

# ÚPRAVNA VODY HAJSKÁ - ŘEŠENÍ REKONSTRUKCE A ZKUŠEBNÍ PROVOZ

**Ing. Josef Drbohlav**<sup>1)</sup>, **doc. Ing. Petr Dolejš, CSc.**<sup>2)</sup>, **Milan Drda**<sup>3)</sup>,  
**Ing. Jiří Červenka**<sup>3)</sup>, **Zdeněk Němejz**<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> HYDROPROJEKT CZ a.s., Táborská 31, Praha 4, josef.drbohlav@hydroprojekt.cz

<sup>2)</sup> W&ET Team Č.Budějovice a VUT Brno

<sup>3)</sup> ENVI-PUR s.r.o., Praha

<sup>4)</sup> Technické služby Strakonice

## ÚVOD

Úpravna vody Hajská je jedním ze dvou zdrojů, které zásobují město Strakonice a jeho okolí pitnou vodou. Úpravna vody je situována jihovýchodně od města Strakonice, na pravém břehu řeky Otavy. Zdrojem surové vody je prameniště nacházející se v inundačním území na pravém břehu řeky Otavy.

První etapa úpravy vody Hajská, která byla vybavena šesti pískovými filtry, byla vystavěna v roce 1936. V roce 1942 byla filtrační plocha doplněna o další tři pískové filtry a objekt úpravy vody byl rozšířen. V roce 1977 byla dokončena třetí etapa výstavby, v rámci které bylo doplněno provzdušnění, nové dávkování chemikálií a první separační stupeň tvořený dvěma podélnými sedimentačními nádržemi. Výkon úpravy vody byl stanoven na 50 l/s.

Technologická linka úpravy vody tak byla po provedení všech dostaveb dvoustupňová se sedimentačními nádržemi a pískovou filtrací s dávkováním vápenného hydrátu a chloru pro hygienické zabezpečení. Provzdušnění není funkční.

Důvodem pro rekonstrukci úpravy vody byly problémy se zajištěním jakosti upravené vody v souladu s požadavky vyhlášky 252/2004 Sb. a technický stav technologických zařízení a stavebních konstrukcí, které byly za dobu provozu značně opotřebené a v některých případech ve stavu blížícím se havarijnímu.

Vlastník úpravy vody Město Strakonice spolu s provozovatelem Technickými službami Strakonice



**Obr.2. Úpravna vody Hajská po rekonstrukci**

na základě těchto skutečností přistoupil v roce 2002 k zahájení přípravy předprojektové a projektové dokumentace, která řešila komplexní rekonstrukci úpravny vody.

V roce 2004 bylo vydáno Městským úřadem ve Strakonici stavební povolení a na úpravně vody byly provedeny první práce (čerpání odsazené vody, částečná rekonstrukce kalového hospodářství). Omezený objem finančních prostředků, který neumožnil realizovat celou rekonstrukci, vedl k odložení realizace dalších částí stavby.

V roce 2008 bylo rozhodnuto, že bude projekt z roku 2002 aktualizován tak, aby byly do řešení zahrnuty tyto vlivy:

- požadavky vyplývající ze změny legislativy, zejména pak vyhlášky č.252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost kontroly pitné vody,
- požadavky na výkon úpravny vody z hlediska její funkce v systému zásobování pitnou vodou.

Současně se přistoupilo k provedení pilotních testů flotace jako alternativní technologie pro sedimentaci a byly zahájeny práce na projektové dokumentaci.

V letech 2010 – 2011 proběhla na úpravně vody rekonstrukce.

## **PŘEDPROJEKTOVÁ PŘÍPRAVA**

Návrh koncepce rekonstrukce úpravny vody Hajská byl promítnut do předprojektové přípravy a na jednání po zahájení prací na DSP. Předprojektovou přípravu [1] vypracoval doc.ing. Petr Dolejš, CSc., firma W&ET Team, Water & Environmental Technology Team.

Během poloprovozních zkoušek na úpravně vody, které proběhly v roce 2008, se nepodařilo prokázat, že flotace (DAF) bude vhodnou technologií pro první separační stupeň na UV Hajská.

Bylo proto rozhodnuto řešit rekonstrukci prvního separačního stupně klasickým postupem intenzifikací sedimentačních nádrží pomocí lamelové vestavby. Technologie byla otestována pomocí bloku lamel osazených do jedné z nádrží a ukázala se jako technologicky vhodná.

## **KVALITA SUROVÉ VODY**

Upravovaná surová voda je tvořena směsí podzemní vody ze dvou studní, do kterých je voda přiváděna násoskovými řady, a ze dvou vrtů. Výslednou kvalitu surové vody je tak možné ovlivňovat s určitým omezením. U vrtu V4 je patrné více než u ostatních vrtů a studní ovlivnění infiltrací povrchové vody z Otavy.

Podzemní voda z prameniště Hajská je charakteristická vysokými hodnotami železa a manganu a vyššími hodnotami  $CHSK_{Mn}$ , které však zatím nemají dobře objasněný původ. Zaznamenat je možné vyšší hodnoty amonných iontů a oxidu uhličitého.

Z hlediska biologického a mikrobiologického je surová voda velmi kvalitní. Pravděpodobnému výskytu železitých bakterií ve studních a vrtech ukazuje poměrně rychlé zarůstání čerpadel a jejich velmi krátká životnost.

Surová voda má nižší hodnoty alkality, i když nejsou výjimkou hodnoty až 1,9 mmol/l. pH surové vody se pohybuje převážně ve slabě kyselé až neutrální oblasti mezi pH 6 – 7, nízký je obsah vápníku a hořčíku.

Výskyt huminových látek ukazuje na pravděpodobnost infiltrace povrchové vody z Otavy. Je třeba proto počítat i s rizikem vzniku trihalogenmetanů v průběhu úpravy vody.

## **USPOŘÁDÁNÍ TECHNOLOGICKÉ LINKY ÚPRAVNY VODY**

Technologickou linku úpravy vody byla rekonstruována do této podoby:

- oxidace surové vody vzdušným kyslíkem,
- dávkování chemikálií:
  - vápenný hydrát ve formě vápenného mléka,
  - chlor (pouze v případě nedostatečné účinnosti oxidace vzdušným kyslíkem),
  - rezerva pro případné doplnění manganistanu draselného,
  - dávkování polymerního flokulantu,
- dvě sedimentační nádrže s lamelovou vestavbou a předřazeným pomalým mícháním,
- jímka odsazené vody,
- čerpací stanice odsazené vody,
- dávkování chemikálií:
  - vápenný hydrát ve formě vápenného mléka (pouze v případě, že by nepostačovala předalkalizace pro úpravu pH),
- čtyři tlakové dvouvrstvé rychlofiltry,
- UV záření,
- dávkování chemikálií:
  - chlor,
  - síran amonný,
- akumulace upravené vody,
- čerpání vody do distribučního systému,
- kalové hospodářství.

V následující části textu se zastavíme u některých navržených technologických řešení, které jsou svým provedením zajímavé.

### **Oxidace surové vody vzdušným kyslíkem**

Pro úpravnu vody Hajská bylo, navrženo použití paralelně osazených injektorů, které jsou umístěny na výtláčných řadách surové vody. Vzdušným kyslíkem je oxidováno železo a částečně i mangan obsažený v surové vodě. Následuje odvětrání přebytečného vzduchu a dávkování vápna pro úpravu pH.

Použitím injektorů bylo možné nahradit původní instalované provzdušňovací kotle ERBO, které nebylo možné s ohledem na vysoký obsah železa v surové vodě udržet v provozu. Pomocí injektorů se podařilo dosáhnout vysoké úrovně okysličení a velmi kvalitní oxidace železa.

Odvětráním přebytečného vzduchu, volného oxidu uhličitého a dalších plynů obsažených v surové vodě a přemístěním dávkování vápna až za odvětrání, se podařilo významně snížit spotřebu vápenného hydrátu dávkovaného pro úpravu pH.

### **Sedimentační nádrže s lamelovou vestavbou**

Pro první separační stupeň bylo, po ne příliš úspěšném testování flotace, která zřejmě není pro tento typ podzemních vod vhodnou technologií, zvoleno standardní řešení intenzifikace sedimentačních nádrží. Sedimentační nádrž byla rozdělena, při zachování systému odtahu kalu z kónusů ve dně, na část agregace s míchadly a sedimentace s lamelovou vestavbou.

Do části sedimentace byly použity kontejnery s lamelami firmy ENVI-PUR s r.o., které byly vsazeny do existujících nádrží. Toto řešení umožnilo rychlou a jednoduchou realizaci.

S ohledem na omezené finanční prostředky bylo rozhodnuto, že hala nad sedimentačními nádržemi, které byla v tak špatném technickém stavu, že ji bylo nutné demontovat, nebude obnovována. K tomuto řešení bylo možné přistoupit vzhledem k vyrovnané teplotě podzemní vody 6 – 8 °C.

Vzniklo tak řešení, které není v našich klimatických podmínkách obvyklé, kdy sedimentační nádrže nejsou umístěny v objektu, ale jsou pouze zakryty deskami. Provoz sedimentačních nádrží bez komplikací probíhal i při tři týdny trvajících extrémních mrazech v lednu 2012.

### **Kalové hospodářství**

Přetrvávající problémy s likvidací železitých kalů z kalových lagun vedly investora k rozhodnutí instalovat na úpravě vody strojní odvodnění kalů. Podmínkou řešení bylo využít maximálně stávajících prostor úpravní vody a nerealizovat původně uvažovanou dostavbu nového objektu kalového hospodářství.

Pro kalové hospodářství bylo zvoleno toto řešení:

- odsazení pracích vod z filtrů a odkalení sedimentačních nádrží. Pro odsazení je využívána původní nádrž, ze které je odsazená voda odčerpávána do kanalizace a následně odváděna do Otavy,
- zahuštění cca 2 % kalové vody je prováděno, po předchozím dávkování vápna a polymerního fukulantu, v kontinuální vertikální usazovací nádrži. Odsazená voda je odváděna zpět do venkovní sedimentační nádrže,
- odvodnění kalu je prováděno na deskovém lisu,
- odvodněný kal je ukládán do kontejneru.

Navrženou technologií je dosahováno průměrné sušiny odvodněného kalu 35 %.



**Obr.3. Sedimentace před rekonstrukcí**



**Obr.4. Sedimentace – bourání haly**



**Obr.5. Sedimentace po rekonstrukci**

Díky tomu, že byly pro oxidaci surové vody použity injektory, bylo možné po demontáži nefunkčních provzdušňovacích kotlů ERBO, umístit celé strojní odvodnění do vnitřního prostoru úpravny vody. Výška kontinuální usazovací nádrže si vyžádala zvýšení celého objektu.

## ZKUŠEBNÍ PROVOZ

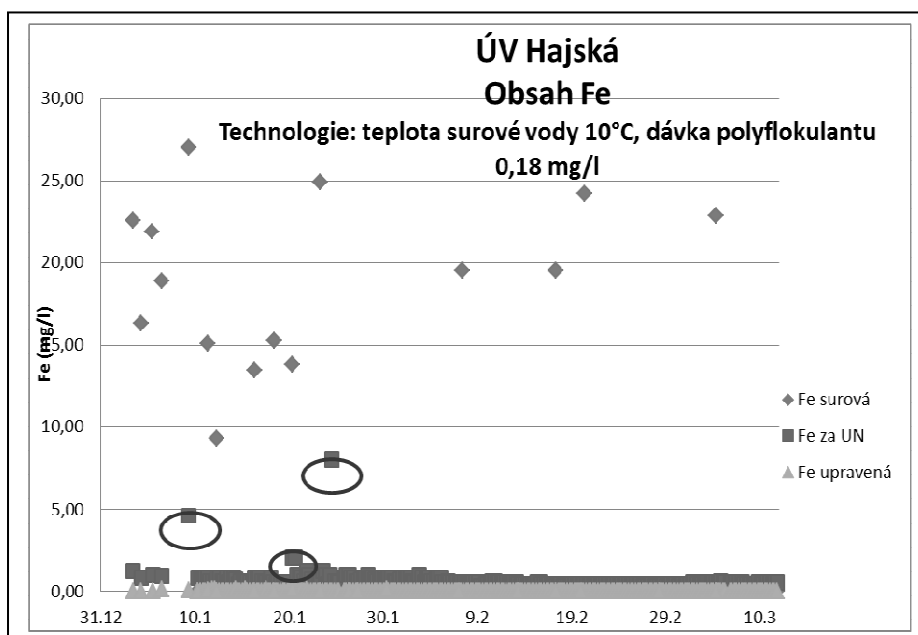
V podzimních měsících roku 2011 proběhly na úpravně vody Hajská postupné testy zařízení a ověřovací provoz technologické linky, z kterých vyplynuly následující úpravy a závěry:

- oxidace pomocí injektorů je velmi účinná a pro oxidaci železa obsaženého v surové vodě je zcela dostačující,
- oxidace manganu s následnou úpravou pH nebyla dostatečně účinná. Proto bylo, tak jak předpokládal projekt, doplněno dávkování manganistanu draselného. Díky tomuto opatření bude možné napreparovat filtrační náplň v kratší době a následně pak bude možné postupně dávkování manganistanu draselného opustit. Pro přípravu roztoku manganistanu draselného byla využita rezervní nádrž pro přípravu síranu amonného,
- ve venkovní odsazovací nádrži kalového hospodářství bylo nutné doplnit míchání, protože usazený železitý kal nebylo možné uvést do vznosu jen čerpadly.

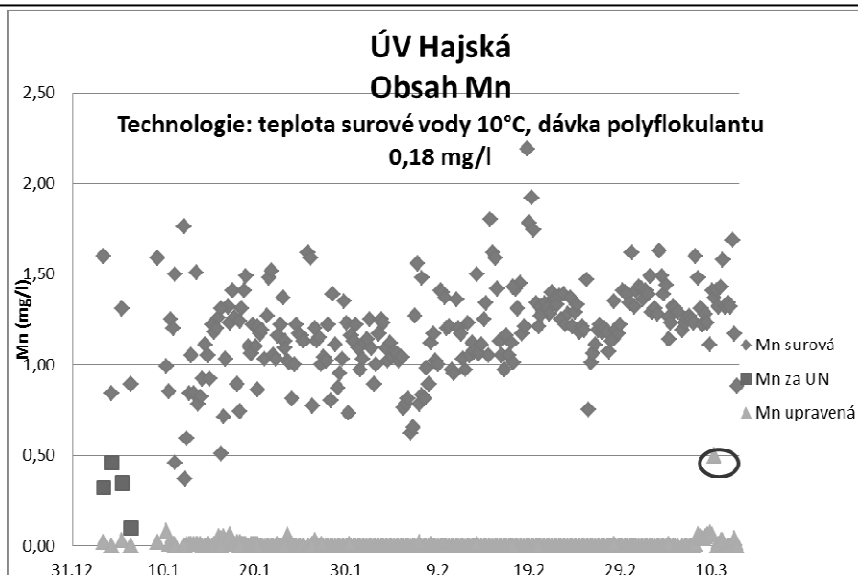
Od ledna 2012 byla úpravna vody uvedena do zkušebního provozu a po nezbytné kontrole kvality upravené vody byla zahájena dodávka pitné vody do spotřebiště. V průběhu zkušebního provozu bude postupně ověřován provoz jednotlivých částí technologické linky při různých výkonech a kvalitě surové vody s tím, že bude třeba dořešit:

- po napreparování filtrační náplně manganem odstavit dávkování manganistanu draselného
- ověřit nutnost dávkování polymerního fakulantu do agregační zóny sedimentačních nádrží, případně minimalizovat výši dávky. Podmínkou je zachování dostatečné účinnosti separačního stupně,
- optimalizovat provoz tlakových filtrů, především s cílem prodloužit filtrační cyklus a snížit spotřebu vody na praní pískových filtrů.

Výsledky tří měsíců zkušebního provozu jsou prezentovány dvěma grafy, ze kterých patrná účinnost technologie úpravny vody (sedimentace a filtrace) na odstranění dvou nejproblematičtějších ukazatelů – železa a manganu.



I při vysokých vstupních hodnotách znečištění je dosaženo snížení obsahu železa i manganu pod limit předepsaný vyhláškou 252/2004 Sb. Drobné výkyvy jdou na vrub testování a hledání optimálních provozních podmínek vyplývajících z probíhajícího zkušebního provozu.



## ZÁVĚRY

Zkušenosti z předprojektové přípravy, zpracování projektové dokumentace, realizace stavby a zahájení zkušebního provozu ukazují, že i „malá“ úpravna vody na podzemní vodu může přinést řadu zajímavých technických řešení a provozních překvapení, se kterými se musí chemik-technolog, projektant, dodavatel technologie a následně provozovatel vyrovnat. Úpravna vody Hajská, díky nestandardní kvalitě surové vody – vysoký obsah železa a manganu, výskyt oxidu uhličitýho a amoniakových iontů, je toho dobrým příkladem:

Neúspěšné testy flotace pro první separační stupeň byly ve skutečnosti velice důležitou informací pro vlastní přípravu a realizaci stavby. Díky tomu, že se k řešení nepřistoupilo dosud velmi často používaným postupem vycházejícím z předpokladu, že ověřené technologické zařízení musí fungovat všude, ale provedly se pilotní testy, se ukázalo, že právě v tomto případě by realizace této technologie znamenala obrovské problémy a velké finanční ztráty. Vynaložením relativně malého finančního objemu v době předprojektové přípravy, ve vztahu k následným investičním nákladům na rekonstrukci, tak nedošlo k chybě a k následně obtížně řešitelným problémům v době uvádění úpravní vody do provozu.

## LITERATURA

1. Dolejš P. a kol. - Water & Environmental Technology Team (2008): ÚV Hajská – rekonstrukce a modernizace, Provedení poloprovozních modelových experimentů s oxidací, agregací a flotací.
2. Dolejš P. a kol. - Water & Environmental Technology Team (2008): ÚV Hajská – rekonstrukce a modernizace, limit koncentrace amoniaku ve vztahu k chloraminaci pitné vody.
3. HYDROPROJEKT CZ a.s. - Drbohlav J. a kol. (2008): Rekonstrukce a modernizace ÚV Hajská, DSP.
4. HYDROPROJEKT CZ a.s. - Drbohlav J. a kol. (2008): Rekonstrukce a modernizace ÚV Hajská, TDW.