranných pásem vodárenských nádrží je nutno konstatovat, že VN Staviště má určitá specifika. Jedná se o nádrž příměstskou s celou škálou problémů těchto typů nádrží. Povodí Staviště je zemědělsky intenzivně obhospodařováno a navazuje přímo na okresní město a jeho sídelní oblasti. Tato nádrž je z pohledu stavebního nejmladší a původně byla postavena jako nádrž retenční s požadavkem nadlepšení průtoků v řece Sázavě z hygienických důvodů. Výstavbou této nádrže byl současně posílen tehdy povrchový odběr vody z potoka Staviště pro zásobování města Žďáru pitnou vodou.

Vyhlášením pásem hygienické ochrany dostala nádrž vodárenský statut. PHO I. st. je částečně oploceno a postupem času bylo zalesněno. Správu lesního hospodářství vykonávají lesy ČR Nové Město na Moravě. V I. PHO je zakaz pohybu osob, těžba dřeva je prováděna odbornou organizací a těžební zařízení jako motorové pily a vozidla jsou vybavena ekologickými náplněmi. Druhé pásmo z ohledem na konfiguraci terénu nebylo rozděleno na vnitřní a vnější, hospodaření v něm má však charakter hospodaření ve vnitřním ochranném pásmu, tedy přísnější podmínky. Třetí ochranné pásmo je vedeno po přirozených hranicích v terénu, v tomto případě se jedná o silniční síť. V minulosti existovaly v povodí nádrže v k.ú. Vysoké a Lhotka rybniční plochy, které svým charakterem nadlepšovaly průtoky ve Stavišťském potoce a sloužily jako usazovací nádrže. Během neodborného hospodaření a vlivem meliorací došlo k devastaci těchto děl a jsou prakticky nepoužitelné. V současné době je postupně zpracovávána protierozní ochrana vodárenské nádrže spočívající ve výstavbě suchých poldrů a zatravňovacích pásů. Tento požadavek vznikl po abnormálních srážkách v letních měsících roku 1994. V tomto roce došlo ke splachám do nádrže a to zejména půdy a lesní hrabanky z porostů kolem Staviště. Tato opatření však kolidují s majetkoprávními poměry a vlastnickými vztahy k pozemkům, které byly vráceny jako restituční.

V současné době probíhají polemiky na téma připravované revize směrnice č. 51/79 Sb. MZd a s tím i možné revize vodárenských pásem obecně. Jedni si přejí, aby PHO byla minimalizována s ohledem na změnu režimu hospodaření v nich. Druzí věří, že nový návrh vyzní ještě přísněji než je dnešní. Faktem zůstává, že co se týče kvality vody ve vodárenské nádrži Staviště, její kvalita každým rokem doznává citelné zhoršení, které je logickým důsledkem rozsahu PHO a hospodaření v něm.

MUDr. Jan Říha  
okresní hygienik  
Žďár nad Sázavou

# Ryby a účelové rybí obsádky v nádrži Staviště

*Stanislav Nenadál*

Pitná voda, jejímž zdrojem jsou většinou vodní nádrže se stává limitujícím a podmiňujícím faktorem rozvoje společnosti. Podíl ryb na kvalitu akumulované vody se odhaduje na 10-15%. K biologickým faktorům, které se snaží ovlivnit dynamickou rovnováhu biocenozy vodárenských nádrží je uplatnění ryb v účelových rybích obsádkách.

## Ichtyofauna potoka Staviště

Až do napuštění nádrže byl potok Staviště pstruhovým revírem, kam byl pstruh obecný a pstruh duhový vysazován spolkem Českého rybářského svazu již od roku 1928. V roce 1960 před napuštěním nádrže byl dominantním druhem ichtyofauny pstruh obecný potoční, (*Salmo trutta m. fario*) s hustotou populace 6 960 ks a 649 kg/ha, Nenadál (1967). Vedle pstruha obecného se vyskytoval jelec tloušť (*Leuciscus cephalus*), okoun říční (*Perca fluviatilis*), plotice obecná (*Rutilus rutilus*), hrouzek obecný (*Gobio gobio*). Hojná byla dnes ohrožená vranka obecná (*Gotus gobio*) a střevle potoční (*Phoxinus phoxinus*). Ojediněle se vyskytoval úhoř říční (*Anguilla anguilla*).

## Účelová rybí obsádka salmonidního typu

Po napuštění nádrže vyvstal první problém. Jak obsadit novou nádrž. Ichtyologický výzkum uváděl poznatky o rychle rostoucích pstruzích z nově vybudovaných nádrží (Frank 1959, Balon 1959, Kirka 1962). Předpokládalo se, že predační tlak lososovitých ryb bude dostačující k útlumu nežádoucích planktonofágůnich druhů ryb. Některé zkušenosti a výzkumy z nádrží v Jugoslávii podmiňovaly úspěch na nádržích salmonidního typu pouze za cenu intenzivního vysazování a to po dobu prvních 3-5 let, než se rozmnozí jiné plodné limnofilní druhy ryb, Silloughby (1963).

V roce 1960 byla nádrž obsazena první účelovou obsádkou, která byla doporučena Katedrou biologie KU v Praze. Do nádrže bylo vysazeno 6 674 ks dvouleté násady pstruha obecného. V roce 1961 byla nádrž dosazena pstruhem duhovým (jednoročkem) 4 204 ks. Prvotní účelovou obsádkou bylo do nádrže vysazeno 931 ks/ha obou druhů, to bylo dvakrát více než uvádí Lusk (1983). V dalších letech trvání nádrže salmonidního typu pokračovalo intenzivní vysazování jak pstruha obecného tak pstruha duhového, tab. 1.

Celkem bylo do nádrže vysazeno 20 891 ks (1602 kg) pstruha obecného a 14 766 ks (31 kg) pstruha duhového. Obsádka lososovitých ryb byla jednorázově doplněna kaprem zužitkování benthické složky potravy v celkovém počtu 1 036 ks ( $K_2$  0,25 kg/ks).

Předpokládaný predáční tlak lososovitých ryb se nedostavil. V nádrži se přemnožil populace okouna, plotice, ježdítka a jelce tlouště. Z hospodářského hlediska se salmonidní typ nádrže rovněž neosvědčil. Pstruh duhový zaostával v růstu, dosahoval nízké výtěžnosti 1 kg/ha a nízké návratnosti násad 8,8 %. Vyšší výtěžnost u pstruha obecného 15,8 kg/ha, při návratnosti násad 16,4 % však zdaleka nedosahovala hospodářských výsledků dosahovaných v řece Sázavě a potocích na Žďársku, Nenadál (1967).

Na základě praktických zkušeností podpořených pětiletým ichtyologickým výzkumem byla nádrž převedena na cyprinidní typ s omezenou obsádkou kapra s intenzivním vysazováním candáta a štíky.

Pro převedení nádrže na nový typ nebylo příliš mnoho pochopení. Až mnohem později oprávněnost tohoto rozhodnutí potvrdily zkušenosti z dalších menších nádrží salmonidního typu (Hubenov, Opatovice, Landštejn, Slušovice), Lusk (1983).

#### Účelová rybí obsádka ke sportovnímu využití nádrže

Účelová rybí obsádka v letech 1967-1978 byla podřízena zájmům sportovního rybářství. jejím hlavním nedostatkem byla zhuštěná, až přehuštěná obsádka kaprem, tab. 1. Nádrž Staviště patří do kategorie nádrží s nízkou až nižší střední produktivitou s ročním přírůstkem kolem 20 kg/ha. Podle Walterova vzorce pro výpočet obsádky se měla maximální obsádka kapra pohybovat kolem 50 ks/ha. Koncem sedmdesátých let však dosahovala obsádka kolem 200 ks/ha. Přehuštěná obsádka kaprem při absenci štík spolu s přemnoženými planktonofágymi druhy ryb se musela rychle projevit v úbytku biomasy velkých druhů zooplanktonu (zvláště perlooček), který má při filtraci vody rozhodující význam. Stále zhoršující se kvalita surové vody pro pitné účely si vyžádala změnu v obhospodařování nádrže a radikální změnu v zarybňování.

#### Účelová predáční obsádka

V letech 1978-1990 byla účelová rybí obsádka podřízena vodohospodářským účelům s cílem co nejrychleji potlačit nežádoucí planktonofágy odlovení sítěmi a vhodnou volbou predátorů. Za uvedené období bylo do nádrže vysazeno 10 750 ks candáta obecného, 8 896 ks štíky obecné. Průměrně bylo ročně vysazováno 65 ks/ha candáta a 54 ks/ha štíky. Pokusně byl

vysazen jednorázově amur bílý (*Ctenopharyngodon idella*) a tolstolobík bílý (*Hypophtalmichthys molitrix*). Od roku 1987 byl přisazen sumec velký (*Silurus glanis*) a bolen dravý (*Aspius aspius*), přehled obsádek uvádí tab. 1. Ichtyologický výzkum jsem v tomto období zaměřil na tři okruhy problémů.

1. Aklimatizace introdukovaných býložravých ryb amura a tolstolobíka a zhodnocení jejich biologickomeliorační funkce v podmínkách Žďárských vrchů, Nenadál (1987)
2. Růst a potrava candáta obecného a štíky obecné, jako nepřímý důkaz jejich predáčního tlaku, Nenadál (1984, 1988)
3. Růst a potrava okouna říčního, který byl ve sledovaném období nejvýznamnějším konzumentem zooplanktonu, Nenadál (1984).

Růst amura bílého je v nádrži Staviště pomalý s průměrným ročním přírustkem 17 mm. Ve stáří 11+ dosahovali amuři délky těla  $L_c$  533 mm a hmotnosti 2 998 g. V tomto stadiu nedosáhli pohlavní zralosti a nepřekročili práh fyziologické adaptace. Jeho biologickomeliorační využití v pramenné oblasti Žďárských vrchů je značně omezeno klimatem. Růst tolstolobíka bílého je v nádrži rychlejší. Ve stáří 10+ dosahovali délky těla  $L_c$  598-650 mm, hmotnosti 3 860-4 680 g. Biologickomeliorační funkce při potlačování fytoplanktonu se zdá být významnější než u předešlého druhu, Nenadál (1989). Růst candáta je průměrný, ve stáří 8+ dosahovali candáti délky těla  $L_c$  522 mm a hmotnosti 1825g. V potravě převládala plotice a okoun. Růst štík je v nádrži vzhledem k biologickým možnostem druhu nižší a má klesající tendenci. Lze ho vysvětlit zhoršováním potravních podmínek, které jsou vyvolány intenzivním vysazováním štík a candátů. Hlavní složkou potravy štík je okoun říční 76,6 %. Na zbytku se podílí plotice, jelec tloušť, cejn velký.

Růst okouna říčního je velmi pomalý (kategorie špatný až velmi špatný). Ve stáří 14+  $L_c$  255 mm, W 459 g. Okouni do velikosti  $L_c$  80 mm se živili výhradně zooplanktonem v kterém převládala v jarním období Bosmina longirostris a Daphnia cuculata. Okouni ve stáří 2+ (do  $L_c$  104 mm) se živili zooplanktonem f=67,5% a larvami vodního hmyzu F=45,9%. Okouni ve stáří 4+ a starší se živili rybami. Větší okouni vyvíjejí predáční tlak vůči vlastní populaci. Současný stav ichtyofauny v nádrži Staviště je možno charakterizovat latencí a postupným zanikáním druhů, které se v nádrži nereprodukují (kapr obecný, amur bílý, tolstolobík bílý). Retrogradační populace jelce tloušť. Gradace okouna a plotice je v současné době regulována predáčním tlakem dravců, zvláště štíky. Progradační charakter má populace cejna velkého.

Do budoucna se ichtyologickému výzkumu nabízí dva okruhy problémů:

1. Progradace cejna velkého v nádrži Staviště (růst, potrava, plodnost)
2. Význam bolena dravého v účelové rybí obsádce v nádrži Staviště.

#### Literatura

Lusk S. et al. (1983):

Účelové rybí obsádky v údolních nádržích. In: Technicko-provozní rozvoj vodního hospodářství, hlavní úkol č. 8, ed. UVČSAV Brno

Nenadál S., (1967):

Význam pstruha obecného potočního a pstruha duhového pro rybářské využití údolní nádrže Staviště. 99 pp., ms. (Dipl. práce: depon. in VŠZ Brno)

Nenadál S., (1984):

Ichtyofauna účelové vodní nádrže Staviště a její vývoj. 10 pp., ms. (Expertizní zpráva, depon. in Povodí Vltavy Praha)

Nenadál S., (1987):

Růst amura bílého (*Ctenopharyngodon idella* Val.) v účelové vodní nádrži Staviště v pramenné oblasti Žďárských vrchů. Vertebrat. zprávy, 1987: 57-60

Nenadál S., (1988):

Význam štíky obecné (*Esox lucius*) v účelové rybí obsádce v nádrži na pitnou vodu Stavišti. Přír. sborník Západomoravského muzea v Třebíči 16: 11-16

Nenadál S., (1989):

Introdukce ryb v pramenné oblasti Žďárských vrchů. Vlastivědný sborník Vysočiny, odd. věd přír. IX: 183-187

Nenadál S., (1991):

Ichtyofauna vodárenské nádrže Staviště a její vývoj. Vlastivědný sborník Vysočiny, odd. věd přír. X: 175-185

Ing. Stanislav Nenadál

Okrúžní 60/10

591 01 Žďár nad Sázavou 3

Tab. 1 - Účelové rybí obsádky v nádrži Staviště za léta 1960-1990

Rok	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1960	6674		1 036						
1961	5281	5204							
1962	5556	2003							
1963	2652	1557							
1964	728	1998							
1965		4000							
1966				4076					
1967			457	800					
1968			856	1040					
1969			848	5350					
1970			1350	1500					
1971			1750	1900					
1972			792	336					
1973			2117	2000					
1974			1574						
1975			2256	340					
1976			2221	507					
1977				1200					21
1978				900					
1979				5000	1600	600	600		
1980					1420				
1981					326				
1982				2500	500				
1983					500				
1984					400				
1985				300	1000				
1986				1050	500				
1987					500			1000	20
1988				1000	650				140
1989					1000				30
1990					500			1200	400

Vysvětlení symbolů:

A - *Salmo trutta*, B - *Salmo gairdnerii*, C - *Cyprinus carpio*, D - *Stizostedion lucioperca*, E - *Esox lucius*, F - *Hypophthalmus molitrix*, G - *Ctenopharyngodon idella*, H - *Aspius aspius*, I - *Silurus glanis*

## Z historie zásobování města Žďár nad Sázavou vodou

*Jiří Havel*

V období, kdy se setkáváme v každodenních rozhovorech mezi spoluobčany o kvalitě, množství a hlavně ceně pitné vody, je dobré si připomenout některé drobnosti z počátků zásobení vodou ve městě Žďáře nad Sázavou a okolí.

V roce 1933 bylo ve Městě Žďáře kolem 3 428 obyvatel a město nemělo dosud žádný řádný vodovod. Voda povrchová se sváděla dřevěným potrubím do kašen, což způsobovalo hlavně v zimě za silnějších mrazů četné závady. Kromě toho se voda pitná odebírala z "otevřených pramenů" - studní, které nebyly zvláště chráněny před znečištěním.

Nehledě k občasným nedostatkům vody, byla obava při rostoucí hustotě osídlení ze zdravotní závadnosti dodávané vody.

Z těchto důvodů se také město rozhodlo vybudovat řádný vodovod.

Po prozkoumání okolí města, bylo vzato v úvahu šest pramenů vyvěrajících na k.ú. Sklené, Lhotka a Jiřkovice s výškovou polohou umožňující zřízení gravitačního vodovodu. Počátkem roku 1931 bylo zádáno ověření vydatnosti pramenů firmě Ing. Jul. Schmalze z Olomouce. Tato firma zachytily vodu jímacími zářezy v celkové délce cca 150 m, hloubky 3,30 m. Periodickým měřením v letech 1931-1932 byla zjištěna tato vydatnost:

Hrdlovka	ø 3,10 l/s	min. 2,16 l/s
Stříbrný	2,00	2,00
Horní	2,17	1,08
Vlachovka 1 a 2	2,23	1,45
*****		
Celkem	ø 9,50 l/s	min. 6,69 l/s

Na základě tohoto příznivého výsledku prací pověřilo Město Žďár firmu Schmalz vypracováním podrobného projektu stavby. Projekt byl vypracován v r. 1932 a řeší jak zásobení města, tak připojení obcí Zámek Žďár, Počítky, Lhotka a Vysoké.

Pro výpočet potřeby vody orientačně uvažoval projektant se 30 l na osobu a den, 30 l na továrního dělníka, 50 l na jeden kus velkého a 15 l na 1 kus malého dobytka a 5 l na 1 kus drůbeže. Celkem tedy potřeba vody činila 4 201 hl s nárůstem 10% 4 622 hl což odpovídá

stálému přítoku 5,35 l/s. Výběrová komise min. zemědělství a min. zdravotnictví provedla přepočet potřeby vody podle zkušeností a obvyklých zásad té doby takto:

3 428 obyvatel	á 65 l	2 230 hl
77 kusů velkého dobytka	á 50 l	385 hl
930 kusů malého dobytka	á 20 l	186 hl
spotřeba nemocnice		30 hl
místní závody		155 hl
30% nárůst a letní maxima		894 hl
*****		
Celkem		3 880 hl

což činilo potřebu stálého přítoku 4,5 l/s. Pro Zámek Žďár 632 obyvatel 0,6 l/s, Počítky 350 obyvatel 0,32 l/s, Vysoké 253 obyvatel 0,22 l/s a Lhotku 282 obyvatel 0,26 l/s.

Celková potřeba celé skupiny představovala přítok 5,9 l/s vody.

Kromě jímání vody ministerská komise schválila provedení 19 445 m litinového přívodného a rozvodného potrubí ø 40 - 150 mm, 55 šoupátek, 19 kalosvodů, 11 vzdušníků, 55 hydrantů, 1 výtakový stojan a 850 domovních přípojek.

Rozpočet stavby v roce 1933 byl upraven na částku 2 850 000,- Kč.

Kolaudace celé stavby a uvedení do trvalého provozu bylo provedeno dne 16.10.1947.

Nečekaný rozvoj města, výstavba podniku Žďas, však nutí pro vyčerpanost podzemních zdrojů řešit zásobení pitnou vodou jinou cestou a to odběrem povrchové vody z potoka Staviště a následně z vybudované vodárenské nádrže Staviště. Povolení úpravy vody bylo dáné výměrem z 11.7.1952 a uvedení do provozu bylo v roce 1954 s max. kapacitou upravené vody 27 l/s.

Nádrž Staviště byla vybudována v období 1954-1959 s množstvím max. odběru pro úpravu 50 l/s. Obsah nádrže při kótě 581 000 m n.m. činí 416 040 m<sup>3</sup>, zatopená plocha 12,67 ha.

Jako další zdroj pitné vody bylo třeba v roce 1968 přivést pro okresní město vodu z vodárenské nádrže Vír, přivaděčům o kapacitě max. 55 l/s po zdvojení některých úseků.

V současné době uváděný přívod vody do provozu z vodní nádrže Mostiště přinese další dotaci pitné vody městu a okolí v množství 50 l/s.

Tyto všechny zdroje podle současného trendu spotřeby vody v této vodárenské soustavě Žďár nad Sázavou a okolí - zabezpečí pitnou vodu minimálně do roku 2030 což zabezpečenost, kterou má jen málo měst v naší republice.

Jinou otázkou, která stále zůstává k řešení je otázka ceny vody. K řešení toho problému směřují expertní práce, uvedené v této publikaci.

Proto snad jen pro úsměvné ukončení úvodu z dnes již historických pramenů 28.11.1932 Stavební správa Okresního úřadu Brno v posudku projektu Města Žďáru uvádí: "Dle rozpočtu stavby městského vodovodu bude možno prodávat 1 m<sup>3</sup> vody za 1,22 Kč, v případě podpory z veřejných prostředků by se snížila cena vody na 0,78 Kč."

Ing. Jiří Havel  
Dolní 21/5  
Žďár nad Sázavou



Nadace Prameny Vysočiny Žďár nad Sázavou

Kontaktní adresa:

Dr. R. Kinský  
předseda správní rady  
Žďár nad Sázavou 2 - zámek, PSČ 591 02, tel. správa zámku 0616/21935

Josef Rouš  
ředitel nadace, Žďár nad Sázavou 3, Okružní 37/24, tel. 0616/22565

Doc. Ing. Jiří Pall, místopředseda správní rady  
Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně  
vedoucí Ústavu krajinné ekologie



Správní rada nadace ERC děkuje za vydání publikace těmto sponzorům:

JME jižní moravská energetika, a.s.  
Vodárenská akciová společnost a.s. divize Žďár nad Sázavou

Autoři příspěvků odpovídají za obsahovou i jazykovou správnost textů.

44