

NAVRHOVÁNÍ REKONSTRUKCÍ ÚPRAVEN PITNÉ VODY - CO MUSÍME VE 21. STOLETÍ ZMĚNIT?

*doc. Ing. Petr Dolejš, CSc., Ing. Pavel Dobiáš,
W&ET Team, Písecká 2, 370 11 České Budějovice
petr.dolejs@wet-team.cz, pavel.dobias@wet-team.cz*

ABSTRACT

History of water supply is shortly presented. Based on technological revolution in water treatment processes in the few recent decades it is suggested that a sound and high quality predesign laboratory and pilot experiment has to be performed before design work starts.

KEYWORDS

Water supply, drinking water, water treatment processes, predesign, Water Safety Plans, (WSP).

ÚVOD

V názvu konference je uvedeno, že se bude zabývat trendy. Proto chceme prezentovat trendy ve vodárenství, jak je vidíme z našeho pohledu. Napřed se trochu ohlédneme do minulosti. Bude to v rychlosti o několik staletí a pak trochu podrobněji do vývoje vodárenství ve století dvacátém. Chceme ukázat, že vývoj postupuje sice relativně pomalu, avšak zcela systematicky - od výlučného zaměření na dopravu vody k tomu, že dopravovanou vodu je nezbytné čím dál složitěji upravovat na vodu pitnou.

Vycházíme v těchto úvahách jak ze studia světové odborné literatury, tak ze zkušeností na našich úpravárnách. Po dobu posledních čtyř desetiletí bylo možné zaznamenat v naší vodárenské praxi řadu zajímavých (bohužel často i negativních) událostí, které nás z odborného hlediska zaujaly. Přemýšleli jsme nad tím, čím byly způsobeny, jaká byla jejich geneze, proč vůbec nastaly a jaké bylo jejich následné řešení.

Zásobování vodou ve vzdálené historii

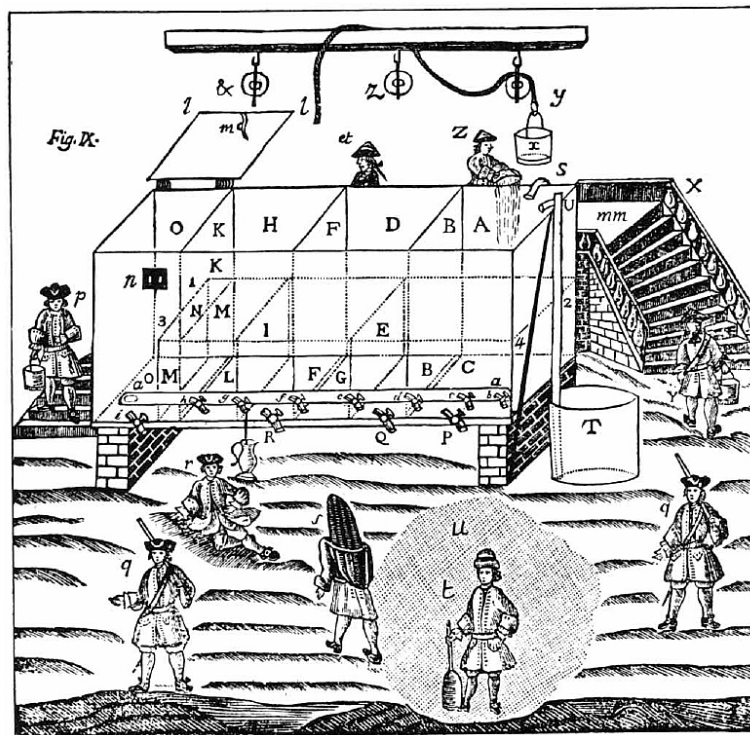
Všichni víme, že bez vody to nejde. Tedy jde, ale jen chvíli, než dostaneme žízeň. Staré civilizace musely mít tedy vždy dostupný zdroj vody a objevovaly se jen tam, kde bylo možné vodu zajistit. Proto také tomuto požadavku věnovaly prioritní pozornost. International Water Association (IWA) má například jednu velmi dobře pracující skupinu specialistů, která pořádá mezinárodní konference s názvem „International Symposium on Water and Wastewater in Ancient Civilizations“. Ve sbornících z konferencí a publikacích z konference je možné nalézt ohromné množství velmi zajímavých historických údajů, které se datují až ke čtvrtému tisíciletí před naším letopočtem.

Na ukázkou uvádíme tři převzaté obrázky z publikace [1]. Je na nich vidět vývoj postupů ve snaze zlepšit kvalitu vody, kterou tehdy lidé konzumovali. Z hlediska dnešních nároků na vodu pro lidskou potřebu ani nepoužíváme pro vodu takto upravenou termín pitná voda.

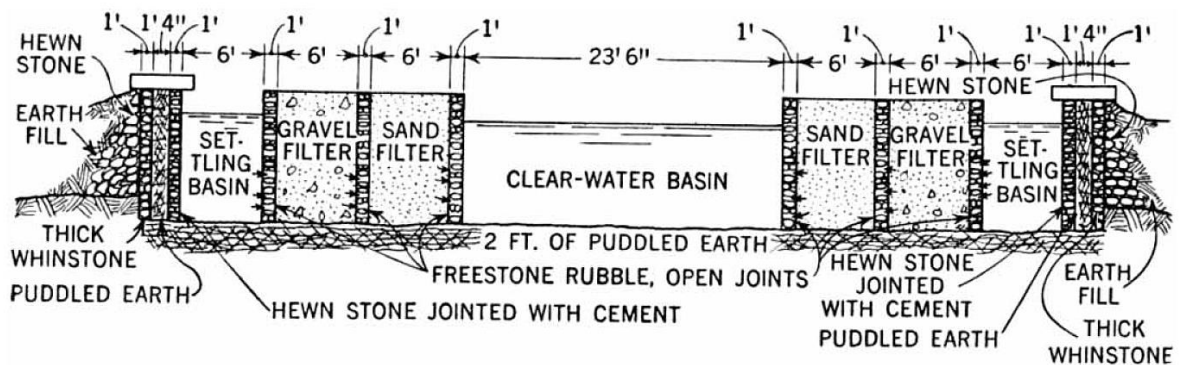
O úpravě vody na vodu pitnou je zřejmě možné hovořit až v souvislosti se zavedením pomalé filtrace, která byla realizována širěji až v polovině 19. století. K této separační technologii se brzy přidala desinfekce chlorací.



Obr. 1 Ve starém Egyptě používali násosku pro stáčení vody po odsedimentování nečistot (přibližně 1420 před n. l.) Převzato z [1].



Obr. 2 Filtrační stanice pro vojenskou posádku, která sestávala ze tří dvojic filtrů (rok 1754). Převzato z [1].



Obr.3 Filtr podle Johna Gibba pro celé město Paisley ve Skotsku (rok 1804). Převzato z [1].

Poslední desetiletí 19. století a prvních několik desetiletí 20. století přináší obrovský rozmach a zavádění nových separačních a desinfekčních procesů. To je období, kdy se najednou přidává zcela nový aspekt k (po mnoho století zavedeným a postupně se rozvíjejícím způsobům) projektování a realizace vodárenské infrastruktury. **K dopravě vody ke spotřebiteli se najednou přidává také její úprava.** Zjistilo se, že kontaminované neupravené zdroje vody nejsou pro lidské zdraví bezpečné. Vodou se mohou šířit nakažlivé nemoci či může obsahovat látky, které poškozují lidské zdraví, popř. působí senzorické závady. **To způsobilo začátek vodárenské technologické revoluce.** Voda se začala systematicky a cíleně upravovat. A procesy úpravy spočívaly v použití poznatků z chemie, biologie a hygieny. Oborů, které celá dlouhá staletí zásobování vodou vůbec neznalo. A postupně se z oboru *zásobování vodou* (tj. jakoukoli, kterou zdroj vody poskytoval) stalo *zásobování pitnou vodou* (čili vodou, která respektuje hygienické požadavky člověka).

První polovina 20. století byla plná získávání zkušeností hlavně přímo z realizace určitých technologických postupů. Realizace byla před výzkumem, který spíše dodatečně vysvětloval, proč něco funguje. Povedené realizace úpraven (resp. jejich technologických stupňů) byly zdrojem „**zlatých čísel vodárenství**“, která byla používána pro návrhy více či méně podobných úpraven. Jako příklad bychom mohli uvést třeba Campovo číslo (a jeho tehdy nesporný přínos pro navrhování agregačních reaktorů) či návrh výpočetního vztahu mezi KNK (alkalitou) a dávkou koagulantu. Tento „**klasický**“ **přístup k navrhování a projektování úpraven**, který ještě stále dnes na mnoha místech přetrvává, se v tomto období prakticky zastavil a používá zhruba stále stejných metod z této éry vývoje vodárenství.

Ve druhé polovině 20. století však postupně začal vývoj vodárenského poznání směřovat k získávání stále podrobnějších a širších poznatků o procesech úpravy pitné vody a k jejich postupnému uplatňování ve vodárenské praxi. U nás k tomuto směru významně přispěly výrazné osobnosti a jejich publikace. Uvedeme alespoň hlavní představitele, kteří posunuli poznání chemických a biologických procesů úpravy pitné vody výrazně kupředu a jejich práce se staly pilíři této vodárenské technologické revoluce. Jako první jmenujeme knihu hydrobiologů, kteří nezůstali v bezpečné ohradce teoretické vědy a popisů biologických dějů, ale snažili se je interpretovat pro jejich využití ve vodohospodářské praxi. V roce 1964 publikovali M. Zelinka a V. Sládeček knihu *Hydrobiologie pro vodohospodáře* [2]. O tři roky později vyšla velmi zdařilá kniha A. Bouchala, Z. Nováka a I. Tesaříka *Navrhování úpraven vody* [3]. V ní se již tehdy ukázalo, jak přínosné je spojení autorů, z nichž jeden byl vynikající vodárenský technolog (Z. Novák), druhý byl hydraulik-vodohospodář (I. Tesařík) a třetí projektant (A. Bouchal). Zcela zásadní přínos měla další kniha (dříve napřed vyšlá ve formě vysokoškolských skript) – *Hydrochemie* od P. Pittera [4]. Ta samozřejmě patří do základní knihovničky každého vodáreníka, protože bez velmi dobré orientace v hydrochemii nelze v současné době vůbec odborně vstupovat do řešení a popisu procesů úpravy pitné vody. Jako poslední uvedeme knihu, která také vznikla napřed jako skriptum VŠCHT Praha - *Základní procesy a výpočty v technologii vody* od F. Tučka, J. Chudoby a Z. Konička [5]. Tato kniha dává základní orientaci v klíčových procesech, které se při úpravě vody využívají. Ukazuje, že **základem moderního a současně i optimálního funkčního řešení úpravy pitné vody je procesní přístup na molekulární úrovni.** A my, jako žáci uvedených autorů dodáváme, že teprve po vyřešení procesní stránky úpravy vody z určitého zdroje surové vody je možné přistupovat k aplikaci těch vybraných nejvhodnějších procesů do řešení konkrétní úpravy pitné vody, tj. např. s ohledem na její velikost, investiční možnosti či nároky na provozní náklady.

Množství procesů, které je možné použít pro úpravu pitné vody, je již tak veliké a existují mezi nimi někdy již tak složité interakce, že tento obor je v posledních dvou až třech desetiletích jednoznačně základním aspektem pro realizaci rekonstrukcí úpravnen či stavbu nových úpravnen pitné vody. Jen těžko bude toto stanovisko sdělitelné či vysvětlitelné zastáncům „klasických“ přístupů k přípravě vodárenských investic. Určitě s ním nebude většina kolegů z oblasti vodárenského projektování souhlasit, protože to představuje základní a zásadní změnu paradigmatu jejich zažité práce. Určitě to však pochopí ti, kdo si vezmou do rukou třeba jednu z „biblí“ procesního přístupu ve vodárenství - *Water Treatment Unit Processes – Physical and Chemical* [6]. Snad bude stačit tuto knihu prolístovat a tu a tam se případně začíst do některých z 1300 stran tohoto díla, aby bylo zřejmé, co vše představuje pojem moderní návrh technologie úpravy pitné vody. A to se jedná jen o základní přehled **jednotkových procesů úpravy**. Návrh kvalitní technologické linky úpravny je ještě složitější. Tím samozřejmě neříkáme, že v konstrukční oblasti úpravnen nedochází k pokroku, který je též nezbytné sledovat a vhodně aplikovat. Jako příklad můžeme uvést použití nerezových potrubí, frekvenčních měničů u čerpadel, sledování hladiny ultrazvukem atp.

Tyto myšlenky, které uvádíme, se možná budou zdát v našem vodárenství nevěšdní, divoké či dokonce buřičské. Ano, měly být vyřčeny již před mnoha lety a snaha technologů o prosazení souladu s pokrokem ve světě měla být důslednější, razantnější a hlasitější.

Již téměř před dvaceti roky napsal např. Kawamura [7], že příprava vodárenské investice trvá přibližně 3 roky, z nichž 9 až 12 měsíců zabere projektování a zbytek (2 roky) je to, čemu u nás říkáme předprojektová příprava. Celkové náklady na obě fáze jsou většinou od 5 do 10 procent ceny díla. Pokud chce investor vynakládat rozumně prostředky a mít dílo včas hotové, měl by najímat jen vysoce kvalifikované konzultační inženýry a dodavatele.

Zajímavé také je, jak Kawamura popisuje správný výběr konzultanta. Konzultant podle něj nemá soutěžit cenou jeho služeb. V případě, že by byla prvním kritériem cena, investor (vlastník infrastruktury) riskuje, že si najme nekompetentního konzultanta či dodavatele a nekvalitní služby. Je tedy důležité, aby si najmul toho nejkvalitnějšího, který má kapacitu zakázku přijmout. Ve výběru je možné postupovat v těchto krocích [7]:

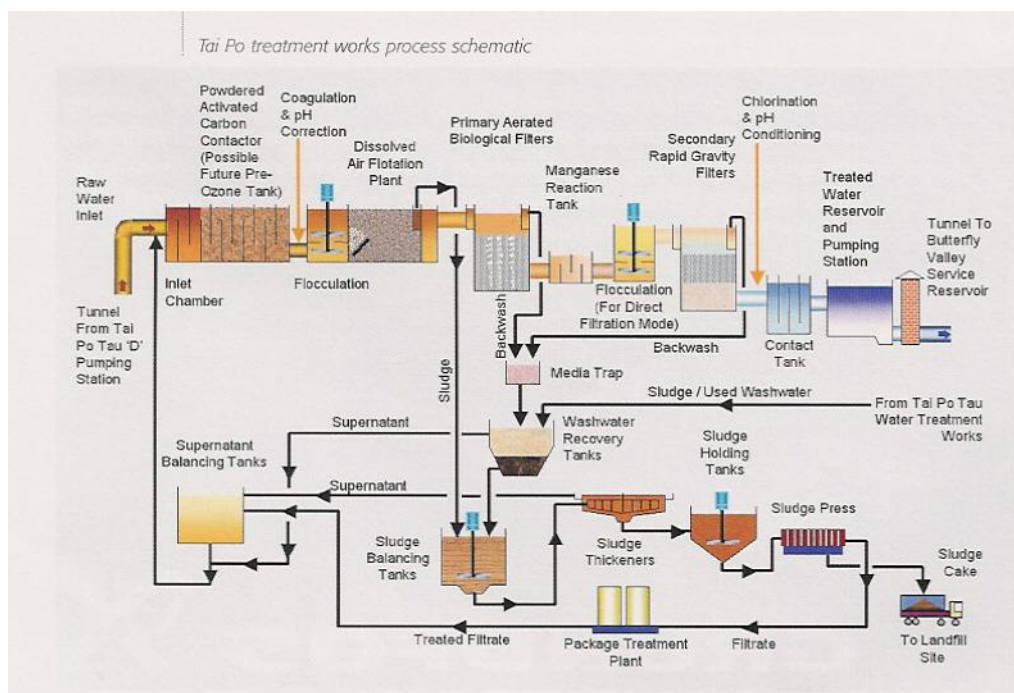
- a) Vyžádat si přehled kvalifikací dostupných konzultantů pro daný projekt a posoudit dodané podklady
- b) Vypracovat přehled 3 – 5 firem, založený na jejich zkušenostech, znalostech, a schopnostech zvládnout požadovaný projekt
- c) U vybraných firem si vyžádat předložení detailních informací o kvalifikaci pracovníků firmy a jejich schopnostech řešit dané zadání včetně dalších detailů o firmě.
- d) Z dodaných podkladů vybere investor nejkvalitnější firmu a zvolí také druhou v pořadí pro případ, že jednání s tou první nebudou úspěšná.
- e) Nejlepší firma je oslovena a začne jednání o ceně a detailech řešení.

Jak může vypadat řešení, kde se uplatnily různé formy „klasického“ přístupu hezky ilustroval J. Šesták v příspěvku na nedávné konferenci v Trenčianských Teplicích [8]. Oproti původnímu projektu zmenšil zhotovitel v jeho projektu navrhnoutou plochu filtrace na více než polovinu původní plochy. Tento zhotovitel zvítězil, protože současně nabídl nejnižší cenu (pravděpodobně i díky úspoře filtrační plochy). Tento zhotovitel současně garantoval požadovanou jakost na výstupu z úpravny. Je jen těžké odhadnout, jaký vliv má relativně odlehlá poloha zmíněné lokality (Priština, Kosovo) na to, že taková garance byla dána bez poloprovodních experimentů neprováděných se surovou vodou z konkrétního zdroje. Nicméně je však vidět, že pokud by se k projektování technologické linky přistupovalo na

základě zcela jasně podložených návrhových parametrů, nemohlo by nikdy dojít k tomu, že se plocha filtrace „smrskne“ na méně než polovinu původně zamýšlené plochy jen tím, že se záměr dostane na rýsovací prkna jiné firmy. Pokud bychom vyčíslili cenu toho, jak velké úsilí bylo vynaloženo na projektovou přípravu původního návrhu a následně na návrh nový, myslíme, že jednoznačně by musel zvítězit námi navrhovaný přístup, kdy by napřed byly získány návrhové parametry jednoznačně a exaktně podložené předprojektovou procesní přípravou a teprve na jejich základě by bylo přikročeno k projektovému zpracování.

Za poslední roky jsme prošli či mohli zhodnotit opravdu velkou řadu rekonstrukcí úpraven. Některé současné rekonstrukce ve vodárenství je možné spíše ilustrovat příměrem, jako by to byl pohyb filmového Golema v Rudolfských sbírkách, než jako vysoce odbornou činnost na úrovni poznání dnešní doby. Hledáním příčin, proč tomu tak je, se zabývá i nedávná publikace [9].

Pokud se podíváme na příklad technologického schéma moderní úpravy vody (obr. 4) a porovnáme ho s výše uvedenými historickými obrázky, snad bude i z něj zřejmé, že se jedná o **složitou chemicko-technologickou výrobní linku s využitím resp. nutností zvládnout i biologické procesy**. Takovou technologickou linku není v žádném případě možné optimálně sestavit (jakkoli vysoce) „kvalifikovaným odhadem“ od rýsovacího prkna v projekční kanceláři.



Obr. 4 Technologické schéma úpravy vody Tai Po [10].

Ilustrativní negativní příklad z praxe

Úprava vody byla v podstatě navržena jako jednostupňová s přípravou suspenze koagulací a následnou filtrací přes vrstvu filtračního písku 1,0 – 1,6 mm. Zdrojem surové vody je říčka. Kvalita surové vody je většinu času dobrá a bylo by možné se domnívat, že podle kvality surové vody by téměř nevyžadovala nijak náročnou technologii pro její úpravu. Problematické jsou ovšem okalové stavy, kdy dochází k výraznému nárůstu hodnot zákalu v surové vodě a následně k nárůstu hodnot CHSK(Mn) a barvy čili nárůstu koncentrace přirozených organických látek.

Problémem je v okalových stavech odstranění zákalu (partikulí, organismů) a organických látek a tím snížení potenciálu tvorby THM v síti. V takové situaci se úpravná voda i po nedávné rozsáhlé rekonstrukci dostává do stavu, kdy se zkrátí filtrační cykly natolik, že by vyrobená voda byla v podstatě použita jen na jejich praní. Problémy rekonstruované úpravné vody tedy i po nákladné rekonstrukci přetrvávají a jsou částečně řešeny na náklady provozní společnosti z provozních peněz nemalého objemu.

Projektant rekonstrukce mj. nezhodil a nereagoval na podmínky, za kterých bude úpravná voda pracovat. Zásadní nedostatky, které jsou na této úpravě první pohled zřejmé:

- Projekt nezohlednil významné a náhlé výkyvy v kvalitě surové vody a nezohlednil je při výběru vhodných procesů a zařízení a celkové koncepci technologické linky.
- Projekt nenavrhl systém řízení úpravné vody a monitoring provozu, který bude úpravnu řídit při změnách kvality surové vody.
- Technologická linka nebyla důkladně podrobena zkušebnímu provozu a v podstatě neexistuje závazný provozní řád napsaný pro tuto konkrétní úpravnou vodu.
- Nikdo však nenese odpovědnost za pochybení při projektování a realizaci takto provedené rekonstrukce úpravné vody.

Technické řešení této úpravné neodpovídá ani současným trendům v technologii úpravy vody ani vynaloženému objemu prostředků z kapes našich a evropských daňových poplatníků.

ZÁVĚRY

Je nezbytné, aby v současné době bylo již konečně překonáno dlouho zavedené a již zastaralé paradigma přípravy vodárenských investic. Úprava pitné vody musí být brána jako významná součást výroby produktu nezbytného pro lidskou existenci a současně jako výroba základní potravin pro obyvatele. Při této výrobě v naprosté většině probíhají chemické, fyzikálně-chemické a biologické procesy, které musí být zvládnuty odpovídajícím odborným způsobem a to jak při návrhu těchto procesů, tak při jejich řízení v provozní praxi.

Posun k pozitivním změnám v této oblasti by měl přinést i požadavek na posouzení rizik (WSP), kdy bude možné procesně nevyhovující technologickou linku označit jako rizikovou pro lidské zdraví.

LITERATURA

- 1) Mays L. W.: A brief history of water filtration/sedimentation. Water Science & Technology: Water Supply, s. 735 – 742, 13.3, (2013).
- 2) Zelinka M., Sládeček V.: Hydrobiologie pro vodohospodáře. SNTL, Praha, 1964.
- 3) Bouchal A., Novák Z., Tesařík I.: Navrhování úpraven vody. SNTL, Praha, 1967.
- 4) Pitter P.: Hydrochemie, 2. přepracované vydání, SNTL, Praha 1990.
- 5) Tuček F., Chudoba J., Koníček Z.: Základní procesy a výpočty v technologii vody. 2. přepracované vydání, SNTL, Praha 1988.
- 6) Hendrics D.: Water Treatment Unit Processes – Physical and Chemical. CRC, Boca Raton, 2006.
- 7) Kawamura S.: Integrated Design and Operation of Water Treatment Facilities. 2nd ed., John Wiley & Sons, Inc. New York, 2000.
- 8) Šesták J.: Prishtina – zásobování pitnou vodou v roce 2017. Sborník konference Pitná voda, Trenčianske Teplice 2017, s. 89 – 94. VodaTím, Bratislava 2017.

- 9) Dolejš P.: „Inovuj nebo nepřežiješ“ platí i ve vodárenství. Sborník konference „Pitná voda“, Trenčianske Teplice 2017, s. 37 – 44. VodaTím, s.r.o., Bratislava 2017.
- 10) Tai Po Water Treatment Works. Water Supplies Departement, Hong-Kong 2006.