

# VODOVOD VYŠŠÍ BROD : PŘÍKLAD OBNOVY A ROZŠÍŘENÍ VODNÍCH ZDROJŮ

**Ing. Jiří Stara**

1.JVS a.s., Severní 8, 370 10 České Budějovice, [stara@1jvs.cz](mailto:stara@1jvs.cz)

## Úvod

Město Vyšší Brod (2400 obyvatel) je zásobeno pitnou vodou z více zdrojů. Gravitační vodovod z roku 1906, který přivádí vodu z mělkých vývěřů na Martínkovském vrchu, byl koncem 60. let rozšířen o část s úpravnou vody na povrchovém toku Menší Vltavici. Od roku 1997 je pro potřeby města využívána voda z přebytků vodovodu místního kláštera cisterciáků. Zásobování postupně provázely problémy, které vyplynuly zejména z poklesu vydatnosti v důsledku dožívání některých úseků historického prameniště a z nárůstu poruch na vodovodních řadech. Další komplikací byla omezená funkce zastaralé technologie úpravy, která obtížně zvládala výkyvy v kvalitě surové vody z problematického zdroje.

V období od října 2005 do června 2006 proběhla rekonstrukce a výstavba vodních děl, které byly zaměřeny na :

- obnovu vydatnosti prameniště gravitačního vodovodu z roku 1906
- vybudování nových vrtaných studen a rekonstrukci stávající úpravy vody s cílem přednostně zajistit úpravu podzemní vody z vrtů a zachovat možnost využívání povrchového toku jako doplňkového zdroje
- rekonstrukce vodojemů, zlepšení distribuce vody a její využití ve spotřebišti

## Rozsah vodního díla

Rozsah prací byl určen požadavkem na maximální využití všech stávajících stavebních a technologických objektů pro potřeby vodovodu Vyšší Brod : t.j. objekty prameniště Martínkovský vrch, vodojemy (200 m<sup>3</sup>, 400 m<sup>3</sup>, 550 m<sup>3</sup>), a úpravna vody. Byly vybudovány nové zdroje (vrty VB1 – VB5) a rekonstruovány součásti historického prameniště (pramenní a kombinované jímky, sběrné studny, částečně zářezy a propojovací potrubí). Práce dále směřovaly k zhodnocení objektů po stavební stránce (sanace zdiva armaturních a vstupních prostorů, úprava podlah a stavebních otvorů, zlepšení odvětrání a temperace vnitřních prostor vodojemů, výměna střešní krytiny, opravy a nátěry fasád, výměna zámečnických prvků, úprava terénu, oplocení, aj.). Na vodojemech došlo k částečné nebo úplné výměně spojovacích potrubí a armatur a osazení nových technologických zařízení pro odkyselení, dezinfekci, čerpání vody a řízení tlaku. Kompletně byla rekonstruována elektroinstalace a instalovány přenosy potřebných informací do dispečinku provozovatele a pracovníkům oblastní obsluhy. V objektu ÚV byla doplněna a modernizována technologie pro společnou úpravu podzemní a povrchové vody a zaveden jednoduchý automatický systém řízení.

## Opatření zaměřená na zlepšení kvality vody

Nově se využívá podzemní voda z vrtů. Vrtly byly vyhloubeny celkem v údolí Menší Vltavice přibližně v linii od úpravně vody směrem do prostoru stávajícího jímacího objektu z toku. Zdroje, jejichž souhrnná vydatnost je stanovena na 2,8 l/s, se vyznačují stabilní kvalitou se zvýšeným obsahem železa a manganu, nízkou mineralizací a přítomností radonu. Voda je upravována. Kvalita se zlepšila i ve vodě z prameniště na Martínkovském vrchu odkyselením filtrací přes vápencovou drť (nátok do VDJ 200 m<sup>3</sup>) a dávkováním směsi uhličitanu a hydrogenuhličitanu sodného (nátok do VDJ 400 m<sup>3</sup>).

## Technologická linka úpravně vody

Původní postup úpravy povrchové vody koagulací s následnou dvoustupňovou separací suspenze v otevřené usazovací nádrži a v otevřeném pískovém rychlofiltru, byl modifikován. Voda z vrtů je nově čerpána do provzdušňovacího zařízení a po alkalizaci vápenným mlékem je přivedena do zrekonstruované usazovací nádrže. Následuje čerpání do série řazené dvojice tlakových filtrů nejprve s pískovou náplní a pak s kontaktní náplní pro odmanganování. Do přefiltrované vody je přidáván hydrogenuhličitan sodný pro zvýšení kyselinové neutralizační kapacity a chlornan sodný pro dezinfekci. Voda odtéká gravitačně do vodojemu pod úpravnou (550 m<sup>3</sup>). Technologické uspořádání umožňuje společně upravovat podzemní i povrchovou vodu. Provoz ÚV probíhá automaticky v závislosti na plnění vodojemu pod úpravnou, aktuálním množstvím vody z vrtů a kvalitě surové vody z Menší Vltavice (kontinuální měření absorpance a zákalu).

Úpravna vody v nové podobě začala fungovat v červenci 2006. Od počátku byla upravována pouze podzemní voda. V průběhu zkušebního provozu byla ověřována i zmíněná společná úprava vody z vrtů a vody z Menší Vltavice (v obdobích : leden 2007 a červenec – srpen 2007).

**Tabulka 1. Vybrané technologické parametry úpravně vody Vyšší Brod v období zkušebního provozu (červenec 2006 – srpen 2007)**

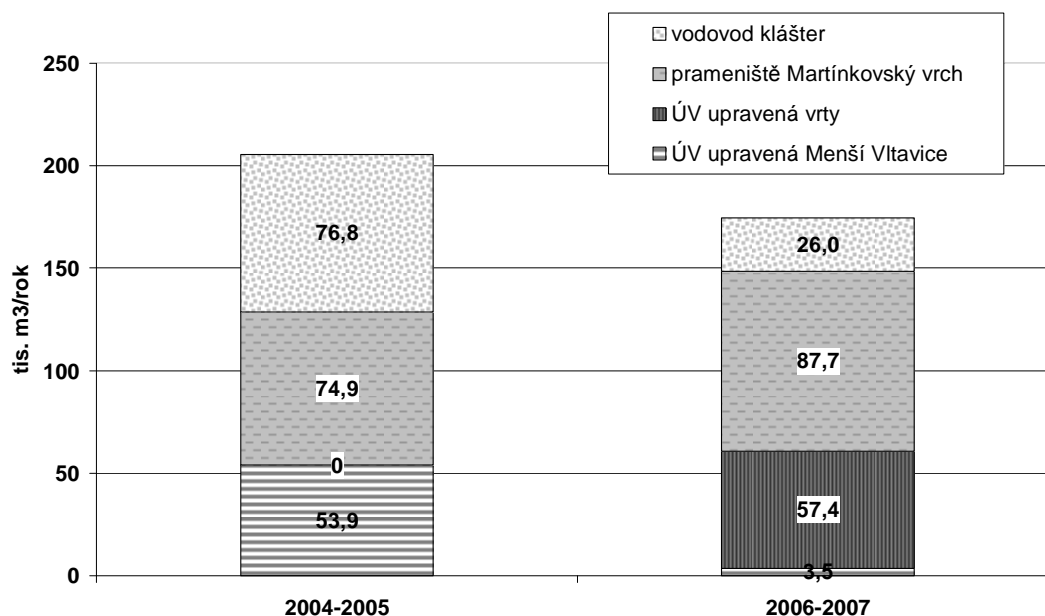
kapacita úpravně (výkon)	5 l/s; 18 m <sup>3</sup> /h; cca 400 m <sup>3</sup> /d
denní výroba vody	52–281 m <sup>3</sup> , průměr 148,1 m <sup>3</sup>
doba aktivního provozu ÚV	2,9-15,9 h/d, průměr 8,4 h/d
usazovací nádrž	plocha 5,7 x 5,7 m,
usazovací rychlost (dosažená min. – max.)	0,08 – 0,14 mm/s
filtrační jednotka UF 60	Q <sub>max</sub> : 21,2 m <sup>3</sup> /h
filtrační jednotka UFP 60	Q <sub>max</sub> : 21,2 m <sup>3</sup> /h
průměrná filtrační rychlost – I. a II. stupeň	10,0 m/h
průměrná délka filtračního cyklu – I. stupeň	28 h
průměrná délka filtračního cyklu – II. stupeň	40 h
podíl prací vody	3,4 %

## Řízení distribuce vody

Distribuce vody ve spotřebišti je určena výškovým umístěním vzájemně propojených vodojemů v tzv. horním a dolním tlakovém pásmu. Horní pásmo je primárně zásobováno z jižní části prameniště na Martínkovském vrchu, zdrojem pro dolní pásmo je úpravna vody, přebytky z klášterního vodovodu a také voda z východní části Martínkovského vrchu. Systém umožňuje alternativně doplňovat vodojem horního pásma čerpáním z VDJ pásma dolního, v opačném směru se využívá gravitačního toku. Vzhledem k dřívější absenci komunikačních prvků mezi jednotlivými objekty a možnosti pouze fyzické kontroly stavu hladin, docházelo ke značným ztrátám vody z důvodu jak přetoků vodojemů, tak jejich vyprazdňování do poruch na zásobních řadech. Všechny objekty jsou nyní vybaveny řídicími a komunikačními jednotkami tak, aby bylo zajištěno : optimální plnění vodojemů, automatické spouštění a odstavování úpravny vody, přenos informací o množství dopravované vody, o aktuálním stavu hladin ve vodojemech a o poruchách strojního zařízení. Tlakové poměry v síti byly v potřebné míře optimalizovány instalací redukčních ventilů a řízením čerpacích stanic.

## Využití zdrojů

Po provedení výše popsanych opatření má město Vyšší Brod nyní k dispozici čtyři různé zdroje vody. Zabezpečení zásobování se zvýšilo. Poslední dva roky, které jsou z hlediska srážek obecně považovány za podprůměrné, mohou posloužit jako příklad. Pro srovnání stavu zásobování před a po rekonstrukci vodních děl byla vybrána časově stejná období 18 měsíců (viz obrázek 1).



Obr. 1. Využití jednotlivých zdrojů pro celkovou bilanci zásobování Vyššího Brodu ve dvou srovnávacích obdobích (VII/04 - XII/05 a VII/06 - XII/07)

Ze zjištěných údajů vyplývá :

- Podíl vody upravované z vrtů se prakticky vyrovná dřívějšímu množství vody upravované z Menší Vltavice. Odběr povrchové vody v uvedeném objemu cca 3,5 tis. m<sup>3</sup> v období 2006-2007 byl realizován cíleně v rámci zkušebního provozu nové technologie ÚV
- Celkové množství vody získané z prameniště na Martínkovském vrchu se po rekonstrukci zářezů a jímacích objektů zvýšilo o cca 12,8 tis. m<sup>3</sup> (14,6 %)
- Podíl vody dokupovaný z vodovodu klášter poklesl téměř o 50 tis. m<sup>3</sup> (66,1 %). Důvodem byla vyšší vydatnost vlastních podzemních zdrojů (Martínkovský vrch) a snížení ztrát ve vodovodní síti jako výsledek lepšího řízení a monitoringu distribuce vody
- Z pohledu celkové bilance (výška sloupců v grafu) je zřejmý pokles množství dodané vody v období 2006-2007 oproti období předchozímu. Rozdíl představuje úsporu, protože objem vyfakturované vody ve Vyšším Brodě se dle údajů 1.JVS od roku 2004 mírně zvyšuje (meziročně o průměrných 1,3 %)

## Kvalita vody

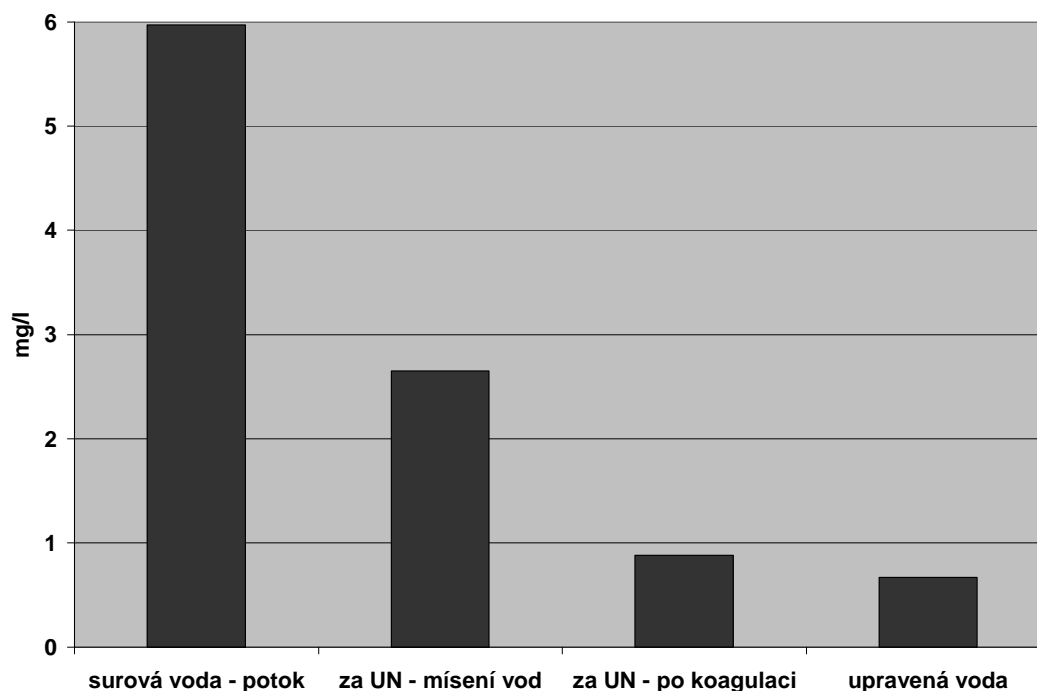
Charakter vody pro zásobování Vyššího Brodu je geologicky určen prostředím šumavského moldanubika. Vydatnost prameniště je závislá na srážkové vodě, která zpravidla infiltruje mělkými svahovými kamenito- a hlinito- písčitymi sedimenty a vyvěrá soustředěně nebo rozptýleně na svazích údolí. Větší část podzemních vod je drénována prostřednictvím kvarterních uloženin do místních vodotečí. Vody se vyznačují deficitem základních minerálních složek (především vápník a hydrogenuhličitan), které je žádoucí do pitné vody přidávat. Pro povrchový tok – Menší Vltavici – je dále typická přítomnost huminových látek a zákal jako průvodní jev při deštích a tání sněhu. Vrtané studny, vybudované v údolí v prostoru úpravy vody, jímají vodu z hlubšího oběhu v krystaliniku z hloubky 38-55 m. Tato voda obsahuje zvýšené koncentrace železa, manganu a radonu, které je nutné eliminovat úpravou.

**Tabulka 2. Vybrané ukazatele kvality surové a upravené vody na ÚV Vyšší Brod**

ukazatel	jednotka	VII/2004 - XII/2005			VII/2006 - XI/2007		
		surová voda	upravená voda	počet stanovení	surová voda	upravená voda	počet stanovení
<b>pH</b>		7,4	7,6	24	6,5	7,3	20
<b>barva</b>	mg/l Pt	34,3	7,1	24	5,1	5,0	14
<b>zákal</b>	ZF	2,0	1,5	24	6,7	1,2	20
<b>CHSK-Mn</b>	mg/l	5,5	1,4	24	0,5	0,3	20
<b>huminové látky</b>	mg/l	5,2		5	1,0		4
<b>hliník</b>	mg/l	0,15	0,36	24	0,05	0,05	9
<b>železo</b>	mg/l	0,19	0,25	8	1,05	0,08	20
<b>mangan</b>	mg/l	< 0,05	<0,05	8	0,14	<0,05	20

V tabulce 2 jsou uvedeny výsledky rozborů surové a upravené vody z akreditované laboratoře 1.JVS, dosažené na úpravě vody ve srovnávacích obdobích před rekonstrukcí a po rekonstrukci (podobně jako u bilancování množství vody - výše). V prvním případě byla jediným zdrojem voda povrchová. Od července 2006 již dominovala úprava podzemní vody. Vzhledem k tomu, že se jedná o průměrné hodnoty, stojí za povšimnutí vysoká zbytková koncentrace hliníku v období provozu původní technologie. Hlavní příčinou byl prakticky havarijný stav otevřeného pískového filtru s mezidnem, který neumožňoval optimální praní náplně. Během rekonstrukce úpravní vody byl filtr nahrazen dvojicí tlakových filtrů.

Při provozním ověřování společné úpravy dvou odlišných typů vod, byla přiváděna alkalizovaná podzemní voda a povrchová voda s dávkou koagulantu na vstup do usazovací nádrže. Podíl vod byl udržován v poměru 1,4 : 1 ve prospěch vody z vrtů. Ukázalo se, že použití koagulantu PAX-18 k čištění povrchové vody příznivě ovlivňuje tvorbu suspenze a tím separační účinnost. V průběhu testů nebyly zaznamenány žádné případy překročení limitních hodnot pro železo a mangan v upravené vodě. Rovněž koncentrace zbytkového hliníku se pohybovaly hluboko pod meznou hodnotou 0,2 mg/l. Na obrázku 2 jsou znázorněny hodnoty CHSK-Mn ve fázích společné úpravy. Pro srovnání je doplněna i CHSK-Mn za usazovací nádrží, která odpovídá výsledné CHSK pouze za podmínek prostého mísení obou vod bez vlivu srážedel.



**Obr. 2. Vyšší Brod – provozní ověřování společné úpravy podzemní a povrchové vody (ukazatel CHSK-Mn, průměry ze 13 sérií vzorků)**

## Závěry

1. V letech 2005 - 2006 proběhla ve Vyšším Brodě komplexní obnova vodních děl zaměřená na posílení vydatnosti historických podzemních zdrojů, na vybudování nových zdrojových kapacit podzemní vody, na modernizaci úpravný vody, na technické a stavební zhodnocení objektů vodojemů
2. Město má nově k dispozici vodu z pěti vrtaných studen, jejichž voda je upravována odželezením a odmanganováním.
3. Ze srovnání dvou časově stejných období před a po obnově vyplynulo, že došlo ke zvýšení objemu vody dodávané z historického prameniště na Martínkovském vrchu o cca 17 %
4. Potřebný objem pitné vody, dříve vyráběný na ÚV z vody povrchové, byl zcela nahrazen objemem vody vyrobený z nových vrtů
5. Celkové množství pitné vody dodané do spotřebiště v období po dokončení díla je nižší než ve srovnatelném období předcházejícím. Při zachování objemu fakturované vody se jedná snížení ztrát o cca 15 %
6. Kvalita jímané vody z pramenišť na Martínkovském vrchu je zlepšena stabilizací
7. Voda na výstupu z úpravný vody je po všech stránkách zabezpečena v souladu s hygienickými požadavky. Nová technologie je primárně určena k úpravě podzemní vody, uspořádání technologické linky však umožňuje společně upravovat i kvalitativně odlišnou vodu povrchovou.

## Literatura

- Hydroprůzkum České Budějovice, s.r.o. : Vyšší Brod – revize zdrojů podzemní vody, České Budějovice, červenec 1999
- Hydroprůzkum České Budějovice, s.r.o. : Vyšší Brod – 1.JVS, zdroj podzemní vody 1. etapa. Zpráva o hydrogeologickém průzkumu. České Budějovice, leden 2002
- Hydroprůzkum České Budějovice, s.r.o. : Vyšší Brod – Martínkovský vrch. Posouzení a pasport zdrojů podzemní vody gravitačního vodovodu. České Budějovice. červen 2004
- EKOEKO, s.r.o. : Vyšší Brod - vodní zdroje a úpravna vody. Projektová dokumentace pro povolení vodního díla a vydání stavebního povolení. České Budějovice, prosinec 2004
- 1.JVS a.s. : Vyhodnocení zkušebního provozu akce – Nové vodní zdroje VB1–VB5 a výtlačný řad Vyšší Brod, Prameniště Martínkovský vrch, úpravna vody, vodojemy – stavební úpravy. České Budějovice, září 2007