

MORAVSKÁ VYSOKÁ ŠKOLA OLMOUC

Ústav ekonomie

Petr Navrátil, DiS.

**ÚPRAVNA VODY HRADEC KRÁLOVÉ
EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ REKONSTRUKCE**

Water Treatment Plant Hradec Králové
Economic Evaluation of WTP Reconstruction

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Doc. Ing. Nina Strnadová, CSc.

Olomouc 2012

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a použil jen uvedené
informační zdroje.

V Hradci Králové 29. března 2012

.....

Děkuji paní Doc. Ing. Nině Strnadové, CSc. za vedení bakalářské práce a za cenné rady, informace a připomínky, které přispěly k jejímu vypracování.

Děkuji také Všem, kteří mě za celou dobu studia podporovali a děkuji společnosti KHP, a.s. a VAK HK, a.s. za poskytnutí dat a potřebných materiálů.

| | |
|--|-----------|
| OBSAH | 4 |
| ÚVOD | 5 |
| 1 Technická část | 6 |
| 1.1 Voda | 6 |
| 1.1.1 Pitná voda | 6 |
| 1.1.2 Povrchová voda | 10 |
| 1.1.3 Úprava povrchových vod | 12 |
| 1.2 Úpravna vody Hradec Králové | 16 |
| 1.2.1 Stávající stav úpravy vody | 18 |
| 1.2.2 Navrhovaný stav úpravy vody | 19 |
| 2 Ekonomická část | 25 |
| 2.1 Účetnictví podniku - zdroj informací | 25 |
| 2.1.1 Finanční účetnictví | 25 |
| 2.1.2 Manažerské účetnictví | 25 |
| 2.1.2.1 Nákladové účetnictví | 26 |
| 2.1.2.2 Účetnictví orientované na procesy | 26 |
| 2.2 Náklady | 27 |
| 2.2.1 Druhové členění nákladů | 28 |
| 2.2.2 Účelové členění nákladů | 28 |
| 2.2.3 Kalkulační členění nákladů | 29 |
| 2.2.3.1 Členění nákladů z hlediska jejich vztahu k výkonům | 29 |
| 2.2.3.2 Členění nákladů z hlediska závislosti na objemu výkonů | 29 |
| 2.3 Kalkulace | 30 |
| 2.3.1 Typový kalkulační vzorec | 32 |
| 2.3.2 Metody kalkulace | 33 |
| 2.4 Kalkulace očekávaných provozních úspor | 34 |
| ZÁVĚR | 39 |
| ANOTACE | 40 |
| SEZNAM LITERATURY | 41 |
| SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK | 42 |
| SEZNAM OBRÁZKŮ | 43 |
| SEZNAM TABULEK | 44 |

ÚVOD

Když jsem se rozhodoval, kde bych mohl čerpat podněty pro svoji kvalifikační práci, jednoznačně mě ovlivnilo prostředí, ve kterém se pohybuji a kterého jsem součástí, tzn. prostředí vodárenského provozu.

Ve vodárenství pracuji relativně krátce, ale problematika vody mě vždy fascinovala. I proto jsem volil vodohospodářský obor jako perspektivní způsob seberealizace s ne vždy doceněným benefitem v podobě poměrně vysoké jistoty zaměstnání. Když mě zaměstnavatel nabídl rozšíření specializace v podobě dlouhodobě vzdělávacího kursu, neváhal jsem, a s chutí se pustil do studia ekonomiky a managementu, která v mé budoucí praxi najde zajisté široké uplatnění.

V technické části závěrečné práce se budu snažit přiblížit problematiku vody jako takové, dále pak otázku úpravy pitné vody, popíši plánovanou rekonstrukci úpravny vody v Hradci Králové a její začlenění v procesu úpravy a distribuce, zároveň ale také problematiku provozních nákladů z hlediska manažerského účetnictví, která v žádném případě není pro provoz tohoto charakteru zanedbatelná.

Cílem této práce je rozdělit náklady na úpravu pitné vody na variabilní a fixní a pomocí vhodné metody kalkulace vyčíslit náklady na kalkulační jednici předmětu kalkulace, což je v našem případě množství upravené vody za různá časová období. Výsledky by měly provozovateli infrastruktury vykreslit představu o stávajících variabilních nákladech na úpravu pitné vody a její očekávanou úsporu v rámci budoucí realizované rekonstrukce strojně technologické části, zároveň také dopady fixních nákladů na kalkulační jednici v závislosti na proměnném časovém období.

1. TECHNICKÁ ČÁST

1.1 Voda

O vodě byly napsány stovky stran odborných textů a rozhodně by se dalo pokračovat. Už v raném dětství se učíme, jak je voda nepostradatelným faktorem v našem životě a v prostředí kolem nás, jak prodělává svůj koloběh v podobě vody atmosférické, povrchové, podzemní, jak se voda odpařuje zpět do atmosféry z vod povrchových a z vody mořské, která pokrývá něco kolem 70% zemského povrchu, jak je součástí lidského těla (v některých případech i z 75%), atd.. Voda je jednoduše všude kam se podíváme a je podmiňujícím faktorem všech životních forem.

Voda není pouze jako součást potravy a součást hygienických návyků, ale s vývojem společnosti a lidského bytí jako takového se potřeba vody rozšířila do širokého spektra činností (průmysl, zemědělství, věda a výzkum). Vodu obecně dělíme do mnoha kategorií, např. podle původu (přírodní, odpadní), dle výskytu (atmosférické, povrchové a podzemní), dle použití (pitná, užitková, provozní, odpadní), atd. Každý druh vody lze kategorizovat několika způsoby.

V každém použití musí voda odpovídat určitým kvalitativním požadavkům, které podmiňují její různý stupeň upravitelnosti.

1.1.1 Pitná voda

Definice pitné vody je zakotvena v § 3 zákona č.258/2000 Sb. (zákon o ochraně veřejného zdraví). „Pitnou vodou je veškerá voda v původním stavu nebo po úpravě, která je určena k pití, vaření, přípravě jídel a nápojů, voda používaná v potravinářství, voda, která je určena k péči o tělo, k čištění předmětů, které svým určením přicházejí do styku s potravinami nebo lidským tělem, a k dalším účelům lidské spotřeby, a to bez ohledu na její původ, skupenství a způsob jejího dodávání. Hygienické požadavky na zdravotní nezávadnost a čistotu pitné vody (dále jen "jakost pitné vody") se stanoví hygienickými limity mikrobiologických, biologických, fyzikálních, chemických a organoleptických ukazatelů, které jsou upraveny prováděcím právním předpisem, nebo jsou povoleny nebo určeny podle tohoto zákona příslušným orgánem ochrany veřejného zdraví.

Za pitnou vodu se nepovažuje přírodní léčivý zdroj a přírodní minerální voda, o níž bylo vydáno osvědčení podle zvláštního právního předpisu.“¹

Abychom mohli klasifikovat vodu jako pitnou, musíme se orientovat na její fyzikální, chemické, organoleptické, biologické a mikrobiologické ukazatele, neboli na jakost pitné vody. Nejdůležitější je hledisko zdravotní nezávadnosti. Hygienické limity se stanoví jako nejvyšší mezní hodnoty, mezní hodnoty a doporučené hodnoty²

- **NMH** – nejvyšší mezní hodnota – hodnota ukazatele jakosti pitné vody, jejíž překročení znamená vyloučení použití vody jako pitné vody, neurčí-li orgán ochrany veřejného zdraví jinak.
- **MH** – mezní hodnota – hodnota organoleptického ukazatele jakosti pitné vody, jejich přírodních součástí nebo provozních parametrů, jejíž překročení obvykle nepředstavuje akutní zdravotní riziko. Není-li u ukazatele uvedeno jinak, jde o horní hranici rozmezí přípustných hodnot.
- **DH** – doporučená hodnota – nezávazná hodnota ukazatele jakosti pitné vody, která stanoví minimální žádoucí nebo přijatelnou koncentraci dané látky, nebo optimální rozmezí koncentrace této látky.

Legislativní požadavky kladené na jakost pitné vody jsou vyjádřeny ve vyhlášce č.252/2004 Sb. ve znění pozdějších předpisů (vyhláška č.187/2005 Sb. a vyhláška č.293/2006 Sb.) stanovující hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody. Kromě toho by voda neměla působit agresivně na materiály rozvodného systému.

Pitná voda musí mít takové fyzikálně-chemické vlastnosti, které nepředstavují ohrožení veřejného zdraví. Pitná a teplá voda nesmí obsahovat mikroorganismy, parazity a látky jakéhokoliv druhu v počtu nebo koncentraci, které by mohly ohrozit veřejné zdraví. Radiologické ukazatele pitné vody a jejich limity stanoví zvláštní právní předpis - vyhláška č.307/2002 Sb., o radiační ochraně.³

¹ § 3, odst. 1 zák. č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví.

² Srov. § 2, odst. 1 vyhl. č. 252/2004 Sb., hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost kontrol.

³ Srov. § 3, odst. 1 tamtéž.

Příklady hodnocení kvality pitné vody pomocí některých vybraných mikrobiologických, fyzikálních, chemických a organoleptických ukazatelů jsou uvedeny v tab. 1 a 2.

Tab. 1 – Vybrané mikrobiologické a biologické ukazatele - vyhl. č.252/2004 Sb.

| Č. | Ukazatel | Jednotka | Limit | Typ limitu |
|----|---------------------------------------|--------------|-------|------------|
| 1 | Clostridium perfringens | KTJ/100 ml | 0 | MH |
| 2 | Enterokoky | KTJ/100 ml | 0 | NMH |
| 3 | Escherichia coli | KTJ/100 ml | 0 | NMH |
| 4 | Koliformní bakterie | KTJ/100 ml | 0 | NMH |
| 5 | Mikroskopický obraz - počet organismů | jedinci / ml | 50 | MH |
| 6 | Mikroskopický obraz - živé organismy | jedinci / ml | 0 | MH |
| 7 | Počty kolonií při 36°C | KTJ/ ml | 20 | MH |

Tab. 2 – Vybrané fyzikální, chemické a organoleptické ukazatele - vyhl. č.252/2004 Sb.

| Č. | Ukazatel | Jednotka | Limit | Typ limitu |
|----|-----------------|---------------------------|-------|------------|
| 1 | Vápník a hořčík | mmol/l | 2-3,5 | DH |
| 2 | Železo | mg / l | 0,20 | MH |
| 3 | Chlor volný | mg / l | 0,30 | MH |
| 4 | Měď | mikrog/l | 1000 | NMH |
| 5 | Konduktivita | mS/m | 125 | MH |
| 6 | Chuť | přijatelná pro odběratele | | MH |
| 7 | Zákal | ZF(t,n) | 5 | MH |

Zvláštním druhem pitných vod jsou vody balené, které jsou legislativně vázány vyhláškou č.275/2004 Sb., o požadavcích na jakost a zdravotní nezávadnost balených vod. Dá se říci, že tato voda je alternativou k pitné vodě dodávané obyvatelstvu v obalech a mnohdy jsou na ni kladeny přísnější požadavky než na vodu pitnou. Pod pojmem balená voda rozumíme balenou přírodní minerální vodu, balenou pramenitou vodu, balenou kojeneckou vodu a balenou pitnou vodu.

- **balená přírodní minerální voda** – je výrobek pocházející ze zdroje přírodní minerální vody, o kterém bylo vydáno osvědčení. Tato voda může být upravena filtrací, aerací, ozonem, přidávkem nebo odstraněním oxidu uhličitýho nebo odstraněním některých toxických látek.
- **balená pramenitá voda (stolní)** – je výrobek z kvalitní vody z chráněného podzemního zdroje, která může být upravovaná stejnými způsoby, jako balená přírodní minerální voda. Na obalu musí být uvedeny pravdivé informace o provedených úpravách, včetně eventuelního sycení oxidem uhličitým.
- **balená kojenecká voda** – je vybraný druh kvalitní pitné vody z chráněného podzemního zdroje, určený pro přípravu stravy i nápojů kojenců a k trvalému požívání dětmi a některými dalšími skupinami populace. Zdroj vody musí nést záruku stability a dlouhodobé jakosti, musí být chráněn před znečištěním. Co se týče možných technologií, použitých pro úpravu vody, jsou minimální. Lze použít pouze ozáření ultrafialovými paprsky podle zvláštního předpisu a lze sytit oxid uhličitý tak, aby hodnota pH vody nebyla nižší než 5. Všechny tyto informace musí být uvedeny na obalu.
- **balená pitná voda** – druh pitné vody určen ke spotřebě obyvatelstvem. Voda může být upravena běžnými vodárenskými fyzikálními a chemickými postupy, včetně desinfekce chlorací, vodu lze i mineralizovat.⁴

Z pozice provozovatele vodárenské infrastruktury si dovoluji podpořit pouze termín „kojenecká voda“, ta jediná u mne najde opodstatnění a mnohdy i zastání. Ostatní termíny mi spíše přijdou jako marketinkový název výrobku, kterým se nejmenované společnosti snaží obalamutit zákazníka a zvýšit si svůj obrat na úkor všeobecné neznalosti problematiky pitné vody.

⁴ Srov. PITTER, P., *Hydrochemie*, s. 443.

1.1.2 Povrchová voda

Je obecně známo, že povrchová voda je všechna přirozeně se vyskytující voda na povrchu zemském. Dle různých hledisek se dělí např. na sladkou, slanou a brakickou, dále na tekoucí a stojatou, atd. Co se týče území ČR, povrchové vody představují z hlediska množství hlavní část vodních zdrojů.

Předpokládá se, že povrchová voda reprezentuje až 80% veškeré vyrobené a to nejen pitné vody. Využití povrchové vody k daným účelům je však nejčastěji limitováno jakostí vod povrchových. Na rozdíl od vod podzemních se vody povrchové vyznačují proměnlivou teplotou, zejména závislou na ročním období, ale také zvýšenou koncentrací organických látek různého původu, menší mineralizací a menším obsahem kyslíku (pokud tedy nejsou znečištěné, jinak se kyslík spotřebovává na aerobní procesy). Důležitou roli zde také hraje zastoupení mikroorganismů, které je výrazně vyšší než u vod podzemních.⁵

Kvalita povrchových vod je také přímo ovlivňována vypouštěnými odpadními vodami, protože povrchové vody jsou mnohdy využívány jako recipient vyčištěné odpadní vody. Hodnocení jakosti povrchových vod je obecně prováděno pomocí fyzikálních, chemických a biologických ukazatelů vlastností vody a řídí se nařízením vlády č.229/2007 Sb. v platném znění.

Vzhledem k faktu, že zdroje podzemní vody, které by se daly považovat za potencionální zdroje vody pitné, jsou čím dál víc omezené, se při výrobě pitné vody stále častěji soustředí pozornost na zdroje vody povrchové, ať už se jedná o vody stojaté (rybníky, přehrady, retenční nádrže, jezera) nebo o vody tekoucí (řeky).

Výběr zdroje pro zásobování obyvatelstva pitnou vodou se řídí prováděcí vyhláškou č.428/2001 Sb., k zákonu o vodovodech a kanalizacích č.274/2001 Sb.. Příloha č.13 této vyhlášky určuje požadavky na jakost surové vody, podle kterých se povrchové vody rozdělují z hlediska upravitelnosti do tří kategorií:⁶

⁵ Srov. JANDA, V., a STRNADOVÁ N., *Technologie vody I*, s. 31.

⁶ Srov. příloha č. 13, vyhl. č. 428/2001 Sb., k provedení zákona o vodovodech a kanalizacích.

- **A1** - úprava surové vody s koncovou dezinfekcí pro odstranění sloučenin a prvků, které mohou mít vliv na její další použití a to zvláště snížení agresivity vůči materiálům rozvodného systému včetně domovních instalací (chemické nebo mechanické odkyselení), dále odstranění pachu a plynných složek provzdušňováním. Prostá filtrace pro odstranění nerozpuštěných látek a zvýšení jakosti.
- **A2** - Surová voda vyžaduje jednodušší úpravu, např. koagulační filtraci, jednostupňové odželezňování, odmanganování nebo infiltraci, pomalou biologickou filtraci, úpravu v horninovém prostředí a to vše s koncovou dezinfekcí. Pro zlepšení vlastností je vhodná stabilizace vody.
- **A3** - Úprava surové vody vyžaduje dvou či vícestupňovou úpravu čiřením, oxidací, odželezňováním a odmanganováním s koncovou dezinfekcí popř. jejich kombinací. Mezi další vhodné procesy se řadí např. využívání ozónu, aktivního uhlí, pomocných flokulantů, flotace. Ekonomicky náročnější postupy technicky zdůvodněné (např. sorpce na speciálních materiálech, iontová výměna, membránové postupy) se použijí mimořádně.

Vybrané ukazatele používané pro zařazení surové vody do jednotlivých kategorií jsou zřejmé z tab. 3.

Pozn.: „V případě vyšších koncentrací, než jsou uvedeny ve vyhlášce pro kategorii A3, lze podle § 13 odst. 2 zákona vodu této jakosti výjimečně odebírat pro výrobu pitné vody s udělením výjimky příslušným krajským úřadem. Pro úpravu na vodu pitnou se musí použít technologicky náročné postupy spočívající v kombinaci typů úprav uvedených pro kategorii A3, při čemž je nutné zajistit stabilní kvalitu vyráběné pitné vody podle vyhlášky č.252/2004 Sb.. Přednostním řešením v těchto případech je však eliminace příčin znečištění anebo vyhledání nového zdroje vody. Vyjmenované typy úpravy pro danou kategorii surové vody je možné využívat i pro jakost surové vody zařazené do horší jakostní kategorie (např. typ úpravy A1 pro kategorii A2).“⁷

⁷ Příloha č. 13, vyhl. č. 428/2001 Sb., k provedení zákona o vodovodech a kanalizacích.

Tab. 3 – Vybrané příklady ukazatelů jakosti surové povrchové vody a jejich mezních hodnot pro jednotlivé kategorie standardních metod úprav surové vody na vodu pitnou

| Poř. číslo | Ukazatel | Jednotka | A1 | A2 | A3 |
|------------|---------------------------|------------|-----------|----------------|-------------|
| | | | mezní | mezní | mezní |
| 1. | Reakce vody | pH | 6,5 – 9,5 | 5-6,5 ; 9,5-10 | <5 nebo >10 |
| 2. | Barva | mg/lPt | 20 | 100 | 200 |
| 3. | Železo celkové | mg/l | 0,2 | 1,0 | 2,0 |
| 4. | Mangan | mg/l | 0,05 | 0,5 | 1,5 |
| 5. | Pach | stupeň | 2 | 5 | 8 |
| 6. | Dusičnany | mg/l | 50 | 50 | 50 |
| 7. | CHSK _{Mn} | mg/l | 3 | 10 | 15 |
| 8. | BSK ₅ při 20°C | mg/l | 3 | 5 | 7 |
| 9. | Huminové látky | mg/l | 2,5 | 5 | 8 |
| 10. | Koliformní bak. | KTJ/100 ml | 50 | 5 000 | 50 000 |

(zdroj vlastní)

1.1.3 Úprava povrchových vod

Jak bylo výše uvedeno, povrchové vody obsahují oproti vodám podzemním větší koncentrace organických látek, které jsou živným substrátem pro bakterie, a z toho důvodu je i větší mikrobiologické oživení ve vodách povrchových než podzemních. Běžnou technologií úpravy povrchové vody na pitnou je proces čiření, při němž jsou především koloidní a jemně suspendované látky převáděny do separovatelné suspenze. Nedílnou součástí čiření je proto separace této suspenze, obvykle sedimentací a filtrací. Dalšími způsoby úpravy jsou pomalá filtrace a metody využívající horninové prostředí (metody in-situ).

Proces čiření se užívá i při čištění odpadních (průmyslových) vod. Spočívá v dávkování solí hliníku nebo železa do vody, při čemž se tvoří ve vodě téměř nerozpustný hydroxid ve formě hydratovaných oxidů železa či hliníku. Částice hydroxidů se shlukují (agregují) do hrubé disperze. Ta do sebe strhává, případně na svém povrchu sorbuje nebo chemicky zachycuje látky obsažené ve vodě (koloidní částice a větší nebo látky rozpuštěné). Následně se vzniklá disperze od vody oddělí sedimentací a filtrací.

Proces shlukování se nazývá koagulace, zbavení vody agregovaných suspendovaných částí čiření. V praxi se používá pouze jeden z názvů pro oba děje dohromady.⁸

Z hlediska chemické podstaty se děj, který nastane po nadávkování solí železa a hliníku do vody nazývá hydrolyza, kterou vyjadřují níže uvedené rovnice.



V procesu hydrolyzy dochází ke snížení hodnoty pH. Uvolněné vodíkové ionty reagují s HCO_3^- v upravované vodě za vzniku vody a oxidu uhličitého dle rovnice 1.4.



Čím je větší dávka koagulantu, tím více vodíkových iontů vznikne a tím je třeba více HCO_3^- k jejich neutralizaci. Pokud je koncentrace HCO_3^- ve vodě příliš nízká, nebo dávky koagulantu příliš vysoké, může se k neutralizaci použít hydroxid vápenatý (zvyšuje tvrdost vody) nebo např. hydroxid sodný, o kterém bude pojednáno dále.

Nejčastěji používanou solí železa je $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ neboli síran železitý. Jeho rozpustnost ve vodě je velice dobrá, dává se ve vodných roztocích. Díky své agresivitě vůči betonu a kovům se musí skladovat ve speciálních nádržích, nebo nádržích se speciální povrchovou úpravou. Je požadováno, aby dávka koagulantu byla z ekonomických důvodů co nejmenší, ale aby zároveň stačila k dostatečnému vyčištění vody. Dávka obvykle přímo úměrně roste se znečištěním surové vody.

Podle Malého a Malé se u dobře nastaveného a fungujícího procesu čiření dosahuje odstranění suspendovaných a koloidních látek z 90-95%, snížení barvy o 80-90% a snížení mikrobiologického zatížení o 95-98%. Z rozpuštěných látek se zachytí jen některé, neadsorbují se však nízkomolekulární organické sloučeniny, alkalické kovy a kovy alkalických zemin, které jsou třeba odstranit v dalším stupni úpravy.⁹

⁸ Srov. MALÝ, J., a MALÁ J., *Chemie a technologie vody*, s. 55.

⁹ Srov. tamtéž, s. 64.

Co se týče způsobu separace vznikajících suspenzí při čiření, nejobvyklejšími metodami je sedimentace a filtrace. Sedimentací (usazováním) se rozumí změna kinetické energie částice suspenze na energii potenciální. Rychlost usazování závisí na velikosti částic, na tvaru a hustotě částice i kapaliny (v našem případě vody).

Při čiření dochází k tvorbě vloček, do kterých se shlukují nečistoty a o procesu můžeme hovořit jako o úpravě vody vločkovým mrakem. Zařízení k tomu používané se nazývají čičiče. Sdružují v sobě procesy koagulace, sedimentace (v některých případech i zahuštění kalu) a částečně i filtrace. Filtrace vody přes vločkový mrak je z hlediska separace vloček nedokonalá, protože nejmenší vločky jsou společně s upravenou vodou vynášeny z čičiče. Z toho důvodu musí být za čičičem vždy zařazen filtr.

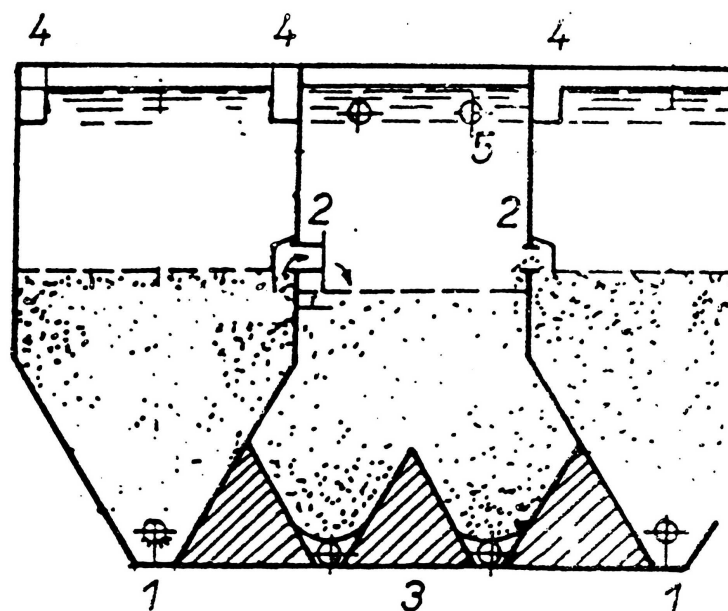
Princip vločkového mraku se dá vysvětlit na analogii s fluidním ložem. Ve vzestupném proudu vody se po nadávkování koagulačního činidla vytvoří vločky, jejichž sedimentační rychlost je vyrovnána vzestupnou rychlostí proudění vody. Při proudění vody s nadávkovaným koagulantem přes vytvořené fluidní lože (vločkový mrak) se tvoří nové vločky, které se při průchodu fluidní vrstvou starších vloček navzájem na sebe nabalují a koagulují až do velikosti částic dobře separovatelných sedimentací.

Při dosažení určité koncentrace vloček ve vločkovém mraku se jeho koncentrace přestane zvyšovat a začne narůstat objem. Chceme-li tedy pracovat za ustálených podmínek, musí se kal z vločkového mraku odvádět v takovém množství, které odpovídá množství kalu vznikajícího při hydrolyze nově dávkovaného koagulačního činidla. Hovoříme pak o čičiči s dokonalým vznášením vločkového mraku.

Vzestupná rychlost proudění ve vločkovém mraku by měla být do 1 mm/s. Při vzestupné rychlosti okolo 2,5 mm/s se již vytváří nejasné fázové rozhraní mezi vločkovým mrakem a upravenou vodou a dochází k nepříjemnému výnosu vloček do upravené vody. Naopak při poklesu vzestupné rychlosti pod 0,5 mm/s již vločkový mrak sedimentuje, tvoří se v něm zkratové kanálky a vločkový mrak ztrácí svoji účinnost a efektivitu.¹⁰

¹⁰ Srov. JANDA, V., a STRNADOVÁ N., *Technologie vody I*, s. 117.

Konstrukcí čičičů existuje nepřeborné množství, v případě úpravny vody v Hradci Králové se jedná o čičiče s dokonalým vznášením vločkového mraku - galeriové čičiče, které mají obdélíkový púdorys. Prostor koagulační a prostor kalového mraku se nachází ve dvou krajních částech, střední část slouží k zahuštění a sedimentaci kalu (obr. 1). Voda po homogenizaci chemikálií je přivedena na dno dvou krajních konických nádob. Přívod vody je vyřešen tak, aby netryskal přímo do prostoru vločkového mraku, jehož hladina je pevně dána přepadovými otvory do centrálního usazovacího a zahušťovacího prostoru. Upravená voda je odebírána přepadovými hranami žlabů a perforovaným potrubím pod hladinou zahušťovacího prostoru.



Obr. 1 - Schéma galeriového čičiče ¹¹

1 - krajní koagulační prostory s přítokem vody v kónickém dně, 2 - boční okna pro přepad kalu do zahušťovacího prostoru, 3 - centrální zahušťovací prostor s odtahem kalu u dna, 4 - odtok vody spojený s odtahem vody ze zahušťovacího prostoru 5

¹¹ JANDA, V., a STRNADOVÁ N., *Technologie vody I*, s. 126.

1.2 Úpravna vody Hradec Králové

Historie vzniku stále větší potřeby pitné vody pro aglomerace Královéhradeckého kraje spojené s rozšiřováním skupinového vodovodu spadá do začátku sedmdesátých let minulého století. A to přesněji do roku 1963, kdy byla postavena a úspěšně uvedena do provozu úpravna vody (dále jen ÚV) v Hradci Králové.

Projektovaný a realizovaný výkon úpravny byl 300 l/s. V průběhu let výkon úpravny postupně klesal, ať už z důvodu zmenšující se potřeby vody obyvatelstva a morálního opotřebení technologie, nebo skutečností, že začala být využívána zdrojová oblast Litá s kvalitní podzemní vodou, která byla součástí vybudování Vodárenské soustavy Východní Čechy v devadesátých letech minulého století. Prameniště Litá se nachází v okolí obcí České Meziříčí, Pohoří, Bohuslavice, Pulice a Mokré. Zahrnuje více než deset jímacích vrtů o hloubce až 150 metrů. Pitná voda z nich proudí do Hradce Králové 27 kilometrů dlouhým přivaděčem. Voda z této lokality je křídového původu, vysoce kvalitní, s příznivými zdravotními účinky.

Zdrojem surové vody pro úpravnu vody Hradec Králové je přilehlá řeka Orlice, která svým povodím cca 1970 km² nad odběrným profilem Malšovice představuje strategický a jediný záložní zdroj pro možnost zásobování obyvatelstva pitnou vodou v dané oblasti. Nutnou podmínkou zásobování obyvatelstva pitnou vodou je úprava tekoucí povrchové vody, jejíž kvalita v řece Orlici kolísá v poměrně velkém rozmezí, jak je patrné z tabulky 4. Kolísání kvality vody významně závisí nejen na ročním období, ale také na velikosti průtoku. Kvalita vody je charakteristická středním organickým znečištěním, vysokým biologickým oživením (obr. 2) a nepříznivými organoleptickými vlastnostmi.

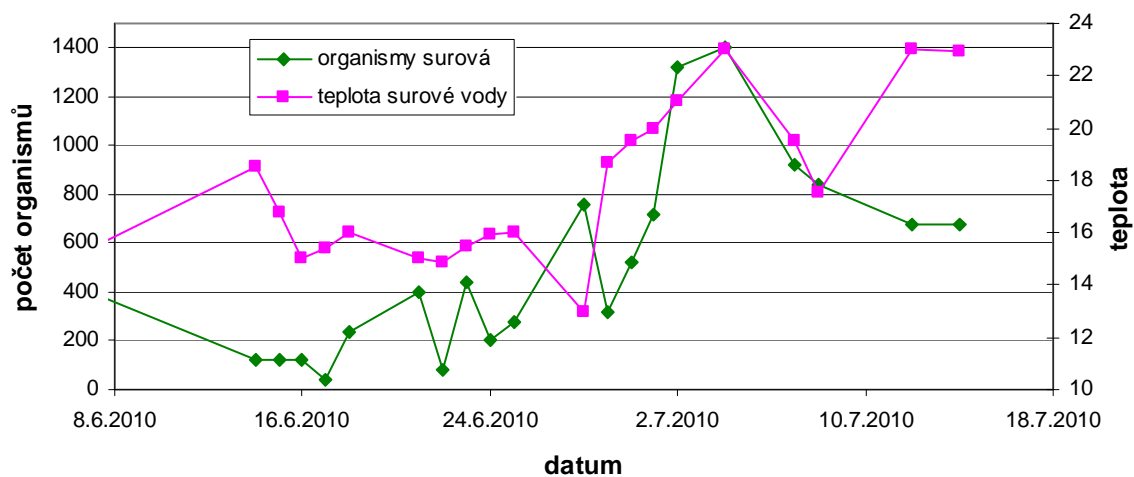
V současné době je úpravna vody odstavena z trvalého provozu, zakonzervována a připravena kdykoli pro krátkodobé uvedení do provozu jako záložní zdroj pitné vody. K tomu dochází zejména při opravách, rekonstrukcích a provozní údržbě přivaděče z Lité nebo v období, kdy je omezeno nakládání s podzemními vodami ze strany vodohospodářských orgánů v prameništi Litá.

ÚV Hradec Králové je v provozu více než 45 let, s výjimkami s původní technologií úpravy, bez zásadní rekonstrukce a se zařízeními ve stavu značného fyzického opotřebení. I napříč tomuto faktu je schopna provozu za optimálních podmínek na výkon cca 110 l/s.

Tab. 4 – Vybrané ukazatele kvality surové vody - červen a červenec 2010

| Parametr | Jednotka | Průměr | Minimum | Maximum |
|--------------------------------|------------|--------|---------|---------|
| CHSK _{Mn} | mg/l | 3,85 | 2,89 | 4,97 |
| Fe | mg/l | 0,46 | 0,25 | 0,66 |
| Mn | mg/l | 0,17 | 0,03 | 0,22 |
| Teplota | °C | 17,8 | 13,5 | 23,5 |
| N _{amoniakální} | mg/l | <0,14 | --- | --- |
| N-NO ₂ ⁻ | mg/l | 0,13 | 0,10 | 0,17 |
| N-NO ₃ ⁻ | mg/l | 20,0 | 18,3 | 21,4 |
| pH | --- | 7,38 | 7,05 | 7,89 |
| KNK _{4,5} | mmol/l | 2,35 | 1,90 | 2,60 |
| Ca+Mg | mmol/l | 1,70 | 1,47 | 1,83 |
| zákal | ZF(t) | 17,3 | 10,9 | 21,1 |
| Celkový počet organismů | jedinci/ml | 505 | 40 | 1400 |
| Živé organismy | jedinci/ml | 280 | 0 | 1000 |
| Kolif. bakterie | KTJ/100 ml | 840 | 0 | 2000 |
| Fek. kolif. bak. | KTJ/100 ml | 1420 | 200 | 5300 |
| Enterokoky | KTJ/100 ml | 198 | 0 | 1100 |
| Escherichia | KTJ/100 ml | 777 | 0 | 2000 |

(zdroj vlastní)



Obr. 2 - Počet organismů a teplota surové vody (zdroj vlastní)

1.2.1 Stávající stav úpravy vody ¹²

Po koncepční stránce je možné úpravnu vody charakterizovat jako třístupňovou. První stupeň představují galeriové čičiče, následuje druhý stupeň v podobě otevřených rychlofiltrů, na něž navazují dezodorační GAU filtry - třetí stupeň. Budovu ÚV je možno stavebně rozdělit na část strojovny, dávkování a separaci.

Pro jímání surové vody z řeky Orlice jsou k dispozici tři jímací objekty, všechny vzdálené do 800m od vlastní budovy ÚV. Přednostně se používá pouze jeden z nich a to odběr z náhonu elektrárny. Ostatní jsou v současnosti mimo provoz. Voda je poté svedena do objektu hrubé filtrace, kde jsou mechanickým způsobem za použití hrubých a jemných česlí (ručně i mechanicky stíraných) odstraněny z vody hrubé nečistoty. Dále je voda gravitačně dopravována betonovým potrubím DN 800 do čerpacích šachet surové vody, které jsou již v budově vlastní ÚV.

Na první stupeň úpravy vody je surová voda již dopravována vertikálními čerpadly. Celý následující chod úpravnou, tj. přes první a druhý stupeň úpravy je gravitační. Z proudu surové vody je nejdříve odvětvena část vody na předozonizaci (cca 20-40%), kde dochází k nadávkování ozonu v sytící nádrži a tato část je poté vrácena do hlavního proudu. Přes dvě reakční nádrže, kde dochází k promísení surové vody s předozonizovanou, voda natéká do chemického rychlomísiče. Zde je dávkován koagulant.

Po rychlomísení je voda přivedena do flokulační nádrže - ocelové nádrže s děrovanými přepážkami vybavené turbínovým míchadlem (průběžná hřídel s lopatkami pro pomalé míchání). Zde dochází k prvotní tvorbě mikrovloček. Po průchodu jednotlivými komorami je voda odvedena do hydraulického mísiče s rozdělovačem. Jedná se o kónickou nádrž, která je opatřena systémem děrovaných přepážek, jež omezují vznik zkratových proudů a zajišťují potřebnou intenzitu míchání. Horní část nádrže je upravena jako kruhový přepad a slouží k rozdělení vody na jednotlivé galeriové čičiče - prvního separačního stupně. Po obvodu přepadu je umístěn systém dávkování pomocného flokulantu, což je organický polymer, který usnadňuje a urychluje vlastní koagulaci a pomáhá vytvořit lépe usaditelné vločky vzniklých hydroxidů železa a hliníku.

¹² Srov. ADLER, P. *Úpravna vody Hradec Králové – rekonstrukce. Proj. dok. DZS*

V případě ÚV Hradec Králové se jedná o flokulant na bázi akrylamidu a akrylátu sodného - Praestol TR 2350.

K dispozici jsou čtyři galeriové čičiče, na které je vedeno 12 dílčích proudů, do každého po třech proudcích. Přívod upravované vody do jednotlivých galerií čičičích prostor je proveden z děrovaných trubek s tlumícími stříškami. Vyčičičená voda z čičičů je sbírána odtokovými žlaby s pilovitými přepadovými hranami a je směřována na navazující druhý separační stupeň - filtraci.

Druhý stupeň tvoří osm otevřených evropských rychlofiltrů o celkové filtrační ploše 200 m². Jedná se o dvouvrstvé filtry, ve kterých je náplň tvořena cca 75 cm filtračního písku a cca 50 cm vrstvou filtračního uhlí. Nátok na filtry je ovládán plovákovými ventily a regenerace filtrační náplně je řešena praním náplně vzduchem a vodou.

Před vtokem filtrované vody do staré akumulární nádrže se odebere opět dílčí část proudu vody z filtrátu pro doozonizační jednotku. Takto dosycená voda ozonem je smíšena se zbytkem proudu v akumulární nádrži a je vedena na poslední stupeň úpravy - osm tlakových dezodoračních filtrů, které vylepšují vodě organoleptické vlastnosti. Upravená voda je v budově nové strojovny akumulována pro finální čerpání na centrální vodojemy na Novém Hradci Králové. Před čerpáním je voda finálně hygienicky zabezpečena plynným chlorem.

1.2.2 Navrhovaný stav úpravy vody

Jak již z výše uvedeného vyplývá, ke komplexní rekonstrukci tohoto vodárenského objektu investor přistupuje po téměř 50 letech provozu, ať už to byl zpočátku provoz trvalý, či posléze provoz částečný, přerušovaný. Požadavek rekonstrukce vyplývá zejména z nutnosti připravenosti úpravny jako zdroje záložního pro případ omezené dodávky pitné vody z podzemních zdrojů Litá, s čímž přímo souvisí i kvalita surové vody v řece Orlici. Pokud úpravna vody nebude schopna upravit povrchovou surovou vodu na vodu pitnou dle platných legislativních předpisů a zároveň bude omezena nebo přerušena dodávka z prameniště Litá, může dojít ke stavu ohrožení zásobování obyvatelstva pitnou vodou.

Ve své podstatě je úpravná v relativně dobrém stavebním stavu odpovídající pravidelné údržbě. Stavební objekt nevyžaduje rozsáhlých stavebních rekonstrukcí vyjma nové fasády, všechny ostatní stavební práce, které budou v rámci rekonstrukce probíhat, budou důsledkem navržených technologických změn. Nejdůležitější částí modernizace bude změna technologie ÚV.

V následujícím textu budou tak popsány a vysvětleny nejvýznamnější změny v technologické části v logickém sledu úpravy vody. Bude se jednat o požadovaný výkon ÚV, jímání a čerpání surové vody, o proces ozonizace, dávkování chemikálií a jednotlivé separační stupně včetně strojního zařízení.

Výkon úpravny vody, návrhové a garantované parametry

Výkon úpravny vody bude po realizaci rekonstrukce požadován na 150 l/s. Požadovaná kvalita upravené pitné vody musí bezesbytku odpovídat vyhlášce č.252/2004 Sb. Dále se bude vycházet z parametrů garantovaných dodavateli a výrobcí technologických celků.

Jímání surové vody

Objekty jímání surové vody neprojdou žádnou změnou, menší rekonstrukci podlehne objekt hrubé filtrace, kde budou instalovány nové strojně stírané česle, které by měly zajistit dostatečné předčištění surové vody z řeky Orlice.

Čerpání surové vody

Pro čerpání surové vody ze stávajících šachet jsou navržena dvě ponorná čerpadla se spouštěcím zařízením, $Q = 75 - 96$ l/s, $H = 16$ m s elektro motorem o příkonu 24 kW. Rekonstrukce bude provedena i na výtlačném potrubí společně s armaturami. Dvě stávající vertikální čerpadla, která svým výkonem nevyhovují, budou demontována včetně výtlačného potrubí a armatur. Jedno stávající čerpadlo zůstane zachováno.

Ozonizace

Stávající ozonizační jednotku, která funguje na principu generování ozonu vysokonapětovým výbojem z atmosférického vzduchu a skládá se ze dvou podsystémů pro předozonizaci a doozonizaci, nahradí zcela nový generátor.

Maximální výkon jednotky 1,5 kg/h ozonu bude regulovatelný v rozsahu 10-100% garantovaného výrobcem. Jako médium pro výrobu plynné směsi kyslíku (O₂) a ozonu (O₃) bude sloužit kapalný kyslík skladovaný v odpařovací stanici vně budovy úpravní vody. Dojde tak především k optimalizaci výroby ozonu v porovnání s energetickými nároky technologie původní a zejména k předpokládané úspoře na elektrické energii.

Výsledné vyrobené množství směsi se bude dělit do větví a to na předozonizaci a doozonizaci. Směs bude vnášena do upravované vody pomocí statických mísičů instalovaných v potrubních rozvodech. Při provozním odzkoušení se ukázalo, že ozon může negativně ovlivnit separační vlastnosti suspenze při flotaci.

Je tedy možné, že pokud se tento jev potvrdí při zkušebním provozu, bude nutné dávku ozonu do předozonizace tlumit tak, aby byla zajištěna potřebná kvalita vyrobené vody a zároveň, aby nebyla rušena separační schopnost flotace.

Dávkování chemikálií

Dávkování koagulantu a dávkování pomocného flokulantu se společně s novou technologií alkalizace vody hydroxidem sodným (NaOH) bude nacházet v nových prostorách v suterénu budovy separace.

Přemístění a soustředění dávkování do společných prostor umožní jednak změny v dávkovaných množstvích (snížení dávek), ale i navrhovaný způsob dávkování a samotné koncentrace jednotlivých chemikálií. Stávající vápenné hospodářství bude kompletně demontováno. Pro potřeby dimenzování čerpací techniky byly vypočteny očekávané dávky NaOH v závislosti na dávkách koagulačního činidla a jsou uvedeny v tabulce 5.

Tab. 5 – Očekávané dávky NaOH pro alkalizaci vody v závislosti na dávce PIX (zdroj vlastní)

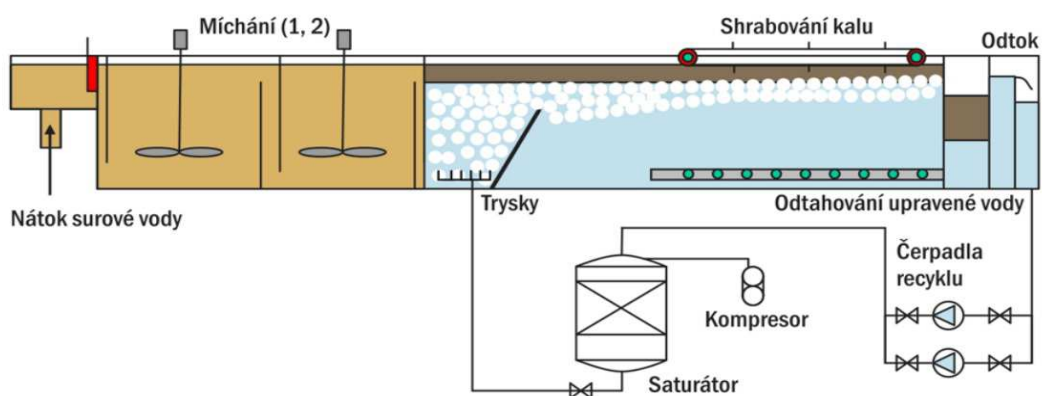
| Dávka koagulantu | ρ_{Na} (mg/l) ve vyrobené vodě | Dávka 100% NaOH [g/m ³] | Dávka 40% NaOH [g/m ³] | Dávka 40% NaOH [l/m ³] | Spotřeba 40% NaOH [l/den] | Spotřeba 40% NaOH [l/h] |
|--------------------------|--|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------|-------------------------|
| PIX 140 g/m ³ | 27,9 | 34,4 | 86,1 | 0,060 | 780 | 32,5 |
| PIX 100 g/m ³ | 22,2 | 24,6 | 61,5 | 0,043 | 557 | 23,2 |
| PIX 80 g/m ³ | 19,4 | 19,7 | 49,2 | 0,035 | 446 | 18,6 |

Jak bylo výše uvedeno, úprava vody Hradec Králové bude i nadále realizována jako třístupňová.

I. separační stupeň - flokulace a flotace

Podstatou celé plánované rekonstrukce bude změna technologie úpravy v prvním separačním stupni. Jedna polovina stávajících galeriových čističů bude nahrazena dvěma novými linkami flokulace a flotace s maximálním výkonem každé z nich 75 l/s. „Principem flotace (obr. 3) rozpuštěným vzduchem je, že se částice (např. vzniklé koagulací) spojují s mikrobublínkami vzduchu a tyto vzniklé agregáty mají výrazně nižší hustotu než voda. Stoupají proto relativně rychle k hladině kapaliny tj. proti působení gravitace. Potřebné mikrobublínky jsou vytvářeny speciálními tryskami poblíž dna flotační nádrže v tzv. kontaktní (reakční) zóně. V ní dochází ke spojování částic (vloček) s mikrobublínkami, které jsou tam ve velkém početním přebytku v porovnání s počtem částic, které přicházejí ve vodě do kontaktní zóny z agregačních reaktorů (flokulace).

Na hladině separační zóny se tvoří vrstva vyflotovaného kalu, která je mechanicky nebo hydraulicky odstraňována. Upravená voda je odebírána systémem sběrného potrubí nad dnem separační části flotační nádrže.“¹³



Obr. 3 - Schéma úpravy vody flotací rozpuštěným vzduchem¹⁴

¹³ DOLEJŠ, P., a ŠTRAUSOVÁ, K. *ÚV Hradec Králové – modelové ověření flotace v zim. období*, s. 3.

¹⁴ [online]. [cit. 2012-03-22]. Dostupné z: <http://www.envi-pur.cz/?page=flotace-rozpustenym-vzduchem>

Technologie flokulace a flotace byla na ÚV Hradec Králové experimentálně provozně ozkoušena v roce 2010. První část testů proběhla v zimním období, v letním období pak následovala část druhá a to z důvodu již uváděné kolísavé kvality surové vody v řece Orlici. Experimentální zkouška potvrdila, že technologie flotace je pro úpravu surové vody z řeky Orlice vhodná a bude poskytovat požadované výsledky v kvalitě upravené vody.

Z provedených testů vyplývá, že návrh flotace může na ÚV Hradec Králové vycházet z návrhových parametrů, které jsou uvedeny v tab. 6.¹⁵

Tab. 6 – Návrhové parametry flokulace a flotace na ÚV Hradec Králové

| Návrhový parametr | Jednotka | Hodnota parametru |
|---|------------------------------------|-------------------|
| Povrchové zatížení | m ³ / m ² .h | 10-16 |
| Minimální počet míchaných agregačních reaktorů | ks | 2 |
| Celková minimální doba zdržení v každém agregačním reaktoru | min. | 15 |
| Střední rychlostní gradient v prvním a druhém agregačním reaktoru | 1/s | 50–175 |
| Recirkulační poměr | % | 10 |

II. separační stupeň - filtrace

Druhou nejdůležitější částí rekonstrukce bude přestavba druhého separačního stupně. Upravovaná voda z prvního separačního stupně se v současné době (i po rekonstrukci) vede na druhý separační stupeň, tvořený 8 otevřenými pískovými rychlofiltry. Plocha jednoho filtru je 25 m², takže celková filtrační plocha činí 8 x 25 m² = 200 m². Filtrační rychlost proto bude při výkonu 150 l/s (540 m³/h), 540/200 = 2,7 m/h. Z této rychlosti je zřejmé, že pro max. výkon ÚV 150 l/s je počet filtrů zbytečně velký a postačí i jejich poloviční počet. S ohledem na obecně doporučené filtrační rychlosti dojde k rekonstrukci pouze čtyř filtračních jednotek.

Provede se celková modernizace trubních rozvodů, armatur a odtokové regulace. Budou vybourána současná mezidna a na dno se osadí moderní filtrační systém, který umožní větší využití hloubky filtru a jeho rovnoměrné praní.

¹⁵ DOLEJŠ, P., a ŠTRAUSOVÁ, K. ÚV Hradec Králové – modelové ověření flotace v zim. období, s. 21.

Dojde ke kompletní výměně filtrační náplně, současná náplň bude vytěžena a zlikvidována. Navrhuje se filtrace s klesající filtrační rychlostí, u které probíhá regulace jen na společném potrubí filtrované vody (pouze jedna regulační klapka). Tento režim filtrace je výhodný hlavně u humínových vod s nízkou alkalitou a tam, kde hrozí nebezpečí průniku kalu přes filtr (neroste rychlost proudění vody ve filtrační vrstvě a nebezpečí strhávání částic zachyceného kalu do filtrátu je daleko menší, než u filtrace s konstantní zdánlivou filtrační rychlostí).

Významná strojní zařízení

Jedná se o podávací čerpadla, prací čerpadla a prací dmyhadla. Co se týče pracích čerpadel, ta svým výkonem vyhovují a ve své podstatě nedoznají změn. Pro čerpání vody na tlakové filtry s GAU (granulovaným aktivním uhlím) jsou navržena dvě nová podávací horizontální čerpadla, $Q = 75-96$ l/s, $H = 16$ m s příkonem 22 kW. Jedno stávající čerpadlo zůstane zachováno. Samozřejmě je rekonstrukce odpovídajících armatur. Pro praní filtrů vzduchem budou v budově nové strojovny osazena dvě dmyhadla, každé pro $Q_{\max} = 1800$ m³/h, $P = 0,06$ MPa s příkonem 45 kW.

Dmyhadla budou umístěna v protihlukových krytech. Elektrické motory dmychadel budou opatřeny frekvenčními měniči pro možnost regulace dodávaného množství vzduchu. Pro plnění tlakových nádob protirázové ochrany vzduchem bude namontována nová kompresorová stanice o výkonu 51 m³/h a maximálním tlaku 1 MPa s elektromotorem 7,5 kW.

III. separační stupeň - tlakové dezodorační filtry s GAU

V tomto stupni, takzvané adsorpci, je umístěno 8 tlakových filtrů s GAU o průměru 3 m (filtrační plocha 7,1 m²). Objem jednoho filtru je 24 m³, z toho je asi 12 m³ GAU. Výška vrstvy GAU je tedy asi 1,7 m. Filtrační rychlost bude při celkové filtrační ploše 56,8 m² a výkonu ÚV 150 l/s $560/56,8 = 9,8$ m/h. Doporučené filtrační rychlosti u filtrů s GAU jsou v rozmezí 8-20 m/h. Dojde tedy ke snížení počtu provozovaných filtrů při realizovaném výkonu ÚV na 4 ks.

Bude provedena modernizace trubních rozvodů a armatur a zavedeno měření průtoku filtrované vody za každým filtrem (bude ovládat dávkování chloru pro hygienické zabezpečení pitné vody).

2. EKONOMICKÁ ČÁST

2.1 Účetnictví podniku - zdroj informací

Je jen málokdo, komu by pojem účetnictví neříkalo vůbec nic. Dá se říci, že v různých formách se s ním střetáváme dnes a denně, aniž bychom si to možná uvědomovali. Podle Synka se datuje počátek účetnictví do doby cca 3,5 tisíce let před Kristem do oblasti Mezopotámie, kde se psalo na hliněné destičky, které se nechaly sušit na slunci popř. vypalovat v pecích a to z několika opodstatněných důvodů - trvanlivost záznamu, zabránění případných změn textu.¹⁶

V moderním pojetí je účetnictví uspořádaný systém informací, které zobrazují podnikatelský proces jako celek. Účetní informace je třeba rozdělovat podle toho, pro koho jsou informace určeny a jaké rozhodovací úlohy dotyčný řeší.

2.1.1 Finanční účetnictví

Na úrovni podniku jako celku je finanční účetnictví základnou pro všechny informační disciplíny. Zobrazuje přesnými metodickými postupy hospodaření podniku v průběhu celé jeho ekonomické aktivity. Jeho cílem je zejména vytvořit obraz hospodaření podniku pro jednotlivé externí uživatele (vlastníci, banky, věřitelé, obchodní partneři) v podobě ročních výkazů, jimiž jsou například rozvaha, výsledovka a cash flow.¹⁷

2.1.2 Manažerské účetnictví

Cílem manažerského účetnictví je poskytnout vedení podniku informace potřebné pro rozhodování a řízení na všech úrovních podnikového managementu, je tedy určeno pro interní podnikové uživatele. Na rozdíl od finančního účetnictví není nijak obsahově vymezeno a není předmětem mimopodnikové regulace.

¹⁶ Srov. SYNEK, M. a kol., *Podniková ekonomika, 3. přepracované a doplněné vydání*, s. 273.

¹⁷ Srov. KRÁL, B. a kol., *Manažerské účetnictví, 2. rozšířené vydání*, s. 20.

V manažerském účetnictví (v široce chápaném významu) jako ve složitě strukturovaném systému účetních informací pro hodnotové řízení, je možno odlišit dva relativně odlišné systémy účetních informací. Jednak účetní informace pro řízení podnikatelského procesu, o jehož parametrech bylo již v zásadě rozhodnuto, tento systém informací je historicky starší, tradičně je nazýván nákladovým účetnictvím.

A dále účetní informace pro taktické a strategické rozhodování o variantách budoucího vývoje podnikatelského procesu - účetnictví pro rozhodování.¹⁸

2.1.2.1 Nákladové účetnictví

Nákladovým účetnictvím je myšlen subsystém manažerského účetnictví, který poskytuje informace pro manažerské řízení podnikatelského procesu, o jehož parametrech již bylo rozhodnuto v minulosti.

2.1.2.2 Účetnictví orientované na procesy

Dá se říci, že procesní nákladové účetnictví (anglicky Activity-Based Costing, neboli ABC) je nejmladším subsystémem manažerského účetnictví a jeho hlavním cílem je poskytovat informace napříč jednotlivými dílčími aktivitami (v průřezu přes útvary), ze kterých se podnikatelský proces skládá. Pružně reaguje na neustále se měnící podnikatelské prostředí. Jeho analýza mívá obvykle 4 kroky a to:

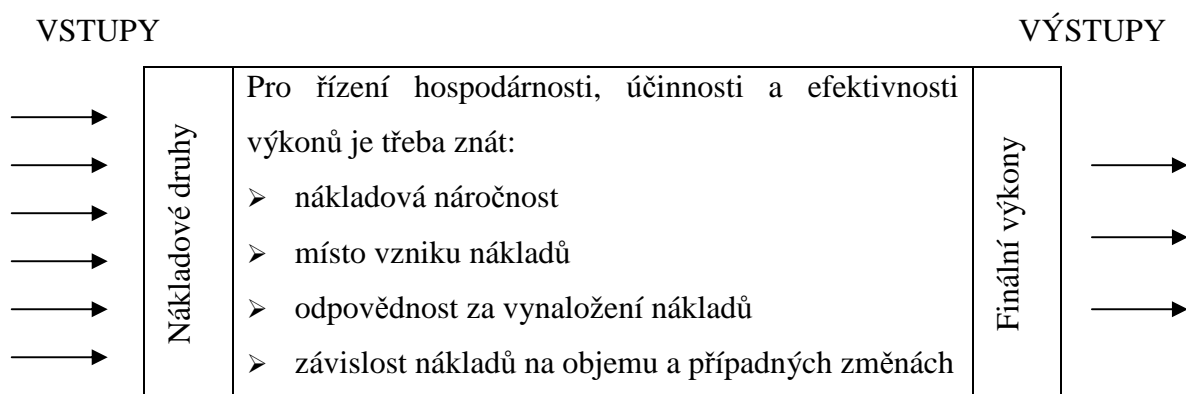
- identifikování hlavních činností.
- vytvoření nákladového střediska pro každou činnost.
- určení vůdce pro každou hlavní činnost.
- přiřazení nákladu činností k produktu v souladu s poptávkou produktu po činnosti

¹⁸ Srov. FIBÍROVÁ, J. a ŠOLJAKOVÁ, L. a WAGNER, J., *Nákladové a manažerské účetnictví*, s. 20.

2.2 Náklady

„Ve finančním účetnictví se náklady vymezují jako úbytek ekonomického prospěchu, který se projevuje poklesem aktiv nebo přírůstkem dluhů a který v hodnoceném období vede ke snížení vlastního kapitálu (jiným způsobem, než je výběr kapitálu vlastníky). V manažerském účetnictví se naopak vychází z charakteristiky nákladů jako hodnotově vyjádřeného, účelného vynaložení ekonomických zdrojů podniku, účelově souvisejícího s ekonomickou činností.“¹⁹

Předpokladem účinného řízení nákladů při transformaci vstupů na výstupy v podnikatelské procesu (obr.4) je jejich podrobnější rozčlenění do stejnorodých skupin na základě účelové potřeby. Při sestavování kalkulací se setkáváme s členěními nákladů – podle nákladových druhů, podle účelu, podle závislosti na objemu prováděných výkonů.



Zobrazení nákladů na vstupu do podniku odpovídá na otázku, jaké náklady byly vynaloženy

Zobrazení nákladů ve fázi jejich postupné přeměny na výkony - členění jsou orientována na řízení této přeměny

Zobrazení nákladů na výstupu z podniku - členění odpovídá na otázku vztahu nákladů k finálním výkonům

Obr. 4 - Průběh nákladů podnikatelským procesem ²⁰

¹⁹ KRÁL, B. a kol., *Manažerské účetnictví, 2. rozšířené vydání*, s. 44.

²⁰ Srov. KRÁL, B. a kol., *Manažerské účetnictví, 2. rozšířené vydání*, s. 65.

2.2.1 Druhové členění nákladů

Pro nákladové druhy, které vstupují do podniku z vnějšího okolí jsou charakteristické tři základní vlastnosti - jsou z hlediska jejich účetního zobrazení prvotní, jsou externí (vznikají spotřebou materiálu, subdodávek, prací nebo služeb od jiných subjektů, z hlediska možnosti jejich členění jsou jednoduché. Při vhodném analytickém členění je možné získat informace nejen o tom, jaký zdroj je spotřebován, ale i od koho a kdy.

Druhově členěné náklady jsou z hlediska plánování na další výrobní období důležitou vstupní informací pro řízení dodávek služeb, materiálu a zásob. Předností je průkaznost a jednoznačnost. Na tyto informace mohou navazovat další kroky řízení v podobě uzavírání smluv, cenové optimalizace platebních podmínek, atd. Jako výchozí členění nákladových druhů se používá následující rozdělení:

- spotřeba materiálu a energie
- spotřeba externích prací a služeb
- mzdové a ostatní osobní náklady
- odpisy nehmotných a hmotných dlouhodobých aktiv
- finanční náklady (úroky, pojistné, bankovní výlohy, ...) ²¹

2.2.2 Účelové členění nákladů

Dle Krále jsou jednou z nejdůležitějších skupin rozhodovacích úloh úlohy založené na kontrole hospodárnosti vynaložených nákladů. Jejich cílem je zjistit, zda se podniku náklady spoří nebo naopak překračují. Základem stanovení racionálního nákladového úkolu, se kterým se poměruje skutečná spotřeba nákladové složky, je účelové členění nákladů.²²

²¹ Srov. FIBÍROVÁ, J. a ŠOLJAKOVÁ, L. a WAGNER, J., *Nákladové a manažerské účetnictví*, s. 97.

²² Srov. KRÁL, B. a kol., *Manažerské účetnictví, 2. rozšířené vydání*, s. 68.

2.2.3 Kalkulační členění nákladů

Kalkulační členění je zvláštním druhem účelového členění nákladů. Do určité míry se tedy na ně vztahují úvahy týkající se stanovení nákladového úkolu pro kontrolu hospodárnosti, jinak je ovšem zajištění těchto úloh reálnými informacemi jedním z nejsložitějších vůbec. Složitost vyplývá ze systému podnikatelského procesu, kde se prolínají různé dílčí úkony výrobního procesu a vazby ke konkrétnímu výkonu.

2.2.3.1 Členění nákladů z hlediska jejich vztahu k výkonům

Tento způsob členění nákladů vychází z rozdělení na náklady příčinně související s jednotlivými operacemi při plnění konkrétního výkonu procesu a na náklady na obsluhu a zařízení. Tzn. na náklady přímé a nepřímé (režijní).

2.2.3.2 Členění nákladů z hlediska závislosti na objemu výkonů

Fibírová považuje členění nákladů z hlediska jejich závislosti na objemu výkonů za jedno z nejdůležitějších, a to zejména z toho důvodu, že umožňuje propojit řízení nákladů s řízením výnosu a zisku. Umožňuje rozhodovat o různých variantách činností, porovnávat změny zisku v závislosti na změně objemu, optimalizovat proces výroby. Ve své podstatě se jedná o rozdělování nákladů na variabilní a fixní. Toto členění je historicky nejmladší a je výborným nástrojem k vytvoření přesnějšího obrazu nákladovosti než u metod poněkud starších (přímé a nepřímé náklady, jednicové a režijní náklady).

Variabilní náklady jsou spotřebovány v proporcích, které vyžaduje určitý objem výkonu (např. spotřeba základního materiálu výrobku, mzdové náklady, spotřeba energie), kdežto fixní náklady zajišťují podmínky pro zhotovení daného výkonu v daném časovém období, zajišťují tzv. produkční kapacitu.²³

²³ Srov. FIBÍROVÁ, J. a ŠOLJAKOVÁ, L. a WAGNER, J., *Nákladové a manažerské účetnictví*, s. 105.

2.3 Kalkulace

Podnikání je neodmyslitelně spojeno s efektivností - dosahováním ekonomického efektu (zisku). Pokud je cena daná trhem, je nutností k zajištění potřebného zisku udržovat náklady na výrobu nebo jinou ekonomickou činnost v žádoucí výši a to minimální. Neděje se to však samo s sebou, protože je zapotřebí využít různých nástrojů k účelnému řízení nákladů jednotlivých výkonů. Jedno z výsostných postavení mezi těmito nástroji si drží kalkulace.

„V nejobecnějším slova smyslu se kalkulací rozumí propočet nákladů, marže, zisku, ceny nebo jiné hodnotové veličiny na výrobek, práci nebo službu, na činnost nebo operaci, kterou je třeba v souvislosti s jejím uskutečněním provést, na podnikovou investiční akci nebo na jinak naturálně vyjádřenou jednotku výkonu.“²⁴

Zjednodušeně to znamená přiřazení jednotlivých nákladů na konkrétní výkony. Pojem kalkulace se užívá ve třech základních významech a to ²⁵

- **činnost** vedoucí ke stanovení nákladů na výkon, který je přesně vymezen.
- jako **výsledek** této činnosti, tedy hodnota nákladů.
- jako **vydělitelná část informačního systému** podniku, která sice tvoří součást manažerského účetnictví, ale také nezastupitelná informačním obsahem a metodou jeho získání.

Metodou kalkulace se uvažuje způsob zjištění a stanovení hodnotové veličiny a obecně je závislá na

- **předmětu kalkulace.**
- na **způsobu přiřazování** nákladů předmětu kalkulace.
- **strukturu nákladů**, ve které se zjišťují náklady na kalkulační jednici.

Předmětem kalkulace mohou být obecně všechny druhy dílčích i finálních výkonů, které společnost vytváří.

²⁴ KRÁL, B. a kol., *Manažerské účetnictví, 2. rozšířené vydání*, s. 120.

²⁵ Srov. tamtéž

Tato zásada se však v praxi mnohdy upravuje s ohledem na rozsah prováděného sortimentu, složitost podnikatelského procesu a využitelnost kalkulací. V řadě podniků se širokým sortimentem podobných výkonů, které se provádějí stejnou technologií, se kalkulují náklady pouze na nejdůležitější druhy výkonů nebo na jejich skupiny. Tomto případě předmět kalkulace reálně neexistuje. Je to určitý zástupce, který odpovídá daným požadavkům na užitné vlastnosti, strukturu sortimentu, atd. S vývojem informačních technologií se tato omezení odstraňují, rozsah kalkulovaných výkonů lze výrazně zvyšovat.

Předmět kalkulace je vymezen **kalkulačními jednicí** a **kalkulovaným množstvím**.

- **kalkulační jednice** = konkrétní výkon vymezený obvykle měrnou jednotkou, na kterou se přiřazují nebo zjišťují náklady.
- **kalkulované množství** = konkrétní počet jednic, jeho vymezení je významné zejména z hlediska určení průměrného podílu fixních nákladů připadajících na kalkulační jednici. Tyto náklady sice nesouvisí přímo s jednicí kalkulace a často ani s konkrétním objemem určitého druhu prováděného výkonu, ale pro řešení některých rozhodovacích úloh je nutné.

Co se týče struktury nákladových položek v kalkulaci, je vyjádřena individuálně v každém podniku, protože nelze jednoznačně určit správnou či špatnou strukturu, záleží na konkrétním cíli kalkulace a přiřazení nákladů.

Způsob přiřazování nákladů předmětu kalkulace byl tradičně spjat zejména s členěním nákladů na přímé a nepřímé. V současné tendru rychle měnících se podmínek tento způsob členění ustupuje do pozadí a nahrazují ho členění jiná:

- členění nákladů na režijní a jednicové - způsob stanovení nákladového úkolu.
- členění rozlišující náklady variabilní a fixní.
- členění rozlišující náklady na relevantní a irelevantní

2.3.1 Typový kalkulační vzorec

Každá kalkulace obsahuje jednotlivé náklady, které jsou potřebné pro ten či onen výkon. Tyto náklady lze obvykle uspořádat do kalkulačního vzorce. V dobách minulých sloužil ke kalkulacím základní typový kalkulační vzorec, který byl ale postupně nahrazován vzorci novými, jejichž struktura byla upravena podle podmínek rozhodovací úlohy individuálně v každém podniku. Původní typový kalkulační vzorec měl takovouto strukturu:

- a) přímý materiál
- b) přímé mzdy
- c) ostatní přímé náklady
- d) výrobní (provozní) režie
-
- ** Vlastní náklady výroby (provozu)**
- e) správní režie (vlastní náklady provozu)
-
- ** Vlastní náklady výkonu**
- f) odbytová režie
-
- ** Úplné vlastní náklady výkonu**
- g) zisk (ztráta)
-
- ** Výrobní cena**
- h) Obchodní přírážky a srážky
-
- ** Prodejní cena**

Díky této struktuře není podněcujícím podkladem k řešení rozhodovacích úloh, které mají bázi v manažerském účetnictví. Zejména neposkytuje informace o změnách nákladů, které byly vyvolány změnou objemu nebo sortimentu, a je nedostatečným podkladem pro obdobné odpovědi typu „Co se stane, když . . .“, pro které by mělo manažerské účetnictví dávat podklady v první řadě.

V reakci na jeho omezení se proto v současné praxi uplatňují nové kalkulační vzorce, charakteristické jednak odlišně vyjádřeným vztahem nákladů výkonů k ceně, tak i variantně strukturovanými náklady výkonů.²⁶ Patří mezi ně:

- Retrogradní kalkulační vzorec
- Vzorce oddělující fixní a variabilní náklady
- Dynamická kalkulace
- Kalkulace se stupňovitým rozvrstvením fixních nákladů
- Kalkulace relevantních nákladů

2.3.2 Metody kalkulace

Přímé náklady je možno přiřadit na kalkulační jednici celkem jednoduše pomocí dělení celkové výše přímých nákladů konkrétním množstvím vytvořených výkonů (kalkulovaným množstvím). Jak bylo výše uvedeno, nepřímé náklady se vynakládají v souvislosti s vytvořením a zajištěním širšího sortimentu výkonů.

Pro přiřazení společných nákladů můžeme použít několik metod kalkulace, uvádím ty nejznámější:

- kalkulace prostým dělením - jedná se o nejsnazší druh kalkulace a je vhodná pro výroby stejnorodých výkonů (uhelné doly, pískovny, vodárny, elektrárny, plynárny, ...).
- kalkulace dělením s poměrovými čísly - zvláštní případ kalkulace předešlé, uplatňuje se ve výroбах více výkonů, které se od sebe liší pouze jedním parametrem (rozměr, hmotnost, ...). Právě díky poměrovým číslům se tyto rozdíly mezi jednotlivými jednicemi dají vyjádřit.
- přírážková kalkulace - je vhodná při výrobě několika druhů různorodých výrobků, různými technologickými postupy. Režijní náklady se přičítají kalkulačním jednicím nepřímo podle rozvrhových základů (princip kalkulování pomocí přírážek režijních nákladů).

²⁶ Srov. KRÁL, B. a kol., *Manažerské účetnictví, 2. rozšířené vydání*, s. 120.

- kalkulace ve sdružené výrobě - používají se ve výrobě, kde vzniká v jednom technologickém postupu několik druhů výrobků.
 - zůstatková metoda – používá se v případě, kdy můžeme jeden produkt identifikovat jako hlavní a ostatní jako produkty vedlejší.
 - rozčítací metoda – aplikuje se v případě, že produkty nelze rozčlenit na hlavní a vedlejší, kalkulace potom probíhá pomocí poměrových čísel.
 - metoda kvantitativní výtěže – používá se v případě, kdy ve stupňové výrobě vznikají sdružené výrobky.
- kalkulace rozdílové – provádí se až po sestavení výsledné kalkulace, slouží k vykalkulování odchylek oproti předběžným kalkulacím. Používá se především v opakované výrobě s montážní technologií.²⁷

2.4 Kalkulace očekávaných provozních úspor

Jak jsem již předesílal v technické části práce, jako provozovatel pronajaté vodárenské infrastruktury, v podobě úpravny vody v Hradci Králové, očekáváme společně se zvýšením kvality, stability a efektivnosti úpravy vody zároveň úsporu provozních nákladů, zejména nákladů přímých, ale také nákladů režijních. Měly by vyplynout z provedených změn v části stavební (fasáda, okna, ...) a o něco více ze změn vyvolaných rekonstrukcí technologie. A právě na technologickou část budu zaměřovat konkrétní kalkulaci očekávaných provozních úspor. Navíc promítnu fixní náklady na kalkulační jednici a zjistím rozdíly v závislosti na časovém období.

Jelikož jsme podnik zabývající se mimo jiné výrobou homogenního výrobku (pitná voda), parametry kalkulace jsou vymezeny takto:

- **kalkulační jednice** = jeden metr krychlový vyrobené pitné vody [1 m^3].
- **kalkulované množství** = celkové množství vyrobené pitné vody v závislosti na časovém období - době běhu úpravny [m^3], záložním provozem je myšleno období provozu úpravny vody vyvolané externí příčinou (volím modelově 60 dnů), trvalým provozem je myšlen celoroční nepřetržitý provoz úpravny vody.
- **způsob přiřazování nákladů** = rozlišení nákladů na variabilní a fixní.

²⁷ SYNEK, M. a kol., *Manažerská ekonomika*. Vydání 3. str. 97.

- **metoda kalkulace** = prosté dělení.

Předpoklady očekávaných úspor variabilních nákladů po realizaci technologické části rekonstrukce úpravní vody jsou opodstatněné z několika důvodů.

Prvním významným důvodem je změna technologie úpravy vody v I. separačním stupni (viz kapitola 1.2.2), kde dojde k snížení některých dávek chemikálií, což potvrdilo poloprovozní odzkoušení navrhované technologie v roce 2010 (viz str.22), druhým důvodem je rekonstrukce II. separačního stupně, kde dojde k výraznému snížení prací vody (provozní vody), třetím důvodem je snaha projektanta o energetickou optimalizaci procesu úpravy vody za použití nejnovějších technologií strojních zařízení (např. čerpání surové vody, podávací čerpadla, prací dmychadla, generátor ozonu, atd.) - očekávaná úspora zvolena na 10%. Všechny tyto předpoklady vychází samozřejmě z prokázání garantovaných parametrů výrobců technologií a komplexní optimalizace celého procesu úpravy vody.

Ačkoliv je stávající stav úpravní vody schopen vyrábět pitnou vodu za optimálních podmínek kolem cca 110 l/s pitné vody, pro objektivnost zvolím stávající výkon před rekonstrukcí na 150 l/s (540 m³/h) - tento výkon je shodný s požadovaným stavem po rekonstrukci ÚV. Hodnoty dávek chemikálií a objemů energií spotřebované k úpravě vody jsou převzaty z provozních záznamů záložního chodu úpravní vody v roce 2010 a v dalších výpočtech budou konstantní. Výchozí ceny přímého materiálu včetně dopravy jsou uvedeny v tabulce 7. Všechny uváděné ceny jsou bez daně z přidané hodnoty. Výpočet variabilních nákladů na kalkulační jednici před rekonstrukcí je uveden v tabulce 8, výpočet očekávaných variabilních nákladů na kalkulační jednici po rekonstrukci je uveden v tabulce 9.

Tab. 7 – Výchozí jednotkové ceny přímého materiálu včetně dopravy (zdroj vlastní)

| Materiál | Cena bez DPH | Jednotka |
|-----------------------|---------------------|-------------------|
| Surová voda | 3,97 | Kč/m ³ |
| Energie | 2,42 | Kč/kWh |
| Koagulant | 3,75 | Kč/kg |
| Flokulant | 120,00 | Kč/kg |
| Vápno | 3,80 | Kč/kg |
| Chlor | 21,80 | Kč/kg |
| Hydroxid sodný (NaOH) | 10,60 | Kč/kg |
| Kyslík | 4,20 | Kč/kg |

Tab. 8 – Výpočet variabilních nákladů na kalkulační
jednici před rekonstrukcí (zdroj vlastní)

| Materiál | Množství | Jednotka dávků | Výpočet | Náklad [Kč] |
|--|-----------------|-----------------------|--|--------------------|
| Surová voda | - | - | - | 3,97 |
| Koagulant | 120 | g/m ³ | 0,12 kg x 3,75 Kč | 0,45 |
| Flokulant | 0,25 | g/m ³ | 0,25.10 ⁻³ kg x 120 Kč | 0,03 |
| Vápno | 20 | g/m ³ | 0,02 kg x 3,80 Kč | 0,08 |
| Energie | 260 | kWh | (260 kWh x 2,42 Kč)/540 m ³ | 1,17 |
| Celkem odebraná voda | | | | 5,70 |
| Technologická voda (15%) | 81 | m ³ /hod | (81 m ³ x 5,70 Kč) / 459 m ³ | 1,01 |
| Celkem vyrobená voda | | | | 6,71 |
| Chlor | 0,7 | g/m ³ | 0,7.10 ⁻³ x 21,80 Kč | 0,02 |
| Laboratorní rozborů | 17750 | Kč/týden | (17750 Kč / 168 h) / 459 m ³ | 0,23 |
| Variabilní náklady na kalkulační jednici celkem | | | | 6,96 |

Celkové variabilní náklady na kalkulační jednici před rekonstrukcí (VN_j) činí **6,96 Kč**. Celkové očekávané variabilní náklady na kalkulační jednici po rekonstrukci jsou vyčísleny v následující tabulce:

Tab. 9 – Výpočet očekávaných variabilních nákladů na kalkulační jednici
po rekonstrukci (zdroj vlastní)

| Materiál | Množství | Jednotka dávků | Výpočet | Náklad [Kč] |
|--|-----------------|-----------------------|--|--------------------|
| Surová voda | - | - | - | 3,97 |
| Koagulant | 80 | g/m ³ | 0,08 kg x 3,75 Kč | 0,30 |
| Flokulant | 0,15 | g/m ³ | 0,15.10 ⁻³ kg x 120 Kč | 0,02 |
| NaOH | 49,2 | g/m ³ | 0,0492 kg x 5,30 Kč | 0,26 |
| Kyslík | 9,36 | kg/h | 9,36 kg x 4,20 Kč/540 m ³ | 0,07 |
| Energie | 234 | kWh | (234 kWh x 2,42 Kč)/540 m ³ | 1,05 |
| Celkem odebraná voda | | | | 5,67 |
| Technologická voda (5%) | 27 | m ³ /hod | (27 m ³ x 5,61 Kč) / 513 m ³ | 0,31 |
| Celkem vyrobená voda | | | | 5,98 |
| Chlor | 0,7 | g/m ³ | 0,7.10 ⁻³ x 21,80 Kč | 0,02 |
| Laboratorní rozborů | 17750 | Kč/týden | (17750 Kč / 168 h) / 513 m ³ | 0,21 |
| Variabilní náklady na kalkulační jednici celkem | | | | 6,21 |

Celkové očekávané variabilní náklady na kalkulační jednici po rekonstrukci (VN_{jN}) činí **6,21 Kč**.

Pro vyčíslení celkových nákladů kalkulační jednotice před rekonstrukcí (CN_{j60} , CN_{j365}) a kalkulační jednotice po rekonstrukci (CN_{jN60} , CN_{jN365}) je třeba k variabilním nákladům jednotice přiřadit náklady fixní, jejich výše je uvedena v tabulce 10. Obvykle se do variabilních nákladů přiřazují i přímé mzdové náklady. To neplatí v případě ÚV Hradec Králové. Pracovní doba zaměstnanců ÚV je nepřetržitá (dvousměnný provoz) a v době odstavení ÚV zajišťují provoz ostatních provozních celků. Mzdové náklady volím jako fixní náklad (FN).

Tab. 10 – Fixní náklady úpravny vody Hradec Králové (zdroj vlastní)

| | |
|--|---------------------------|
| Nájemné | 221 000 Kč / rok |
| Mzdové náklady | 1 370 600 Kč / rok |
| Výrobní režie | 1 698 000 Kč / rok |
| Správní režie | 2 345 000 Kč / rok |
| Fixní náklady celkem (ΣFN) | 5 634 600 Kč / rok |

Jak bylo výše uvedeno, fixní náklady zajišťují podmínky pro zhotovení daného výkonu v daném časovém období, proto je třeba pro přiřazení fixního nákladu na kalkulační jednotici zohlednit časové období. Časové období je vztaženo ke zvolenému kalkulovanému množství:

- Q_{60} - množství vyrobené vody [m^3] za 60 dnů provozu úpravny vody - stav technologie před rekonstrukcí.
- Q_{365} - množství vyrobené vody [m^3] v případě nepřetržitého provozu - stav technologie před rekonstrukcí.
- Q_{N60} - očekávané množství vyrobené vody [m^3] za 60 dnů provozu úpravny vody - stav technologie po rekonstrukci.
- Q_{N365} - očekávané množství vyrobené vody [m^3] v případě nepřetržitého provozu - stav technologie po rekonstrukci.
- Výpočet celkových nákladů na kalkulační jednotici (CN_{j60}) při Q_{60} :

$$Q_{60} = 660\,960\,m^3; VN_j = 6,96\,Kč; \Sigma FN = 5\,634\,600\,Kč$$

$$FN_{j60} = \Sigma FN / Q_{60} = 5\,634\,600 / 660\,960 = 8,53\,Kč$$

$$CN_{j60} = VN_j + FN_{j60} = 6,96 + 8,53 = \underline{\underline{15,49\,Kč}}$$

- Výpočet celkových nákladů na kalkulační jednici (CN_{j365}) při Q_{365} :

$$Q_{365} = 4\,020\,840 \text{ m}^3; VN_j = 6,96 \text{ Kč}; \sum FN = 5\,634\,600 \text{ Kč}$$

$$FN_{j365} = \sum FN / Q_{365} = 5\,634\,600 / 4\,020\,840 = 1,40 \text{ Kč}$$

$$CN_{j365} = VN_j + FN_{j365} = 6,96 + 1,40 = \underline{\underline{8,36 \text{ Kč}}}$$

Po investici vlastníka infrastruktury do rekonstrukce úpravní vody se předpokládá zvýšení nájemného na 10 109 000 Kč/rok. Dojde tím k navýšení fixních nákladů ($\sum FN_N$) na provoz úpravní vody Hradec Králové na hodnotu 15 522 600 Kč/rok. To radikálně ovlivní celkové očekávané náklady na kalkulační jednici, které jsou vyčísleny níže.

- Výpočet očekávaných celkových nákladů na kalkulační jednici (CN_{jN60}) při Q_{N60} :

$$Q_{N60} = 738\,720 \text{ m}^3; VN_{jN} = 6,21 \text{ Kč}; \sum FN_N = 15\,522\,600 \text{ Kč}$$

$$FN_{jN60} = \sum FN_N / Q_{N60} = 15\,522\,600 / 738\,720 = 21,00 \text{ Kč}$$

$$CN_{jN60} = VN_{jN} + FN_{jN60} = 6,21 + 21,00 = \underline{\underline{27,21 \text{ Kč}}}$$

- Výpočet očekávaných celkových nákladů na kalkulační jednici (CN_{jN365}) při Q_{N365} :

$$Q_{N365} = 4\,493\,880 \text{ m}^3; VN_{jN} = 6,21 \text{ Kč}; \sum FN_N = 15\,522\,600 \text{ Kč}$$

$$FN_{jN365} = \sum FN_N / Q_{N365} = 15\,522\,600 / 4\,493\,880 = 3,45 \text{ Kč}$$

$$CN_{jN365} = VN_{jN} + FN_{jN365} = 6,21 + 3,45 = \underline{\underline{9,66 \text{ Kč}}}$$

- Výpočet očekávané úspory variabilních nákladů (Z_{VAR}) při Q_{N365} :

$$Z_{VAR} = (VN_j - VN_{jN}) \times Q_{N365} = (6,96 - 6,21) \times 4\,493\,880 = \underline{\underline{3\,370\,410,- \text{ Kč}}}$$

Očekávaná úspora variabilních nákladů při celoročním provozu ÚV je po plánované rekonstrukci za použití nové technologie 3 370 410,- Kč.

ZÁVĚR

Z výpočtu přiřazení nákladů na kalkulační jednici v podobě 1 m³ upravené pitné vody, kde se uvažovalo s rozlišením nákladů na variabilní a fixní, vyplývá pro provozovatele očekávaná úspora ve variabilních nákladech 0,75 Kč/m³. Výše úspory se bude zvyšovat přímo úměrně s vyrobeným množstvím pitné vody. Další úspora se očekává z důvodu budoucích provedených prací na stavební části (fasáda, střecha, zateplení, stavební elektroinstalace).

Jako nejvyšším přímým nákladem je cena surové vody, která tvoří téměř 60% nákladů. Výši prokázané úspory výrazně ovlivnila očekávaná energetická úspora a zejména množství technologické vody, které se z 15% sníží na 5%. Předpokládané snížení dávky koagulantu bude pravděpodobně kompenzováno vyšší pořizovací cenou alkalizačního činidla (hydroxidu sodného).

Pokud bereme v úvahu, že úpravna vody Hradec Králové je provozována v záložním režimu a že se v tomto případě jedná o provoz na cca 2 měsíce v roce, celkové náklady na kalkulační jednici šplhají do závratných výšin a je zřejmé, že optimální variantou je provoz celoroční (nepřetržitý) z důvodu rozvrstvení fixních nákladů do celkového vyrobeného množství pitné vody. Stejný stav nastane i po plánované rekonstrukci a to také z důvodu zvýšeného nájemného ze strany vlastníka infrastruktury. Pokud tedy v budoucnu dojde ke spuštění úpravní vody, je v zájmu provozovatele prodloužit chod ÚV na maximum.

Myslím si, že z ekonomického hlediska by teoretický investor, který hledá možnost investování vlastního kapitálu za účelem navýšení svého zisku (což je princip podnikání), nepodstoupil riziko vynaložení zdrojů do rekonstrukce. Ovšem je nezbytné dodat, že obor vodního hospodářství je specifickým podnikatelským prostředím. V případě úpravní vody v Hradci Králové je rekonstrukce nevyhnutelná a potencionální zisk není prioritou. Nejdůležitějším pozitivem plánované rekonstrukce bude schopnost provozovatele efektivně a účelně využívat zdroje podzemní a povrchové vody, zajistit stabilitu kvality pitné vody a dodávek pitné vody obyvatelstvu a tím mít kladný environmentální přístup a přispívat k trvale udržitelnému rozvoji.

ANOTACE

| | |
|--|---|
| Příjemní a jméno autora: | Navrátil Petr, DiS. |
| Instituce: | Moravská vysoká škola Olomouc |
| Název práce v českém jazyce: | Úpravna vody Hradec Králové ekonomické zhodnocení rekonstrukce |
| Název práce v anglickém jazyce: | Water Treatment Plant Hradec Králové Economic Evaluation of WTP Reconstruction |
| Vedoucí práce: | Doc. Ing. Nina Strnadová, CSc. |
| Počet stran: | 44 |
| Počet příloh: | |
| Rok obhajoby: | 2012 |
| Klíčová slova v českém jazyce: | úprava vody, rekonstrukce, kalkulace, členění nákladů |
| Klíčová slova v anglickém jazyce: | water treatment, reconstruction, calculation, allocation of costs |

Práce je zaměřena na ekonomické zhodnocení rekonstrukce úpravny vody v Hradci Králové z hlediska technologické části. Na základě vhodně zvolené metodiky kalkulace prostým dělením a rozdělením nákladů na fixní a variabilní je možné vyčíslit a zhodnotit úsporu provozních nákladů. Plánovaná rekonstrukce bude realizována díky vloženým finančním prostředkům investora. Dosažené výsledky by měly být přínosem zejména pro provozovatele výše uvedené infrastruktury.

The thesis is focused on the economic evaluation of reconstruction of water treatment plant in Hradec Kralove in technological point of view. Based on the appropriately selected methodology of the simple division and based on the division of fixed and variable costs it is possible to quantify and evaluate the savings in operating costs. The planned reconstruction will be realized thanks to inserted financial resources of the investor. The achieved results should be particularly beneficial for the operator of the infrastructure.

SEZNAM LITERATURY

- [1] ADLER, P. Úpravna vody Hradec Králové – rekonstrukce. Projektová dokumentace DZS. Hranice: Voding Hranice spol. s r.o., 10/2010.
- [2] Česko. Vyhláška č.252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody. In Sběrka zákonů, Česká republika. 2004, 82/2004, s. 5402.
- [3] Česko. Vyhláška č.428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č.274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích). In Sběrka zákonů, Česká republika. 2001, 161/2001, s. 9066.
- [4] Česko. Zákon č.258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a související předpisy. In Sběrka zákonů, Česká republika. 2000, 74/2000, s. 3622.
- [5] DOLEJŠ, P., a ŠTRAUSOVÁ, K. *ÚV Hradec Králové – modelové ověření flotace v zimním období*. České Budějovice: W&ET Team, 2010. 33 s.
- [6] FIBÍROVÁ, J. a ŠOLJAKOVÁ, L. a WAGNER, J. *Nákladové a manažerské účetnictví*. Praha: VŠE, 2005. 359 s. ISBN 80-245-0746-3.
- [7] KRÁL, B. a kol. *Manažerské účetnictví, 2. rozšířené vydání*. Praha: Management Press, 2008. 622 s. ISBN 978-80-7261-141-6.
- [8] KUBÁTOVÁ, H. *Rukověť autora diplomky*. 1.vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 2009. Ediční řada – Učebnice. ISBN 978-80-244-2314-2.
- [9] MALÝ, J. a MALÁ, J. *Chemie a technologie vody*. Brno: Ardec, 2006. 329 s. ISBN 80-86020-50-9.
- [10] PITTER, P. *Hydrochemie*. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2009. 592 s. ISBN 978-80-7080-701-9.
- [11] STRNADOVÁ, N. a JANDA, V. *Technologie vody I*. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 1995. 274 s. ISBN 80-7080-226-X.
- [12] SYNEK, M. a kol. *Manažerská ekonomika. Vydání 3*. Praha : Grada Publishing, 2003. 472 s. ISBN 80-247-0515-X.
- [13] SYNEK, M. a kol. *Podniková ekonomika, 3. přepracované a doplněné vydání*. Praha: C.H. BECK, 2002. 479 s. ISBN 80-7179-736-7.

SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

| | |
|-------------------------------|---|
| pH | vodíkový exponent (potential of hydrogen) |
| Fe | železo |
| Al | hliník |
| H ₂ O | voda |
| CO ₂ | oxid uhličitý |
| Fe(OH) ₃ | hydroxid železitý |
| Al(OH) ₃ | hydroxid hlinitý |
| Fe(OH) ₂ | hydroxid železnatý |
| HCO ₃ ⁻ | hydrogen uhličitán |
| GAU | granulované aktivní uhlí |
| Q | množství |
| Q _{max} | maximální množství |
| kWh | kilowatthodina |
| H | geodetická výška |
| PIX | koagulant |
| MPa | megapascal |
| DN | jmenovitý průměr |
| CHSK _{Mn} | chemická spotřeba kyslíku manganistanovou metodou |
| KTJ | kolonie tvořící jednotku |

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 - Schéma galeriového čířiče

Obr. 2 - Počet organismů a teplota surové vody

Obr. 3 - Schéma úpravy vody flotací rozpuštěným vzduchem

Obr. 4 - Průběh nákladů podnikatelským procesem

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 – Vybrané mikrobiologické a biologické ukazatele - vyhl. č.252/2004 Sb.

Tab. 2 – Vybrané fyzikální, chemické a organoleptické ukazatele - vyhl. č.252/2004 Sb.

Tab. 3 – Vybrané příklady ukazatelů jakosti surové povrchové vody a jejich mezních hodnot pro jednotlivé kategorie standardních metod úprav surové vody na vodu pitnou

Tab. 4 – Vybrané ukazatele kvality surové vody - červen a červenec 2010

Tab. 5 – Očekávané dávky NaOH pro alkalizaci vody v závislosti na dávce PIX

Tab. 6 – Návrhové parametry flokulace a flotace na ÚV Hradec Králové

Tab. 7 – Výchozí jednotkové ceny přímého materiálu včetně dopravy

Tab. 8 – Výpočet variabilních nákladů na kalkulační jednici před rekonstrukcí

Tab. 9 – Výpočet očekávaných variabilních nákladů na kalkulační jednici po rekonstrukci

Tab. 10 – Fixní náklady úpravny vody Hradec Králové