

**MORAVSKÁ VYSOKÁ ŠKOLA  
OLOMOUC**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**2012**

**Pavel Princ**

MORAVSKÁ VYSOKÁ ŠKOLA OLMOUC

Ústav ekonomie

Pavel Princ

**Ekonomické a technické vyhodnocení rekonstrukce  
úpravny pitné vody Špindlerův Mlýn**

Reconstruction of Water Treatment Plant Špindlerův Mlýn  
The Economic and Technical Evaluation

Bakalářská práce

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

Olomouc 2012

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

Olomouc .....

---

vlastnoruční podpis autora

Děkuji své vedoucí práce Doc. Ing. Nině Strnadové CSc. a konzultantce Ing. Veronice Mazalové, Ph.D., za odborné vedení bakalářské práce, za rady a připomínky, kterými usměrňovaly mé úsilí při zpracovávání této práce. Dále děkuji společnosti VEOLIA VODA a mému zaměstnavateli Severočeským vodovodům a kanalizacím, a.s. v Teplicích za vytvoření podmínek ke studiu a za možnost použít interních zdrojů k tématu bakalářské práce. Velký dík patří i pracovníkům odštěpného závodu Turnov se sídlem v Jilemnici, kteří po dobu realizace vlastní rekonstrukce objektu úpravní vody se mnou aktivně spolupracovali a po dokončení stavby mi byli nápomocni při vyhodnocení provozu díla.

## OBSAH

ÚVOD .....	7
<b>1 POSOUZENÍ STÁVAJÍCÍHO STAVU A TECHNOLOGIE ÚPRAVNY VODY .....</b>	<b>10</b>
1.1 POPIS STÁVAJÍCÍ TECHNOLOGIE ÚPRAVNY VODY .....	10
1.1.1 Charakteristika obce Špindlerův Mlýn .....	10
1.1.2 Stávající stav vodovodu a úpravny vody .....	10
1.1.3 Popis a parametry zdroje surové vody .....	11
1.2 DŮVODY REKONSTRUKCE ÚPRAVNY VODY .....	11
1.2.1 Výrobní kapacita úpravny vody .....	11
1.2.2 Modernizace technologické linky - metodika .....	12
1.2.3 Optimalizace využití prostorových možností úpravny vody .....	13
<b>2 VYMEZENÍ UVAŽOVANÝCH ZÁSAHŮ V ÚPRAVNĚ VODY .....</b>	<b>17</b>
2.1 POUŽÍVANÉ TECHNOLOGICKÉ A STAVEBNÍ CELKY .....	17
2.1.1 Popis původní technologie .....	17
2.1.2 Popis původního účelu a využití provozních místností .....	17
2.2 NAVRHOVANÉ TECHNOLOGICKÉ A STAVEBNÍ CELKY .....	17
2.2.1 Návrh modernizace technologických celků – technické řešení .....	17
2.2.2 Návrh optimalizace a využití provozních technologických místností .....	19
<b>3 VYHODNOCENÍ ZKUŠEBNÍHO PROVOZU .....</b>	<b>20</b>
3.1 MNOŽSTVÍ VYROBENÉ VODY .....	20
3.2 SUROVÁ VODA .....	22
3.3 VYROBENÁ VODA .....	26
3.3.1 Vyhodnocení filtrace .....	26
3.3.2 Filtrační cyklus při koagulační filtraci .....	29
3.3.3 Vyhodnocení ztvrdování .....	31
3.3.4 Vyhodnocení účinnosti hygienického zabezpečení .....	33
3.3.5 Vyhodnocení zkušebního provozu .....	34
<b>4 POSOUZENÍ STAVU ÚPRAVNY VODY PO ZKUŠEBNÍM PROVOZU .....</b>	<b>36</b>
4.1 POSOUZENÍ STAVEBNÍCH A TECHNOLOGICKÝCH CELKŮ .....	36
4.1.1 Hlavní stavební a technologické části úpravny vody .....	36
4.1.2 Zhodnocení stavebních a technologických celků úpravny vody .....	37
<b>5 EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ .....</b>	<b>39</b>
5.1 INVESTIČNÍ NÁKLADY STAVBY .....	39
5.1.1 Kontrolní rozpočet stavby - projekt pro stavební povolení .....	39
5.1.2 Kontrolní rozpočet stavby dle připomínek provozovatele .....	41

5.1.3	<i>Vyhodnocení soutěžních nabídek</i> .....	43
5.1.4	<i>Skutečné realizační náklady stavby</i> .....	44
5.1.5	<i>Porovnání projektovaných, doplněných a skutečných nákladů.</i> .....	45
5.1.6	<i>Vyhodnocení investice provozní společnosti</i> .....	46
5.2	PROVOZNÍ NÁKLADY VYHODNOCENÍ.....	46
5.2.1	<i>Termíny realizace a zprovoznění úpravny vody</i> .....	46
5.2.2	<i>Porovnání nákladů a množství vyrobené vody podle smluvní ceny vody</i> .....	47
<b>6</b>	<b>ZAŘAZENÍ HMOTNÉHO A INVESTIČNÍHO MAJETKU</b> .....	<b>48</b>
6.1	PŘÍKAZ A ROZPIS HMOTNÉHO A INVESTIČNÍHO MAJETKU .....	48
6.1.1	<i>Návrh příkazu k zařazení</i> .....	48
6.1.2	<i>Rozpis dle jednotného třídění DHM dle SKP</i> .....	48
6.2	NÁVRH ČASOVÝCH ODPISŮ .....	48
6.2.1	<i>Časové odpisy jako příloha smlouvy o provozování</i> .....	48
	<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>50</b>
	<b>ANOTACE</b> .....	<b>52</b>
	<b>LITERATURA A PRAMENY</b> .....	<b>53</b>
	<b>POUŽITÉ ZKRATKY A ZNAČKY</b> .....	<b>54</b>
	<b>SEZNAM GRAFŮ</b> .....	<b>55</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b> .....	<b>56</b>
	<b>SEZNAM TABULEK</b> .....	<b>57</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH</b> .....	<b>58</b>
	<b>VYSVĚTLIVKY</b> .....	<b>59</b>

## ÚVOD

Volbu zpracování vybraného tématu bakalářské práce ovlivnila skutečnost, že jsem zaměstnancem společnosti Severočeské vodovody a kanalizace, a. s. se sídlem v Teplicích. Zpracoval jsem rozbor stavby, která byla realizována z finančních prostředků provozní vodárenské společnosti. Tento způsob obnovy vodárenské infrastruktury není obvyklý. V současnosti si vlastník vodovodu zajišťuje obnovu majetku vlastními prostředky, nebo prostřednictvím dotací. Vodárenská společnost Severočeské vodovody a kanalizace, a.s. není společností vlastnického typu, ale provozuje majetek na základě smluv s různými vlastníky vodohospodářské infrastruktury. Projekt tohoto typu je jedním z možných způsobů, jak řešit situaci ve vodárenství po roce 2013, kdy Evropská unie přestane poskytovat finanční prostředky do tohoto odvětví.

Počátkem roku 2008 jsem obdržel příkaz od svého nadřízeného ošetřit a zajistit bezproblémový průběh strategického investičního záměru vedení společnosti rekonstruovat velkou úpravnu vody ve Špindlerově Mlýně. Na investici své současné mateřské společnosti do vodohospodářské infrastruktury města Špindlerův Mlýn jsem hleděl nejen úzkým pohledem správce svěřené investice, ale také manažera, který řídí stavbu v průběhu přímé realizace až do doby předání hotového díla investorovi k běžnému provozu výroby pitné vody.

Mým prvním úkolem bylo, společně s týmem odborníků naší společnosti, posoudit projektovou dokumentaci rekonstrukce úpravně vody. Tato dokumentace byla vypracována nezávislou projekční společností s celorepublikovou působností, kterou vybralo zastupitelstvo města Špindlerův Mlýn. Projektanti po zpracování posudku projektové dokumentace našimi odborníky po vzájemné dohodě, dopracovali a zkompletovali projekt, aby odpovídal interním technickým požadavkům naší provozní společnosti.

Dalším úkolem bylo připravit objektivní výběrové řízení na zhotovitele, respektive dodavatele stavební, technologické a elektro části, včetně měření a regulace. Bylo nutné vybrat vhodného dodavatele s cenou díla, která nepřekročí náklady

stanovené projektem a vrcholovým vedením společnosti pro tuto investici. Tento dodavatel by měl mít rozsáhlé zkušenosti s obdobnými díly a disponovat vhodným portfoliem schopných partnerů pro takto členitou zakázku obsahující několik oborů stavební činnosti. Důležitým kritériem výběru bylo i „*finanční zdraví*“ podniku dodavatele, vzhledem k relativně nestabilním podmínkám stavebního sektoru v současnosti. Tento pojem lze definovat jako „*jedno ze syntetických kritérií zvláštního významu, a to jako průnik podnikem dosažené rentability a likvidity.*“<sup>1</sup>

Jistou podmínkou v zadání byla schopnost tohoto dodavatele využít části realizačního potenciálu místně a regionálně působících firem s ohledem na možný přínos této investice v souladu s možností trvale udržitelného rozvoje a zaměstnanosti v regionu. V průběhu realizace byla hlavním dodavatelem opravdu tato podmínka dodržena, podstatnou část prací týkajících se pozemního stavitelství provedla místní stavební firma.

Po výběru dodavatele v souladu se zadanými podmínkami v soutěži na tuto zakázku, byly zahájeny stavební práce. Po překonání obvyklých technických i logistických problémů spojených s takto složitou stavbou v mimořádně obtížných místních podmínkách bylo dílo s mírným zpožděním úspěšně dokončeno.

Na stavbě financované naší centrálou provozní společností jsem byl v přímém kontaktu se všemi dodavateli a řídil společně s místně příslušným provozním manažerem měsíční kontrolní dny stavby i týdenní pracovní koordinační schůzky. S jistým nadhledem jsem byl nucen řešit mnohdy ostře rozdílné požadavky všech dotčených stran. Zástupce města Špindlerův Mlýn, které je majitelem objektu úpravny vody, jsem při těchto meznících stavby uklidňoval, že plánovaná investice nebude překročena, žádné vícenáklady pro město nebudou a dílo bude zdárně provedeno minimálně ve vzorné kvalitě, přestože byla i tato věc zajištěna a ošetřena standartní smlouvou. S budoucím provozovatelem, se kterým jsem byl v jistém ohledu „svázán“ stejným firemním dresem, jsem vedl často nerovný boj, ovšem v zájmu vyššího cíle...

---

<sup>1</sup> KALOUDA, F., *Základy firemních financí*. 1. vydání, Brno: Masarykova universita, 2006, str. 140. ISBN 80-210-410604



Dílo bylo stavebně dokončeno a připraveno k výrobě pitné vody již v roce 2010. Stavební část byla v témže roce zkolaudována. Zkušební provoz úpravny byl po provedení a vyhodnocení potřebných zkoušek, které také uvádím ve své práci, úspěšně ukončen v roce 2011 kolaudací vodohospodářské části díla. Zpracoval jsem dle interní metodiky vyhodnocení stavby a připravil pro účetní oddělení naší společnosti návrh příkazu k zařazení dlouhodobého investičního majetku.

Účetní oddělení společnosti Severočeské vodovody a kanalizace a.s., pro účely účetních odpisů této investice v majetku jiného vlastníka použilo lineární metodu. Tato metoda byla předem dojednána s majitelem vodohospodářské infrastruktury městem Špindlerův Mlýn s přihlédnutím k délce trvání smlouvy o provozování.

Ve své práci jsem provedl vyhodnocení zkušebního provozu po stránce splnění všech ukazatelů požadovaných v zákonech a vyhláškách, které se týkají zásobování obyvatelstva pitnou vodou. Porovnal jsem přehled nákladů plánovaných k investici, s požadavky a potřebou místního provozovatele a přesnil celkové náklady skutečného provedení díla. Vyhodnotil jsem účelnost vynaložení investice provozní společnosti do cizího majetku.

# 1 POSOUZENÍ STÁVAJÍCÍHO STAVU A TECHNOLOGIE ÚPRAVNY VODY

## 1.1 POPIS STÁVAJÍCÍ TECHNOLOGIE ÚPRAVNY VODY

### 1.1.1 Charakteristika obce Špindlerův Mlýn

Podle dokumentu „*Plán rozvoje vodovodů a kanalizací Královéhradeckého kraje*“<sup>2</sup> je Špindlerův Mlýn horské město rozložené v nadmořské výšce od 700 do 900 m n. m. s poměrně rozptýlenou zástavbou převážně složenou z hotelů, penzionů, rekreačních chat a chalup a také objektů služeb. Počet přechodných návštěvníků v období rekreační sezóny desetinásobně<sup>3</sup> přesahuje počet trvale bydlících obyvatel. Toto město leží v ochranné zóně Krkonošského národního parku (KRNAP). Městem Špindlerův Mlýn protéká řeka Labe a leží nad ochranným pásmem<sup>4</sup> *I. a II. stupně* zdrojů pitné vody pro město Vrchlabí.

### 1.1.2 Stávající stav vodovodu a úpravní vody

Město má vybudován *veřejný vodovod*<sup>ii</sup>, ze kterého je zásobeno téměř veškeré trvale i přechodně bydlící obyvatelstvo. Vlastníkem vodovodní sítě je město Špindlerův Mlýn a jeho provozovatelem je v současné době (rok 2012) společnost Severočeské vodovody a kanalizace, a. s., oblastní závod Turnov. Vodovodní potrubí je v provozuschopném stavu s obvyklým statistickým počtem poruch. Pro úpravnu vody Dívčí Lávky byla navržena rekonstrukce - jedné výrobní linky pro úpravu *surové vody*<sup>iii</sup> na vodu pitnou. Tato úpravna byla postavena k využití blízkého zdroje surové vody na kapacitu 60 l.s<sup>-1</sup>, a byla dokončena v roce 1987, zdrojem vody je vodní tok Bílé Labe. Technologie úpravní je založena na *koagulační filtraci vody*<sup>iv</sup> v otevřených *rychlých filtrech bez mezidna*<sup>v</sup>. Do surové vody se dávkuje *koagulant*<sup>vi</sup> síran hlinitý, za filtrací se dávkuje plynný chlór, síran amonný, oxid uhličitý a vápenný hydrát. Kal z usazovacích nádrží je *řízeně vypouštěn*<sup>vii</sup> do splaškové kanalizace.

<sup>2</sup> „Plán rozvoje vodovodů a kanalizací Královéhradeckého kraje“ – zpracovatel VIS – Vodohospodářsko-inženýrské služby, spol. s r.o., Na Stězině 1079, 500 03 Hradec Králové 3, [http://www.monastyl.cz/jasensky/www/file/PRVK\\_KHK\\_pruvodni\\_zprava.pdf](http://www.monastyl.cz/jasensky/www/file/PRVK_KHK_pruvodni_zprava.pdf)

<sup>3</sup> tamtéž – Tabulka VII . Vodovod - Bilanční údaje obcí

<sup>4</sup> Zákon č. 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)

### 1.1.3 Popis a parametry zdroje surové vody

Pro Špindlerův Mlýn je využíváno dvou zdrojů pitné vody pro veřejný městský vodovod. Prvním je povrchový zdroj zvaný Bílé Labe a odběr je prováděn z Bílého Labe pod soutokem s Černým potokem, jeho průměrná kapacita je  $60 \text{ l.s}^{-1}$ . Objekt tohoto vodního zdroje byl vybudován v roce 1986. Voda z něj je vedena do úpravní vody Dívčí Lávky. Dalším zdrojem je prameniště ve Svatém Petru. Zde jsou provedeny *pramenní zářezy*<sup>viii</sup> se sběrnou jímkou, která byla vybudována již v roce 1984 a byla částečně zrekonstruována v roce 2003, kdy byl vybudován také *odkyselovací filtr*.<sup>ix</sup> Minimální vydatnost tohoto zdroje je  $3,2 \text{ l.s}^{-1}$ , maximální vydatnost je  $10,0 \text{ l.s}^{-1}$ . Kvalita vody ze zdroje je v pravidelných časových intervalech prověřována laboratoří a vyhovuje právním předpisům<sup>5</sup>. Voda z tohoto prameniště je vedena *gravitačně*<sup>x</sup> do vodojemu Panorama. Ve své práci se budu zabývat surovou vodou, jímanou ze zdroje Bílé Labe, která je upravována v úpravně Dívčí Lávky.

## 1.2 DŮVODY REKONSTRUKCE ÚPRAVNÍ VODY

### 1.2.1 Výrobní kapacita úpravní vody

Úpravna vody Dívčí Lávky byla vybudována v 80. letech 20. století jako dvoulinková, aby mohla být využita plně dostupná kapacita možného zdroje surové vody. Linky mohly pracovat obě zároveň a vyrábět pitnou vodu s maximálním výkonem nebo mohla být v provozu podle okamžité spotřeby pouze jedna z nich. V přímém sousedství byl vybudován z důvodu vyrovnání *nestejnoměrné*<sup>xi</sup> spotřeby pitné vody v průběhu dne dvoukomorový podzemní vodojem o obsahu  $2 \times 1500 \text{ m}^3$  pro *akumulaci*<sup>xii</sup> vyrobené pitné vody. Pro názornost v příloze č. 1 uvádím obecné blokové schéma úpravní pitné vody – hlavní provozně funkční celky.

---

<sup>5</sup> Vyhláška č. 252/2004 Sb. ve znění vyhlášky č.187/2005 Sb. a pozdějších předpisů – stanoví hygienické požadavky na pitnou vodu a rozsah a četnost kontroly

### 1.2.2 Modernizace technologické linky - metodika

Po vyhodnocení kritérií, které uvádí doc. ing. Milan Látal, CSc. ze společnosti Vodohospodářské technologie Brno, s. s. r. o. v práci „*Moderní způsoby rekonstrukce úpraven vod*“<sup>6</sup>, je zcela zřejmé, že více než dvacetiletý provoz úpravní vody vyžaduje nyní mimo *intenzifikaci*<sup>xiii</sup> jedné z dvou linek také minimálně zavedení vyššího stupně a formy automatizace provozu.

Důsledný metodický přístup k vyřešení problému, může usnadnit volbu návrhu rekonstrukce, provozní úpravy i výběr dodavatele, cituji podle docenta Látala:

*„V současném období dožívá morálně, fyzicky i technicky většina našich starších úpraven pitných vod. Na těchto úpravárnách se začínají projevovat závady:*

- a) *v důsledku špatného technického stavu úpravárenských zařízení, která je třeba rekonstruovat z důvodu špatné funkce*
  
- b) *v důsledku zastaralé technologie, která v současném období není schopna upravit vodu zhoršující se kvality. Pokud dojde k takovéto situaci na úpravně vody z výše uvedených důvodů, je třeba celou úpravnu vody podrobit důkladné analýze ve všech základních technologických uzlech s ohledem na její technický stav (materiálové provedení), úroveň technologie a s ohledem na výslednou kvalitu vody. Při zmíněné analýze úpravní vody je třeba vyhodnocovat zejména následující kritéria:*
  1. *možnost či nemožnost ovlivnění kvality surové vody (povrchové i podzemní) před jejím vstupem do úpravní vody*
  2. *provést kontrolu a vyhodnocení všech rozvodných potrubí v úpravně vody*
  3. *provést kontrolu a vyhodnocení technického stavu a funkčnosti jednotlivých úpravárenských zařízení, zvážit jejich modernizaci případně intenzifikaci nebo náhradu za jiné účinnější zařízení*
  4. *zvážit podle technických, dispozičních a dalších kritérií doplnění úpravárenské technologie o další zařízení za účelem zlepšení kvality vody*

<sup>6</sup> „*Moderní způsoby rekonstrukce úpraven vod*“ [online] dostupné na <<http://www.smv.cz/res/data/014/001690.pdf>>

5. *provést kontrolu a vyhodnocení zařízení v chemickém hospodářství*
6. *provést kontrolu a vyhodnocení zařízení v kalovém hospodářství*
7. *zvážit možný stupeň automatizace celého úpravárenského procesu*
8. *zvážit možnost rekonstrukce za omezeného provozu nebo při úplné odstávce*
9. *provést kontrolu a vyhodnocení stavu stavebních objektů (nosných skeletů, stěn) případně další změny v dispozici úpravní včetně revize střešní konstrukce a celkové zateplení objektu úpravní vody.*

*V současných celospolečenských ekonomicky daných podmínkách je rekonstrukce úpraven vod jedním z velmi efektivních způsobů jak zajistit, pokud to dovoluje kapacita vodního zdroje, dostatek kvalitní vody za poměrně nižších investičních nákladů, samozřejmě s ohledem také na výsledné provozní náklady upravené vody.“<sup>7</sup>*

### *1.2.3 Optimalizace využití prostorových možností úpravní vody*

Mimo optimalizace využití prostoru v části objektu, který je používán pro výrobu pitné vody a bude při rekonstrukci stavebně oddělen, se v souladu s požadavkem majitele úpravní vody, městem Špindlerův Mlýn, předběžně uvažuje s využitím uvolněných prostor po rekonstrukci např. pro rekreační využití, jak je zmíněno v dokumentu z roku 2008, který zpracovala firma Kolpron CZ, spol. s r.o. pro město Špindlerův Mlýn – Analýza brownfields<sup>xiv</sup>, bližší údaje uvedeny v příloze č. 2:

#### **Úpravna vody - Špindlerův Mlýn:**

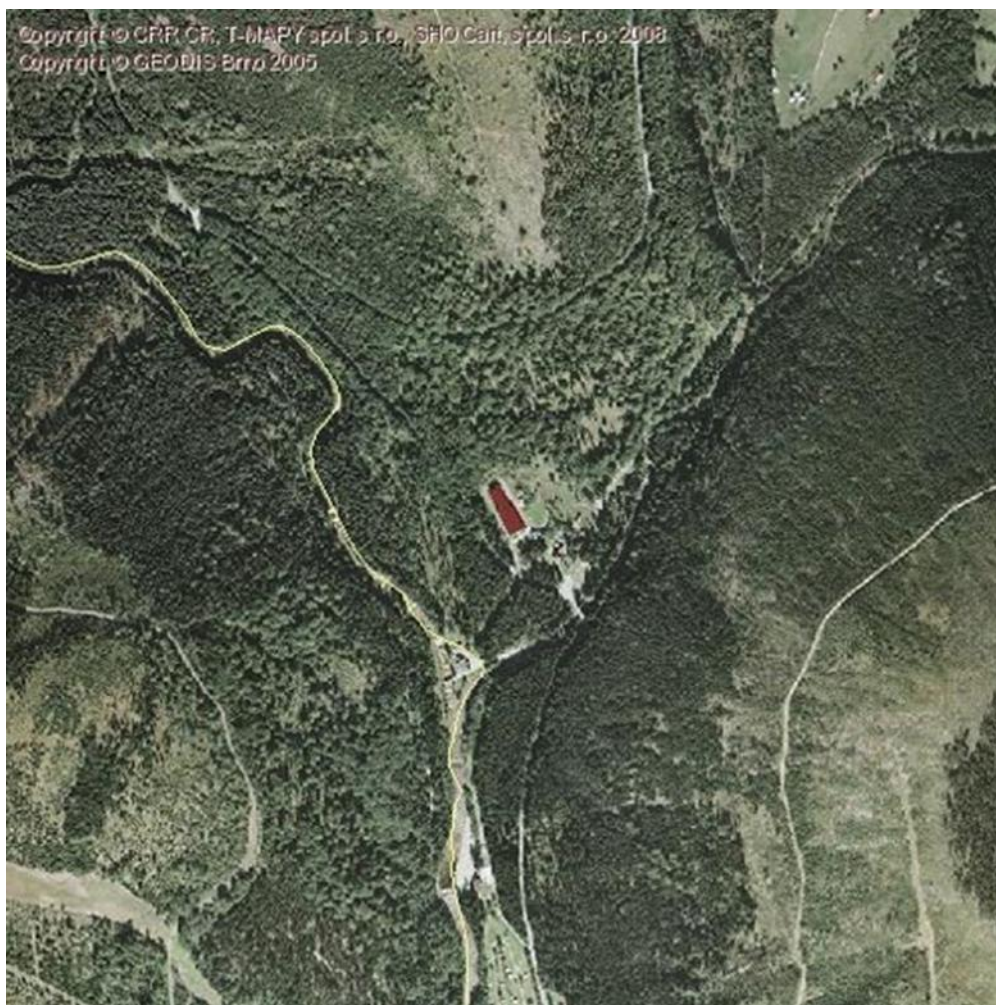
*„Přízemní budova úpravní vody, ve které po rekonstrukci a náhradě zastaralého technologického zařízení novým zůstane asi polovina nevyužitá plocha, která by se mohla využít jako např. turistická ubytovna.“<sup>8</sup>*

---

<sup>7</sup> „Moderní způsoby rekonstrukce úpraven vod“ [online] dostupné na  
<<http://www.smv.cz/res/data/014/001690.pdf>>

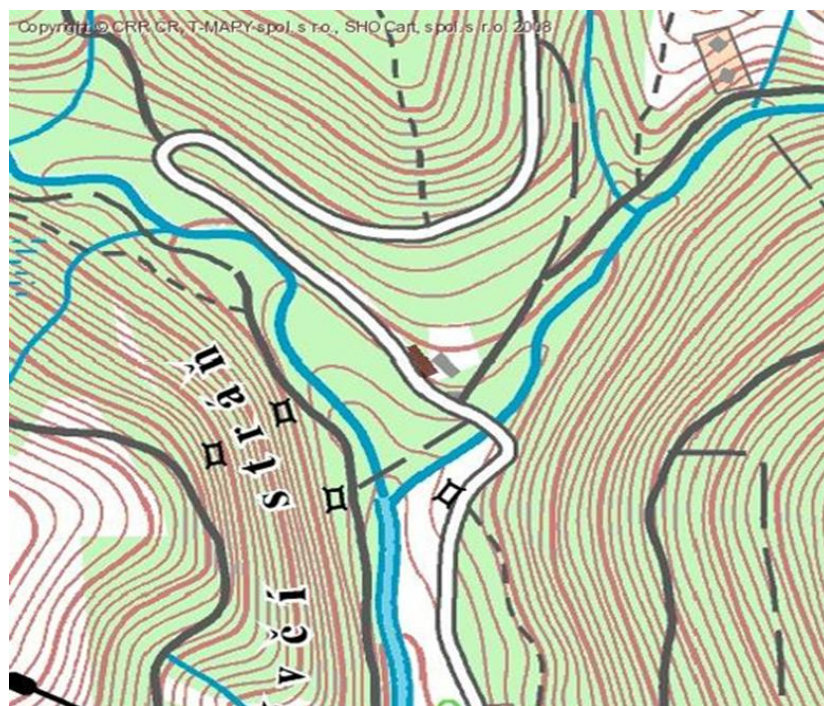
<sup>8</sup> srov. [online]. Dostupné na : <<http://www.risy.cz/cs/vyhledavace/brownfields/detail?id=52030>>

Přes relativně vysoké náklady na dořešení optimalizace využití objektu (předpokládaný náklad je cca 50 milionů Kč), se jeví pro tento záměr z hlediska výnosnosti budoucí investice jako velice příznivý. Vhodnými kritérii pro rozvoj jsou: snadná dostupnost po místní komunikaci a veškeré inženýrské sítě přímo v objektu. Limitujícím prvkem je umístění přímo sousedícího objektu úpravný vody a také omezené provozování některých druhů podnikatelské činnosti přímo v zóně ochrany Krkonošského národního parku. Objekt, který je v rámci brownfields nabízen k využití je na obrázcích č. 2 – 5.<sup>9</sup>



Obr. 1 Objekt úpravný vody – satelitní snímek

<sup>9</sup> srov. [online]. Dostupné na : <<http://www.risy.cz/cs/vyhledavace/brownfields/detail?id=52030>>



Obr. 2 Objekt úpravny vody – poloha v mapě



Obr. 3 Objekt úpravny vody – vstup z účelové komunikace



Obr. 4 Objekt úpravny vody – vstupní brána



Obr. 5 Objekt úpravny vody – zadní část



## 2 VYMEZENÍ UVAŽOVANÝCH ZÁSAHŮ V ÚPRAVNĚ VODY

### 2.1 POUŽÍVANÉ TECHNOLOGICKÉ A STAVEBNÍ CELKY

#### 2.1.1 Popis původní technologie

Původní technologická koncepce úpravny vody se ani po rekonstrukci v zásadě nezměnila a nadále vychází ze systému koagulace a vodárenské filtrace s následným ztvrdzováním<sup>xv</sup>, karbonizací<sup>xvi</sup> a hygienickým zabezpečením<sup>xvii</sup>. Vhodnost zachování původní technologie byla řešena a potvrzena ve Vodohospodářské studii - Úpravna vody Špindlerův Mlýn, kterou zpracoval v srpnu roku 2007 RNDr. Václav Dubánek na objednávku zastupitelstva města Špindlerův Mlýn.

#### 2.1.2 Popis původního účelu a využití provozních místností

Základní podmínkou řešení rekonstrukce ÚV Špindlerův Mlýn bylo, vedle optimalizace a modernizace technologické linky, také uvolnění levé části objektu, který může být využit pro účely např. ubytování – viz kapitola 1.2.3. Po dohodě s provozovatelem bylo do pravé části budovy přesunuto kompletní chemické hospodářství včetně dávkování CO<sub>2</sub> a hygienického zabezpečení vody.

### 2.2 NAVRHOVANÉ TECHNOLOGICKÉ A STAVEBNÍ CELKY

#### 2.2.1 Návrh modernizace technologických celků – technické řešení

Na základě podrobné analýzy provozně - technických a technologických údajů navrhl Václav Klouzal, projektant ze společnosti *Fer&Man Technology*<sup>10</sup> rekonstrukci technologické linky úpravny vody o předpokládané kapacitě 20 l.s<sup>-1</sup> a zajišťující dosažení parametrů jakosti v souladu s požadavky *Vyhlášky. č. 252/2004 Sb., kterou se*

---

<sup>10</sup> DUBÁNEK, V., *ÚV Špindlerův Mlýn, Rekonstrukce úpravny vody - projektová dokumentace pro DSP*, Praha: FER&MAN Technology, 2007.

stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu, četnost a rozsah kontroly pitné vody, ve znění pozdějších předpisů<sup>11</sup>

Rekonstrukce by měla probíhat za plného provozu, jen s krátkými odstávkami pro montáže trubních přepojení, které musí být předem pečlivě připraveny, aby nebylo ovlivněno zásobování do veřejné sítě.

**Technologická linka po rekonstrukci úpravní vody by měla obsahovat tyto základní technologické uzly:**

1. Jímací objekt<sup>xxviii</sup> a přívod surové vody do technologie se zákaloměrem.<sup>xix</sup>
2. Předalkalizace<sup>xx</sup> vápenným mlékem a dávkování koagulantu s regulací provozního pH.
3. Vertikální mísič VM 2500.<sup>xxi</sup>
4. Horizontální reaktor ortokinetické fáze koagulace  $V = 24 \text{ m}^3$ ,  $Tz = 20 \text{ min.}$ <sup>xxii</sup>
5. Usazovací nádrž s lamelovou vestavbou  $V = 105 \text{ m}^3$ ,  $Tz = 87 \text{ min.}$ <sup>xxiii</sup>
6. Otevřený pískový filtr  $P = 21,6 \text{ m}^2$ ,  $v_F = 3,3 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ .
7. Dávkování vápenné vody a  $\text{CO}_2$ .
8. Reaktor ztvrdování a karbonizace  $V = 6 \text{ m}^3$ ,  $Tz = 5 \text{ min}$  s regulací provozního pH.
9. Hygienické zabezpečení ÚV zářením a s regulací dávky plynného chloru.
10. Akumulace vyrobené vody  $2 \times 1500 \text{ m}^3$ .

Stávající filtrace se rozdělí na dvě dvojice otevřených filtrů. Pravá dvojice filtrů zůstane beze změny a po celou dobu rekonstrukce musí být využita k stálé výrobě pitné vody. Po dokončení rekonstrukce levé linky se zakonzervuje a ponechá jako provozní rezerva. Stávající levý první filtr je navržen k přebudování na horizontální reaktor ortokinetické fáze koagulace a na usazovací nádrž s lamelovou vestavbou. V betonové vaně tohoto filtru provede specializovaný dodavatel *stavební sanace*.<sup>xxiv</sup> V přední části nádrže vznikne přepážka rozdělující betonovou vanu na dvě části. Do první části o objemu  $24 \text{ m}^3$  se osadí několika přepážkami s otvory a tyto se použijí jako reaktor. Druhá část o objemu  $105 \text{ m}^3$  bude ve spodní části upravena klínovými ozuby pro snadné odkalení a v horní části osazena lamelovou vestavbou. Provedou se nové potrubní prostupy a rozvody včetně armatur z nerezového potrubí. Část prostupů zůstane využita a také sanována speciální technologií. Stávající levý druhý filtr projde rekonstrukcí na

<sup>11</sup> Vyhláška č.252/2004 Sb. ve znění Vyhlášky č.187/2005 Sb. a pozdějších předpisů – stanoví parametry pitné vody

nový filtr se systémem „Leopold“<sup>xxv</sup>. V betonové nádrži tohoto filtru opět provede specializovaný dodavatel kompletní sanaci. Ve dně a žlebech filtru se výškově upraví pro dosažení optimální pracovní hladiny filtru s ohledem na horní hladinu akumulace. Na dno se položí rozvodný systém „Leopold“. Navrtají se nové potrubní prostupy do stěn filtru a staré prostupy se speciálními víky uzavřou a utěsní. Staré potrubní rozvody a ovládací armatury nahradí nové prvky stejného typu. Shodně jako u usazovací nádrže zůstane provedeno nerezové potrubí. Stávající zastaralá *dmychadla*<sup>xxvi</sup> se odstraní a demontují. Nová dmychadla s protihlukovými kryty budou osazeny do suterénního armaturního prostoru nově vyřezanými, v železobetonovém stropě provedenými montážními otvory pro transport a budoucí opravy. Ve stejném prostoru, pod stávajícím montážním otvorem se osadí dva ocelové tlakové reaktory ztvrdování a karbonizace, včetně zařízení pro dezinfekci vody UV lampou.

Chemické hospodářství vytvoří zcela nový technologický celek ve stávajícím prostoru vápenných sil a suchých dávkovačů vápna. V suterénu budou nově osazeny nádrže na rozmíchávání vápna a sytič vápenné vody. Nad vápennými nádržemi na výškové úrovni (+/- 0,000) se umístí sklad vápna a osadí zde výklopníky pytlů s odsáváním. V části bývalého skladu vápna vznikne vestavba místnosti chemického hospodářství. Nad chemickým hospodářstvím ve stejném půdorysném rozměru bude i nová místnost pro obsluhu úpravy včetně sociálního zázemí. Technologické schéma je znázorněno v příloze č. 3.

### 2.2.2 *Návrh optimalizace a využití provozních technologických místností*

Proces rekonstrukce umožní naprostou většinu prací v provozu úpravy vody provádět minimálním počtem pracovníků. Modernizace úpravy podstatně zlepší pracovní prostředí pro obsluhu a zkrátí nutný čas transportu pro přesun surovin k chemické úpravě vody úpravou dopravních tras v prostoru objektu. Volné a po úpravě technologicky nevyužívané provozní místnosti v přední levé části objektu mohou být předány majiteli, kterým je v současné době město Špindlerův Mlýn. O možnosti využití provozních místností po uvolnění viz kapitola 1.2.3.

### 3 VYHODNOCENÍ ZKUŠEBNÍHO PROVOZU

#### 3.1 MNOŽSTVÍ VYROBENÉ VODY

Úpravna vody je navržena na výkon  $20 \text{ l.s}^{-1}$ . Během zkušebního provozu byla ale převážně v provozu s výkonem  $15 \text{ l.s}^{-1}$ , neboť nebyla potřeba toto množství vody vyrábět. Město Špindlerův Mlýn má mimo úpravny vody další dva významné podzemní zdroje kvalitní pitné vody – prameniště Bedřichov a prameniště Svatý Petr – oba zdroje jsou pouze s odkyselovacími filtry a hygienickým zabezpečením. Význam úpravný na Dívčích Lávkách spočívá v pokrytí maximální potřeby pitné vody v období rekreační sezony. Úpravna vody dodávala do sítě 12,23 % z celkové výroby pitné vody, průměrně  $1,5 \text{ l.s}^{-1}$  (údaje z roku 2010). V tabulce č. 1 a č. 2 na následující straně je uvedeno množství vyrobené vody ve Špindlerově Mlýně v jednotlivých měsících roku 2010 a 2011.

**Tabulka č. 1 Výroba vody v roce 2010**

název vodního zdroje	Bedřichov v Krkonoších	Svatý Petr	Úpravna vody Dívčí Lávky	Celkem Špindlerův Mlýn
2010	$\text{m}^3$	$\text{m}^3$	$\text{m}^3$	$\text{m}^3$
leden	10 622	21 566	7 204	39 392
únor	8 301	18 005	13 934	40 240
březen	5 959	13 998	15 550	35 507
duben	13 025	19 611	893	33 529
květen	12 069	13 747	293	26 109
červen	12 990	17 021	365	30 376
červenec	11 140	18 180	1 730	31 050
srpen	11 901	21 955	3 862	37 718
září	11 683	18 058	0	29 741
říjen	10 340	17 266	95	27 701
listopad	9 014	18 466	294	27 774
prosinec	9 688	18 437	3 559	31 684
<b>celkem 2010</b>	126 732	216 310	<b>47 779</b>	<b>390 821</b>

Tabulka č. 2

## Výroba vody v roce 2011

název zdroje	Bedřichov v Krkonoších	Svatý Petr	Úpravna vody Dívčí Lávky	Celkem Špindlerův Mlýn
<b>2011</b>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
leden	15 428	21 995	10 936	48 359
únor	13 187	21 881	13 910	48 978
březen	11 299	20 632	8 811	40 742
duben	9 981	17 506	9	27 496
květen	10 307	17 731	2 209	30 247
červen	11 328	17 676	-645*	28 359
červenec	12 927	20 139	1 091	34 157
srpen	11 624	20 326	4 932	36 882
září	10 154	19 252	4 482	33 888
říjen	8 925	20 006	4 516	33 447
listopad	7 766	16 516	4 863	29 145
prosinec	8 582	19 658	10 141	38 381
<b>celkem 2011</b>	131 508	233 318	<b>65 255</b>	<b>430 081</b>

\* nevyrábělo se, jen praní a čištění filtrů

Porovnáním hodnot v obou tabulkách je zřejmé, že rekonstrukce úpravny vážně nenarušila výrobu vody v oblasti. V zimních měsících, kdy je největší potřeba, byla úpravna v provozuschopném stavu. Při v období provádění provozních zkoušek byla výroba minimální a potřebu vody zajišťovaly další dva zdroje, Bedřichov v Krkonoších a Svätý Petr.

## 3.2 SUROVÁ VODA

Zdrojem surové vody pro úpravnu Divčí Lávky je vodní tok Bílé Labe, jímací objekt je vybudován pod soutokem Červeného potoka a Bílého Labe. Červený potok významně ovlivňuje svou specifickou barvou kvalitu surové vody zejména během jarního tání a dlouhodobých dešťů. Provozní teplota surové vody bývá prakticky celoročně velmi nízká a jen vzácně v letních měsících překračuje hodnotu 10°C. V zimním a jarním období teplota surové vody běžně klesá pod 5°C. Chemické složení surové vody je charakteristické velmi nízkou celkovou *mineralizací*.<sup>xxvii</sup>

Surová voda Bílého Labe je převážně slabě kyselé až neutrální reakce a je velmi měkká. Organické znečištění surové vody je po většinu roku nízké, pouze v období dešťů a jarních tání hodnota  $CHSK_{Mn}$  stoupá k hodnotě 5 mg.l<sup>-1</sup>. V letním období po deštích dochází k vyplavování *huminových*<sup>xxviii</sup> látek z horských půd a rašelinišť. Huminové látky jsou přírodní organické látky vznikající rozkladem rostlinných zbytků. Obsah huminových látek způsobuje navýšení hodnot  $CHSK_{Mn}$  a významně ovlivňuje barvu surové vody (žlutohnědé zbarvení). Podrobně jsou hodnoty zaznamenány na následující straně v tabulce č. 3 - Ukazatel  $CHSK_{Mn}$  a barva na surové a upravené vodě<sup>12</sup>. Červené čísla v tabulce jsou nevyhovující. Hodnoty surová voda zaznamenávají odběr vzorku provedený v místě před úpravou vody, sloupec upravená voda značí odběr provedený na výstupu z úpravní. Minimální četnost odběru vzorků upravuje vyhláška č. 428/2001 Sb. v platném znění<sup>13</sup>

---

<sup>12</sup> PITTER, P., *Hydrochemie*. 3. přepracované vydání, Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1999. s. 285 ISBN 80-7880-340-1.

<sup>13</sup> AMBROŽOVÁ, J., et al., *Příručka provozovatele úpravní pitné vody*. 1. vydání, Líbeznice: Medim, spol. s r.o., 2005. s. 131. ISBN 80-239-4565-3.

**Tabulka č. 3: Ukazatel CHSK<sub>Mn</sub> a barva na surové a upravené vodě**

Datum odběru	CHSK <sub>Mn</sub>		barva		poznámka
	mg.l <sup>-1</sup>		mg Pt . l <sup>-1</sup>		
	surová	upravená	surová	upravená	
14.12.2009	2,4	1,7	12	10	
22.12.2009	1,5	0,93		5	
20.01.2010	1,4	1,2		7	
16.02.2010	1,8	0,65		2	
22.02.2010	0,94	0,62	4		
04.03.2010	1,30	1,00			
14.03.2010	2,2	1,70			
12.07.2010	1,8	1,8	4	12	
31.08.2010	9,1		32		nevyhovující hodnoty
06.09.2010	2,7	2,2	10	9	
07.10.2010	2,9	2,8	9	9	
11.11.2010	5,0	3,1	16	11	prostá filtrace
10.01.2011	4,1	2,6	12	10	
27.01.2011	1,9	1,7		4	
02.02.2011	1,6	1,4		5	
24.02.2011	1,8	1,6			
10.03.2011	0,84	0,74	3		
21.03.2011	3,5	2,0			
27.07.2011	3,7	3,0	9	7	prostá filtrace
27.07.2011	2,9	2,7		8	zkouška koagulační filtrace
08.08.2011	3,6	3,1		10	prostá filtrace
18.08.2011	3,5	1,6	9	2	koagul. filtrace
23.08.2011	3,2	0,3	11	3	koagul. filtrace
24.08.2011	2,9	0,3	7	2	koagul. filtrace

Červené hodnoty při odběrech jsou nad limit vyhlášky č.252/2004 Sb.

Při odběru dne 31. srpna 2011 kontrolována surová voda v období několikadenních dešťů, z tohoto důvodu jsou hodnoty nevyhovující. Voda se nevyráběla.

I přes horský ráz vodoteče v místě odběrného objektu, odpovídá mikrobiologické znečištění běžným povrchovým vodám s významným výskytem *fekálních streptokoků*, *koliformních bakterií*, v maximálním množství 820 KTJ/100 ml. včetně *E coli*,<sup>xxix</sup> v maximálním množství 75 KTJ/100 ml. Relativně vysoká je četnost nálezů bakterií *Clostridium Perfringens*<sup>xxx</sup>, v maximálním množství 8 KTJ/100 ml. Požadavky vyhlášky překračují také počty *mezofilních bakterií* (kultivované mikroorganismy při 36°C – KUMI 36)<sup>xxxi</sup> a *psychrofilních bakterií* (kultivované mikroorganismy při 22°C – KUMI 22).<sup>xxxii</sup> Bližší upřesnění mikrobiologického zatížení je zřejmé z tabulky č. 4 Mikrobiologické ukazatele surové vody.

**Tabulka č. 4: Mikrobiologické ukazatele surové vody**

Datum odběru vzorku	Koliformní bakterie	Escherichia coli	Clostridium perfringens	Enterokoky	KUMI36	KUMI22
	KTJ/100 ml	KTJ/100ml	KTJ/100ml	KTJ/100ml	KTJ/ml	KTJ/ml
07.12.2009	160	36	1	14	19	940
14.12.2009	63	3	2	0	1	220
22.02.2010	610	75	5	23	60	420
12.07.2010	610	10	1	110		
06.09.2010	250	16	2	6		
07.10.2010	190	7	2	3		
10.01.2011	260	26	3	160	21	290
10.03.2011	820	63	8	10	59	280
27.07.2011	490	46	5	27		
18.08.2011	210	3	5	30		

Indikátorem celkového fekálního znečištění je výskyt koliformních bakterií, který je definován mezní hodnotou (MN), její překročení nepředstavuje akutní zdravotní riziko. Je nutné provést úpravu. Limit pro upravenou vodu je 0 KTJ/100 ml vody.

Escherichia coli indikuje čerstvé fekální znečištění, typ limitu je nejvyšší mezní hodnota (NMH), pokud je tato hodnota překročena u vyrobené vody, nejedná se o pitnou vodu. Limit pro upravenou vodu je 0 KTJ/100 ml vody.



*Clostridium perfringens* je patogen, který působí na kvalitu pitné vody z vody povrchové, je definován mezní hodnotou (MH). Limit pro upravenou vodu je 0 KTJ/100 ml vody.

Enterokoky indikují také fekální znečištění, typ limitu je nejvyšší mezní hodnota (NMH), pokud je tato hodnota překročena u vyrobené vody, také se nejedná o pitnou vodu. Limit pro upravenou vodu je 0 KTJ/100 ml vody.

Počty kolonií kultivovaných mikroorganismů (KUMI) při stanovené teplotě 20°C a 36°C, jsou definovány mezními hodnotami (MH). Limit je 200 KTJ/100 ml, respektive 100 KTJ/100 ml vody.

Dle vyhlášky č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu, ve znění vyhlášky č. 146/2004 Sb., kterou se mění vyhláška č.428/2001Sb., lze zařadit upravitelnost zdroje surové vody pro úpravu na vodu pitnou na úpravně vody Špindlerův Mlýn převážně do kategorie A1 – A2 viz tabulka č. 5 typy úprav surové vody.

**Tabulka č. 5: Kategorie surové vody § 22 odst. 3 vyhlášky č.: 428/2001Sb.**

Pro kategorii	Typy úpravy
A 1	Jednoduchá fyzikální úprava a dezinfekce, například rychlá filtrace a dezinfekce, popř. prostá písková filtrace, chemické odkyselení nebo mechanické odkyselení či odstranění plynných složek provzdušňováním.
A 2	Běžná fyzikální úprava, chemická úprava a dezinfekce, koagulační filtrace, infiltrace, pomalá biologická filtrace, flokulace, usazování, filtrace, dezinfekce (konečné chlorování), jednostupňové či dvoustupňové odželezňování a odmanganování.
A 3	Intenzivní fyzikální a chemická úprava, rozšířená úprava a dezinfekce, například chlorování do bodu zlomu, koagulace, flokulace, usazování, filtrace, adsorpce (aktivní uhlí), dezinfekce (ozón, konečné chlorování). Kombinace fyzikálně chemické a mikrobiologické a biologické úpravy.

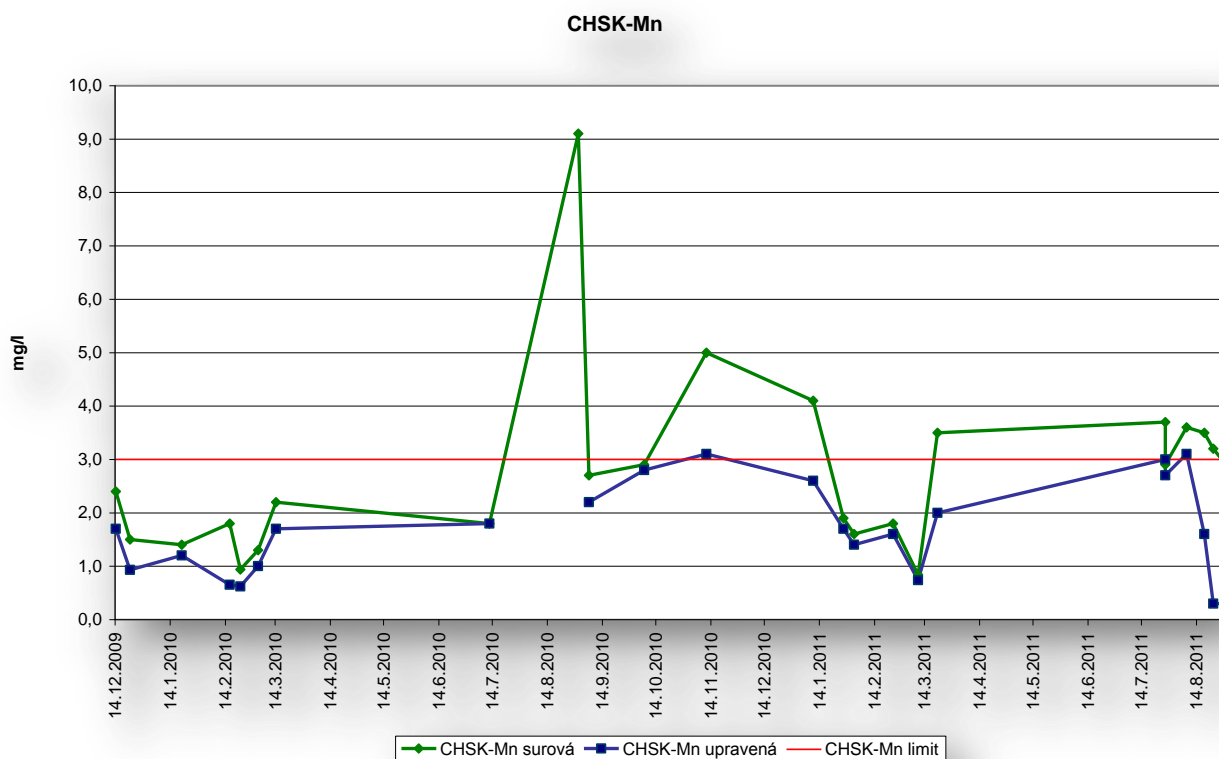
### 3.3 VYROBENÁ VODA

#### *3.3.1 Vyhodnocení filtrace*

Roční zkušební provoz byl zahájen začátkem září 2010, do té doby probíhala výroba vody se souhlasem předčasného užívání stavby vodohospodářského díla a ukončen byl v srpnu 2011. Kvalita surové vody se v průběhu roku mění tak, že je třeba po cca tři čtvrtiny roku upravovat pouze prostou filtrací, ztvzováním a hygienickým zabezpečením. Po tuto dobu splňují všechny ukazatele surové vody kategorii upravitelnosti A-1. Upravená voda je po prosté filtraci pouze ztvzována a hygienicky zabezpečena. V období dešťů se mění kategorie upravitelnosti v ukazatelích  $\text{CHSK}_{\text{Mn}}$ , barva, pH, huminové látky na A-2 a je nutno upravovat vodu dvoustupňově koagulační filtrací – letní výroba v roce 2011.

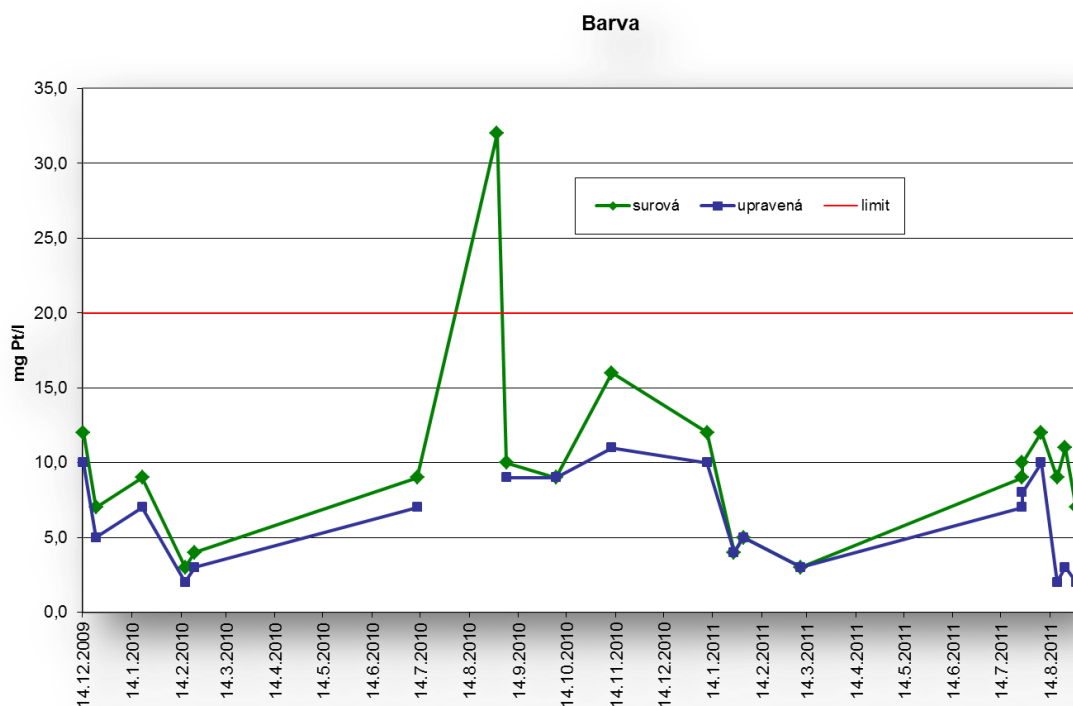
Koagulační zkouškou, která se provedla v laboratoři, byla stanovena dávka koagulačního činidla (síranu hlinitého) a optimální hodnota pH. Dávka 25 – 30  $\text{mg.l}^{-1}$  síranu hlinitého při pH 5,9 – 6 byla úspěšně aplikována v provozu a při této dávce byla vyzkoušena i délka filtračního cyklu.

**Graf č. 1: Hodnoty CHSK<sub>Mn</sub> surové a upravené vody**



Graf č. 1 znázorňuje červenou linkou limitní hodnotu ukazatele CHSK<sub>Mn</sub>, odběry vzorků surové vody vyznačené zelenou linkou vykazují zejména v letních měsících vysoké hodnoty, úpravou vody bylo dosaženo dovolených hodnot, které značí modrá linka.

**Graf č. 2: Hodnoty barva surové a upravené vody**

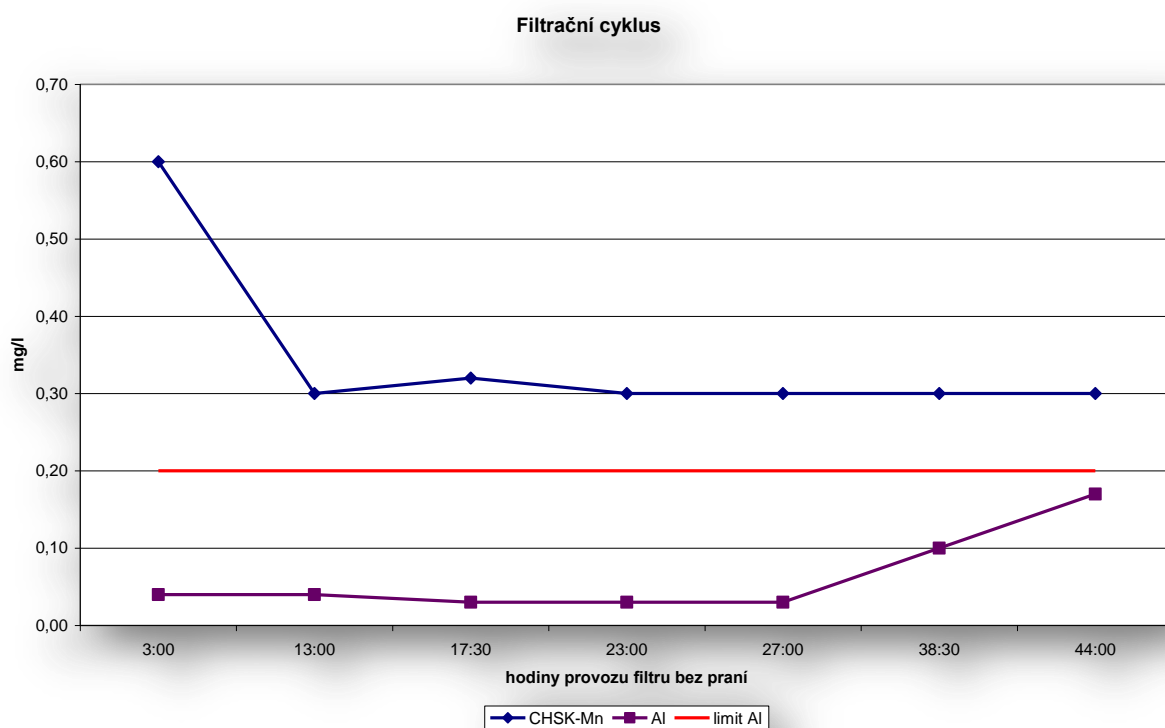


Graf č. 2 znázorňuje červenou linkou mezní hodnotu ukazatele barva 20 mg. l<sup>-1</sup> (v miligramech platiny v jednom litru), odběry vzorků surové vody vyznačené zelenou linkou vykazují stejně jako u grafu č. 1 v letních měsících vysoké hodnoty, úpravou vody bylo dosaženo dovolených hodnot, které značí modrá linka. Překročení hodnoty nemá zdravotní význam, měla by být ale objasněna příčina. V tomto konkrétním případě se jedná o pravděpodobné zasažení zdroje surové vody huminovými látkami.

### 3.3.2 Filtrační cyklus při koagulační filtraci

Při aplikaci dávky  $25 \text{ mg.l}^{-1}$  síranu hlinitého, která byla stanovena koagulačním pokusem<sup>14</sup> termostatovaným míchacím přístrojem v laboratoři, byla prověřena délka filtračního cyklu. Filtrační cyklus byl sledován dne 31.8.2010 po dobu 45 hodin. Grafické znázornění filtračního cyklu je uvedeno v grafu č. 3.

**Graf č. 3: SeparáčnÍ schopnost filtrů**



Graf č. 3 znázorňuje červenou linkou mezní hodnotu ukazatele hliník (Al)  $0,2 \text{ mg.l}^{-1}$  v upravené vodě, modrá linka ukazuje průběh hodnoty  $\text{CHSK}_{\text{Mn}}$ . Množství hliníku zaznamenává fialová linka, grafem je vyznačen zřejmý vzestup po 27 hodinách provozu pískového filtru, bližšího okolí limitní hranice je dosaženo po 44 hodinách.

<sup>14</sup> MALÝ, J., MALÁ, J., *Chemie a technologie vody*. 1. vydání, Praha: ASPI, a. s, 2007. s. 36. ISBN 80-56020-50-9.

Průběhem filtračního cyklu bylo zjištěno, že při dávce 25 mg.l<sup>-1</sup> síranu hlinitého, je vytvořená suspenze bezpečně zachycena na pískové filtraci po dobu 45 hodin bez vyprání filtrů. Po této době již dochází k průniku hliníku do upravené vody a je třeba filtry vyprat.

Dále byla ověřena separační účinnost usazovací nádrže. Z následující tabulky č. 6 vyplývá, že v případě použití koagulačního činidla z důvodů odstranění barvy a huminových látek je účinnost usazovacích nádrží (UN) cca 20 %. Lze předpokládat, že účinnost bude několikrát vyšší v případě *okalových stavů*<sup>xxxiii</sup> na surové vodě.

**Tabulka. č. 6: Separální účinnost usazovací nádrže (UN)**

		vertikální mísič	odtok z usazovací nádrže
datum	čas odběru	CHSK <sub>Mn</sub> [mg.l <sup>-1</sup> ]	CHSK <sub>Mn</sub> [mg.l <sup>-1</sup> ]
22.8.2011	21:10	1,6	1,4
23.8.2011	07:20	1,5	1,2
23.8.2011	11:30	2,3	1,9
24.8.2011	08:30	1,6	1,2

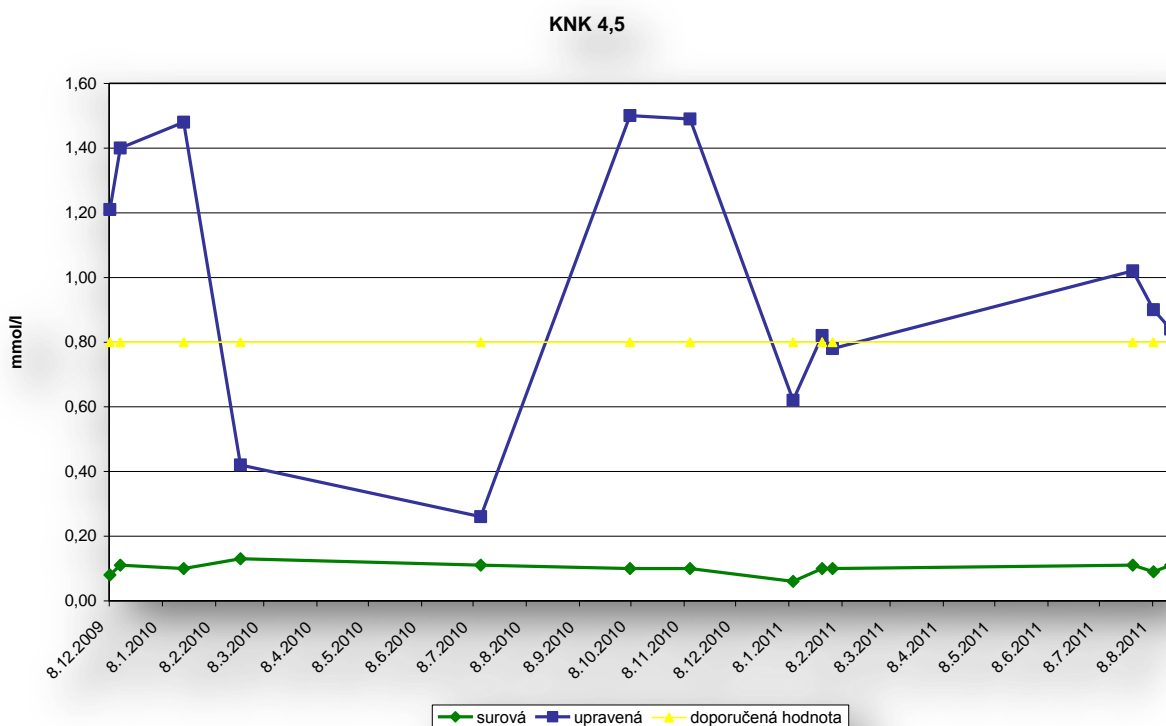
### 3.3.3 Vyhodnocení ztvzování

Po filtraci se dávkuje do vody oxid uhličitý spolu s vápenným hydrátem, aby se zvýšila kyselinová neutralizační kapacita  $KNK_{4,5}$  z hodnoty  $0,1 \text{ mmol.l}^{-1}$  na hodnotu cca  $0,8 \text{ mmol.l}^{-1}$ . Ve vodě se zvyšuje obsah hydrogenuhličitanů a vápenných iontů – dochází ke stabilizaci vody, toto je výhodné i z korozivních důvodů. Při provozu úpravny je pevně navoleno množství dávkované vápenné vody (možnost změny dávky pomocí frekvenčního měniče čerpadla nebo změnou koncentrace vápenného mléka). Byla ověřena koncentrace 0,5 % vápenného mléka, při nastavení 25 Hz na frekvenčním měniči čerpadla vápenného mléka (do sytičů vápenné vody). **Při tomto nastavení je v souladu kvalita vyrobené vody s ekonomickými náklady.** Dávka  $\text{CO}_2$  je regulována signálem pH sondy na hodnotu upravené vody  $\text{pH} = 7,5$ . Porovnání je uvedeno v tabulce č. 7.

**Tabulka č. 7: Porovnání kvality surové a upravené vody v ukazatelích Ca, Ca + Mg, pH,  $KNK_{4,5}$**

	Ca		Ca+Mg		pH		$KNK_{4,5}$	
	$\text{mg.l}^{-1}$		$\text{mmol.l}^{-1}$				$\text{mmol.l}^{-1}$	
	surová	upravená	surová	upravená	surová	upravená	surová	upravená
08.12.2009	2,4	25,2	0,08	0,7	6,5	6,9	0,08	1,2
14.12.2009	2,5	24,9	0,09	0,7	6,6	8,1	0,11	1,4
20.01.2010	3,1	32,9	0,10	0,9	6,6	8,4	0,13	1,5
22.02.2010	2,2	7,9	0,08	0,2	6,6	7,2	0,11	0,4
12.07.2010	2,3	5,2	0,08	0,2	6,7	7,0	0,10	0,3
07.10.2010	2,1	31,1	0,07	0,8	6,3	7,5	0,10	1,5
11.11.2010	2,4	32,2	0,07	0,8	6,4	7,3	0,08	1,5
10.01.2011	2,2	14,1	0,07	0,4	6,3	7,2	0,06	0,6
27.01.2011	2,4	18,0	0,08	0,5	6,7	6,7	0,11	0,8
02.02.2011	2,5	17,0	0,08	0,5	7,2	7,5	0,09	0,8
27.07.2011	2,3	21,1	0,07	0,6	7,1	7,4	0,11	1,0
08.08.2011	2,7	21,6	0,08	0,6	6,7	7,5	0,09	0,9
18.08.2011	2,3	14,9	0,08	0,4	6,5	7,3	0,10	0,8
průměr	2,4	20,5	0,1	0,5	6,6	7,4	0,1	0,98
doporučené hodnoty		<b>40,0</b>		<b>2 - 3,5</b>		<b>nad 6,5</b>		<b>0,8</b>

**Graf č. 4: Hodnoty KNK<sub>4,5</sub> na surové a upravené vodě**



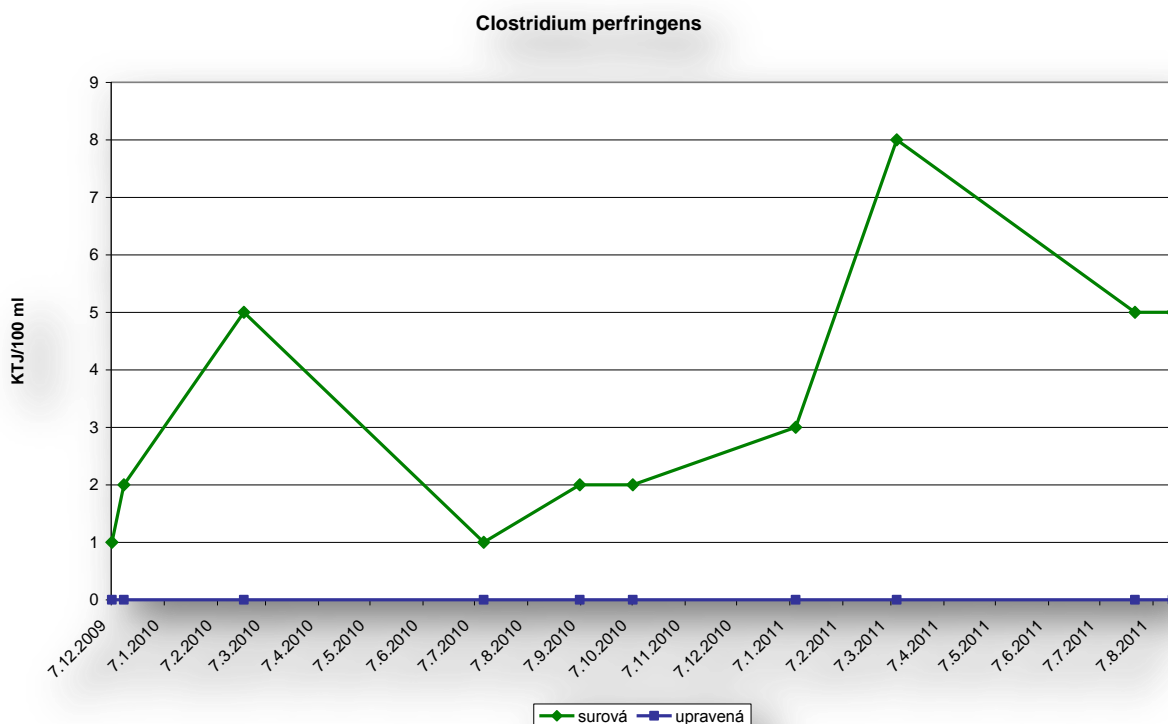
Graf č. 4 zaznamenává žlutou linkou doporučenou hodnotu ukazatele tvrdosti  $0,8 \text{ mmol.l}^{-1}$  (pro německé stupně platí vztah  $1 \text{ mmol.l}^{-1} = 5,6 \text{ }^\circ \text{ d}$ ). Doporučená hodnota je měkká voda. Odběry vzorků surové vody vyznačené zelenou linkou vykazují hodnoty velmi měkké vody, úpravou vody bylo dosaženo příznivých hodnot pro ztvrzení, které značí modrá linka.



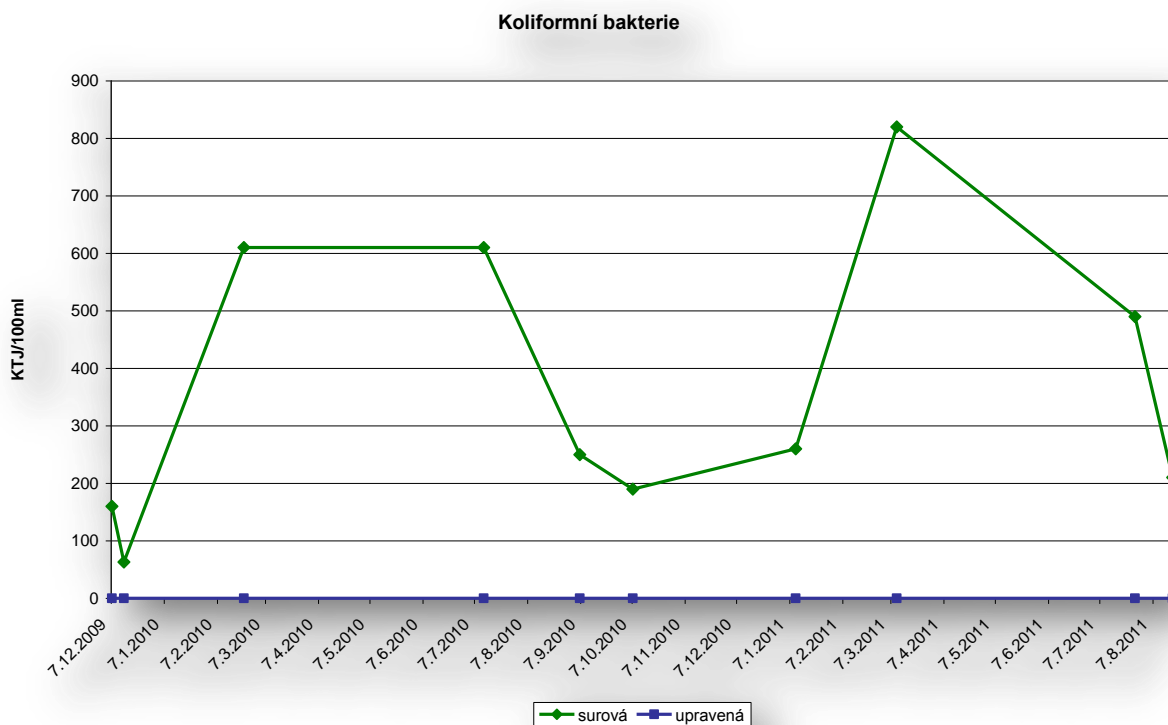
### 3.3.4 Vyhodnocení účinnosti hygienického zabezpečení

Po výstupu upravené vody z reaktoru ztvrdování je voda ošetřena dávkou UV záření a poté při nátoku do vodojemu chlorována. Dávka chlornanu sodného je řízena na základě signálu z analyzátoru volného chloru. Obvykle je nastavena dávka chloru  $0,4 \text{ mg.l}^{-1}$ . Po celou dobu zkušebního provozu zrekonstruované úpravný mikrobiologická kvalita vyrobené vody odpovídala požadavkům Vyhlášky č. 252/2004 Sb. Pro širší pohled na hygienické zabezpečení byla zkontrolována i mikrobiologická kvalita vody po ošetření UV zářením, respektive před chlorováním. I v tomto místě byla mikrobiologická kvalita vynikající. Zabezpečení chlornanem je nutné jen z důvodu nutnosti výskytu volného chloru v síti, který je předepsán hygienickou normou. Spolehlivě byly z upravené vody odstraněny i bakterie *Clostridium perfringens*, které jsou velmi rezistentní<sup>xxxiv</sup> i vůči vysokým dávkám chloru. Viz graf č. 5. Modrá linka v grafu je vedena stále v nulových hodnotách.

**Graf č. 5: Vyhodnocení přítomnosti bakterie *Clostridium perfringens* v surové a upravené vodě**



**Graf č. 6: Vyhodnocení přítomnosti koliformní bakterie v surové a upravené vodě**



Z výsledků grafu č. 6 je naprosto zřejmé, že přítomnost koliformní bakterie v upravené vodě je nulová, tento údaj zaznamenává modrá linka.

Bližší upřesnění mezních hodnot patogenních bakterií je provedeno v kapitole 3.2.

### 3.3.5 Vyhodnocení zkušebního provozu

V průběhu zkušebního provozu se projeví jisté problémy v trubním systému dávkování vápenné vody v nově vybudovaném chemickém hospodářství. Po krátké době od najetí úpravní do zkušebního provozu výroby vody se několikrát ucpalo dávkovací čerpadlo. Analýza problému ukázala, že bylo navrženo potrubí vápenné vody s malou světlostí (průtočným profilem) DN 40, ve kterém se rozmíchané vápno usazovalo. Toto potrubí bylo nahrazeno větším profilem DN 60 a problémy s dávkováním byly vyřešeny.

**Roční zkušební provoz prokázal, že navržená technologie splnila podmínky pro úpravu surové vody na vodu pitnou dle projektové dokumentace a po uvedených úpravách na dávkování chemikálií je možné uvést úpravnu vody do trvalého provozu.**

**Kvalita upravené vody spolehlivě splňuje parametry jakosti v souladu s požadavky Vyhlášky č.: 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu, četnost a rozsah kontroly pitné vody, ve znění pozdějších předpisů.**

## 4 POSOUZENÍ STAVU ÚPRAVNY VODY PO ZKUŠEBNÍM PROVOZU

### 4.1 POSOUZENÍ STAVEBNÍCH A TECHNOLOGICKÝCH CELKŮ

#### 4.1.1 *Hlavní stavební a technologické části úpravny vody*

Objekt úpravny vody byl původně členěn na dvě samostatné části. První sloužila jako provozní zázemí s chemickým hospodářstvím a ve druhé části byl umístěn sklad vápna a hala filtrů. Základní podmínkou rekonstrukce ÚV Špindlerův Mlýn byla skutečnost, že vedle optimalizace a modernizace technologické linky dojde k uvolnění levé části objektu – provozní budovy, která bude městem využita pro jiné účely. Rekonstrukce úpravny vody byla povolena stavebním povolením č.j.: RR-ŽP/18836/2008-Pa ze dne 1.10.2008. V souladu se stavebním povolením, resp. s povolením předčasného užívání stavby č. j. RR-ŽP/1858/2010-Pa ze dne 3. března 2010, přešla stavba ke dni 1. 9. 2010 do režimu zkušebního provozu, který trval 1 rok<sup>15</sup>.

Technologická koncepce úpravny vody se po rekonstrukci změnila z původní jednostupňové na dvoustupňovou i vzhledem k dlouhodobým údajům o kvalitě surové vody. Nový první stupeň je usazovací nádrž s předsazenou ortokinetickou koagulací a druhý stupeň nadále vychází ze systému koagulační vodárenské filtrace s následným ztvrdzováním a hygienickým zabezpečením. Celá rekonstrukce úpravny vody byla navržena tak, aby se nedotýkala vnějšího vzhledu obvodového pláště objektu. Cílem rekonstrukce úpravny vody bylo zejména opuštění nevyužívaných provozních prostor, rekonstrukce - intenzifikace technologické části úpravny a zlepšení kvality upravené vody.

---

<sup>15</sup> NOVÁK, J., et al., *Příručka provozovatele vodovodní sítě*. 1. vydání, Líbeznice: Medim, spol. s r.o., 2003. s. 72. ISBN 80-238-9946-5.

#### 4.1.2 Zhodnocení stavebních a technologických celků úpravy vody

Rekonstrukce probíhala za plného provozu jen s krátkými odstávkami pro montáže trubních přepojení, které neovlivnily zásobování do veřejné sítě. V rámci rekonstrukce byla nejdříve filtrace rozdělena na dvě části (pravá a levá linka) - pravá dvojice filtrů zůstala beze změny a byla v provozu po celou dobu rekonstrukce. Po dokončení rekonstrukce byla tato část úpravy zakonzervována a ponechána jako provozní rezerva.

Levý první filtr byl přebudován na horizontální reaktor ortokinetické fáze koagulace a na usazovací nádrž s lamelovou vestavbou. Betonová vana filtru byla sanována. V přední části nádrže byla zbudována betonová přepážka rozdělující betonovou vanu na dvě části. První, o objemu 24 m<sup>3</sup>, je osazena nerezovými přepážkami s otvory a slouží jako reaktor koagulace. V druhé, o objemu 105 m<sup>3</sup>, byly na dně dobetonovány ozuby klínovitého tvaru pro snadné odkalení a v horní části osazena plastová lamelová vestavba. Byly provedeny nové potrubní prostupy a rozvody včetně nových armatur.

Stávající levý druhý filtr byl zrekonstruován na nový filtr se systémem „Leopold“. Dno a žlaby filtru byly výškově upraveny tak, aby bylo dosaženo optimální pracovní hladiny filtru s ohledem na horní hladinu akumulace. Bylo nutné zhotovit nové potrubní prostupy do filtru a staré zabetonovat. Některé původní prostupy byly zachovány a vnitřní líc potrubí byl sanován speciální technologií laminátovou výstelkou.<sup>xxxv</sup>

Stávající zastaralá dmychadla pracího vzduchu typu „GROH“ byla demontována a nová dmychadla typu „Kubíček“ s protihlukovými kryty byla osazena do suterénního armaturního prostoru.

Ve stejném prostoru, pod původním montážním otvorem, byly osazeny dva tlakové reaktory ztvrdování a zařízení pro dezinfekci vody UV lampami.

Chemické hospodářství bylo vytvořeno zcela nové v původním prostoru vápenných sil a suchých dávkovačů vápna. V suterénu byly osazeny nové plastové nádrže na rozmíchávání vápna a sytič vápenné vody. Nad vápennými nádržemi je nyní sklad vápna, kde jsou osazeny výklopníky pytlů s odsáváním.

Do části skladu vápna byla vybudována vestavba místnosti chemického hospodářství. Nad chemickým hospodářstvím ve stejném půdorysném rozměru je nová místnost obsluhy se sociálním zázemím.

Největším problémem při rekonstrukci úpravny se překvapivě stalo zajištění vodotěsnosti rekonstruovaných betonových nádrží filtrů. Velmi nekvalitně provedené, z důvodu *technologické nekázně*<sup>xxxvi</sup> při provádění betonářských prací, byly původní *vodostavební betony*<sup>xxxvii</sup> v průběhu rekonstrukce neúspěšně sanovány několika projektantem doporučenými technologiemi na bázi krystalizace silikátových pojiv, ale vzhledem k značnému rozsahu trhlin v původních betonových konstrukcích, bylo nutné provést tlakovou injektáž stěn nádrží filtrů *polyuretanovou pryskyřičnou směsí*.<sup>xxxviii</sup>

## 5 EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ

### 5.1 INVESTIČNÍ NÁKLADY STAVBY

#### *5.1.1 Kontrolní rozpočet stavby - projekt pro stavební povolení.*

Kontrolní rozpočet stavby zpracovaný projektantem v rámci projektové dokumentace pro vydání stavebního povolení, který byl zadán objednatelem, jímž bylo město Špindlerův Mlýn, nebyl v souladu s některými důležitými, ale specifickými požadavky provozovatele vodárenské infrastruktury v této oblasti.

Limitem prvkem pro veškeré investice do majetku města byla hranice 15 milionů korun, bez daně z přidané hodnoty. Nad tuto finanční částku nesměly být náklady investice provozní společnosti Severočeské vodovody a kanalizace, a. s. do majetku města Špindlerův Mlýn v žádném případě překročeny, neboť by nebyl splněn záměr strategického vedení společnosti.

Rozpočet a projekt pro stavební povolení zpracovaný projekční kanceláří Fer&Man neobsahoval mimo jiné vytápění a temperaci objektu, dále nebyla zcela dořešena část provozních souborů Měření a Regulace. S jistým odborným nadhledem byla agregovaně řešena i stavební část objektu. Tyto chybějící prvky nelze považovat za chybu projektu, neboť projektant nemohl předpokládat, pro kterou provozní společnost svůj projekt vytváří a jakými doporučenými standardy, pokud dodrží oborové normy se bude řídit. Pokud věc velmi zjednoduším, tak v technologické oblasti vodárenství nejsou některé parametry důsledně sjednoceny, jako například u provozních společností, které zajišťují přenosy a dodávky například elektrické energie a plynu. Hlavním kritériem je i zde bezpečnost provozu a bezproblémové zajištění dostatečného množství pitné vody pro obyvatelstvo.

## Tabulka č. 8: Ocenění rekonstrukce ÚV v projektu pro stavební povolení

### Úpravna vody Špindlerův Mlýn - Rekonstrukce úpravny vody

#### Soupis prací a dodávek

1.	Náklady na projektové a průzkumné práce 3% z PS+SO	342 858,00
1.A	Prováděcí dokumentace stavby	
1.B	Dokumentace skutečného provedení včetně výkazu výměr	
1.C	Geologické průzkumy a fotodokumentace	
1.D	Doklady k předání a převzetí díla	
1.E	Pasportizace stávajících objektů a inventarizační prohlídky	
1.F	Vytýčení a zaměření skutečného provedení stavby	
2.	Provozní soubory celkem	9 407 000,00
2.1.	PS 01 Technologie ÚV	7 397 000,00
2.2.	PS 02 Elektrotechnologie, stav.elektroinstalace, M+R	2 010 000,00
3.	Stavební objekty celkem	2 021 604,00
3.1.	SO 01 Rekonstrukce úpravny vody	1 845 492,00
3.2.	SO 02 Připojka splaškové kanalizace z objektu ÚV	176 112,00
3.3	SO 03 Připojení kryogenního zásobníku CO <sub>2</sub>	0,00
3.4	SO 04 Vytápění objektu	0,00
4.	Náklady umístění stavby 3% z PS+SO	342 858,00
5.	Rezerva 10% z PS+SO	1 142 860,00
6.	Ostatní náklady 4% z PS+SO	457 144,00
6.A	Individuální, komplexní a garanční zkoušky	
6.B	Zpracování a zajištění odsouhlasení provozního řádu	
6.C	Náklady na zkušební provoz	
6.D	Provizorní zařízení po dobu stavby	
6.E	Zakonzervování stavby (zimní opatření)	
6.F	Ostraha objektu a stavby	
6.G	Zaškolení pracovníků provozovatele	
7.	Autorský dozor 3% z PS+SO	342 858,00
8.	Technická pomoc (supervize) 4% z PS+SO	457 144,00
<b>Σ: 1. - 8. Soupis prací a dodávek celkem</b>		<b>14 514 326,00</b>
DPH 19%		2 757 721,94
<b>Cena stavby celkem včetně DPH 19%</b>		<b>17 272 047,94</b>



Kontrolní rozpočet stavby, který byl přílohou projektové dokumentace pro vydání stavebního povolení neobsahoval objekt SO 03 – Připojení kryogenního zásobníku a objekt SO 04 - Vytápění objektu. Po provedení kontroly projektu bylo zjištěno, že náklady na připojení kryogenního zásobníku jsou zanedbatelné v porovnání s výší celkové investice. Vytápění, případně temperace objektu, byla nutná zejména v budově filtrů v případě silných mrazů, které by znemožňovaly výrobu vody v období maximálního počtu návštěvníků v této významné rekreační oblasti. V průběhu přípravy stavby byl reálný předpoklad výběru vhodného dodavatele s technologií temperace, která nepřekročí náklady stanovené limitem a využije se rezerva z rozdílu limitu a celkovou předpokládanou cenou stavby.

#### *5.1.2 Kontrolní rozpočet stavby dle připomínek provozovatele.*

Odborníci z provozní společnosti, která převzala od města objekt úpravy vody k provozování ve spolupráci s projektantem, po vydání stavebního povolení na stavební i vodohospodářskou část provedli úplnou a celkovou technickou i finanční kontrolu projektu. Upřesnili a doplnili požadavky, které měly být zapracovány do realizační dokumentace. Doplněním těchto požadavků ve *směrných cenách databáze ÚRS Praha<sup>xxxix</sup>* se ovšem orientační cena díla zvýšila nad uvažovaný rámec plánované investice. Veškeré tyto náklady jsou uvedeny v tabulce č. 9.

**Tab. č. 9: Ocenění rekonstrukce ÚV podle připomínek provozovatele**

<b>Úpravna vody Špindlerův Mlýn - rekonstrukce úpravny</b>	
<b>Soupis prací a dodávek</b>	
1. Náklady provozních souborů	65 000,00
1.A Dokumentace skutečného provedení včetně výkazu výměr	
1.B Vytýčení a zaměření skutečného provedení stavby	
2. Provozní soubory	12 662 241,00
2.1 PS 01 Technologie ÚV	
2.2 PS 02 Elektrotechnologie, stavební elektroinstalace, M+R	
3. Stavební objekty	3 068 405,00
3.1 SO 01 Rekonstrukce úpravny vody	
3.2 SO 02 Přípojka splaškové kanalizace z objektu ÚV	
3.3 SO 03 Připojení kryogenního zásobníku CO <sub>2</sub>	
3.4 SO 04 Vytápění objektu	
4. Ostatní náklady	355 000,00
4.A Individuální, komplexní a garanční zkoušky	
4.B Zpracování a zajištění odsouhlasení provozního řádu	
4.C Náklady na zkušební provoz	
4.D Provizorní zařízení po dobu stavby	
4.E Zakonzervování stavby (zimní opatření)	
4.F Ostraha objektu a stavby	
4.G Zaškolení pracovníků provozovatele	
5. Autorský dozor	100 000,00
6. Inženýrská činnost	717 387,00
<b>Σ: 1. - 6. Soupis prací a dodávek celkem</b>	<b>16 968 033,00</b>
<b>DPH 19%</b>	<b>3 223 926,27</b>
<b>Cena stavby celkem včetně DPH 19%</b>	<b>20 191 959,27</b>

### 5.1.3 Vyhodnocení soutěžních nabídek

Bylo připraveno soutěžní výběrové řízení na dodavatele, které proběhlo poměrně úspěšně. Prověřila se jím možnost realizace stavby do stanoveného finančního limitu. V předložených nabídkách nebyl prozatím oceněn projekt vytápění a temperace objektu, ani práce s touto stavební částí díla související.

**Tabulka č. 10: Vyhodnocení soutěže pro výběr zhotovitele**

Vyhodnocení nabídek - ÚV Špindlerův Mlýn rekonstrukce					
Soupis prací a dodávek	soutěžící č.1	soutěžící č.2	soutěžící č.3	soutěžící č.4	Porovnatelné náklady dle upraveného kontrolního rozpočtu
1. Náklady provozních souborů	58 000,00	55 000,00	60 000,00	65 000,00	364 365,00
2. Provozní soubory	11 713 804,00	11 170 032,00	11 509 584,00	12 662 241,00	10 027 000,00
3. Stavební objekty	2 268 405,00	2 122 063,00	2 216 665,00	2 165 943,00	2 118 504,00
4. Ostatní náklady	297 500,00	307 000,00	285 500,00	355 000,00	485 820,00
5. Náklady umístění stavby	v ceně	v ceně	v ceně	v ceně	364 365,00
6. Rezerva	dle rozsahu PD	dle rozsahu PD	dle rozsahu PD	dle rozsahu PD	1 214 550,00
7. Autorský dozor	není součástí	není součástí	není součástí	není součástí	364 365,00
8. Technická pomoc (supervize)	není součástí	není součástí	není součástí	není součástí	485 820,00
<b>Σ: 1.- 4. Stavební objekty celkem</b>	<b>14 337 709,00</b>	<b>13 654 095,00</b>	<b>14 071 749,00</b>	<b>15 248 184,00</b>	<b>15 424 789,00</b>
<b>DPH 19%</b>	<b>2 724 164,71</b>	<b>2 594 278,05</b>	<b>2 673 632,31</b>	<b>2 897 154,96</b>	<b>2 930 709,91</b>
	<b>17 061 873,71</b>	<b>16 248 373,05</b>	<b>16 745 381,31</b>	<b>18 145 338,96</b>	<b>18 355 498,91</b>
Spolehlivou nabídku z hlediska provozování podal soutěžící č.4, cena díla je nejvyšší, ale zahrnuje doplnění elektro R+M					
Nabídku nevhodným způsobem podal soutěžící č.3 - neakceptoval výkaz výměr					
Náklady provozních souborů a ostatních nákladů dle projektu jsou z podstatné části zahrnuty do nabídek poddodatelů.					
nejvyšší cena	soutěžící č.4				
druhá nejvyšší cena	soutěžící č.1				
průměrná cena (třetí v pořadí)	soutěžící č.3				
nejnižší cena	soutěžící č.2				

Ve výběrovém řízení byl vybrán nejvhodnější uchazeč, který splňoval požadavky pro tento druh stavebních prací. Byla uzavřena smlouva o provedení díla. Vybraný zhotovitel zahájil práce ve stanoveném termínu. Postup a druh prací je podrobně popsán v kapitole 2.2.1. Z důvodů, které uznal stavební úřad i majitel objektu (z počátku neúspěšné provedení sanačních technologií při ošetření betonových stěn filtrů a tím nezbytné opakování zkoušek vodotěsnosti), sice nebyl dodržen smluvní termín dokončení díla, ovšem tato skutečnost nezpůsobila straně objednatele žádné finanční,

materiální nebo jiné škody. Podařilo se zajistit takového dodavatele, který stavbu provedl nejen v požadované kvalitě, ale i ušetřil investorovi finanční prostředky na provedení nového plynového vytápění objektu.

Důslednou kontrolou provedeného množství všech stavebních a technologických prací a taktéž důsledným uplatňováním smluvních požadavků se podařilo nepřekročit finanční limit pro tuto investici.

#### 5.1.4 Skutečné realizační náklady stavby

V realizačních nákladech stavby v provozním souboru v bodě (2) je již doplněn projekt skutečného provedení a dodávka **plynového vytápění** objektu úpravny vody.

**Tabulka č. 11: Skutečné realizační náklady rekonstrukce úpravny vody**

#### ÚV Špindlerův Mlýn – rekonstrukce [v Kč]

<b>1</b>	<b>Náklady provozních souborů (A+B)</b>	<b>60 269</b>
A	Dokumentace skutečného provedení včetně skutečného výkazu výměr	48 268
B	Vytýčení a zaměření skutečného provedení stavby	12 000
<b>2</b>	<b>Provozní soubory technologie, R+M a plynové vytápění</b>	<b>12 592 042</b>
<b>3</b>	<b>Stavební objekty</b>	<b>2 016 989</b>
<b>4</b>	<b>Ostatní náklady PS+SO (A - G)</b>	<b>330 423</b>
A	Individuální, komplexní a garanční zkoušky	18 000
B	Zpracování a zajištění odsouhlasení provozního řádu	12 000
C	Náklady na zkušební provoz	138 200
D	Provizorní zařízení po dobu stavby	80 000
E	Zakonzervování stavby s ohledem na klimatické podmínky (zimní opatření)	50 200
F	Ostraha objektů a stavby	24 000
G	Zaškolení pracovníků provozovatele	8 023
	<b>Náklady díla (bez DPH)</b>	<b>14 999 723</b>
	<b>DPH 19%</b>	<b>2 849 947</b>
	<b>Celkové náklady díla s DPH</b>	<b>17 849 670</b>

Zásadním problémem se zdálo zpracování požadavků na doplnění technologické části souboru Regulace a Měření, dále navýšení počtu nových uzavíracích armatur na trubním vedení. Kompromisní řešení, provedení úprav v dodávkách stavební části, umožnilo vyřešit uvedené problémy. Další úsporou při vlastní realizaci stavby bylo zajištění technického dozoru stavby a inženýrské činnosti vlastními pracovníky provozní společnosti.

Po velice složitém obchodním jednání s vybraným dodavatelem, který přistoupil na smluvní cenu díla, vypracoval tento zhotovitel svůj prováděcí projekt a výrobní dílenské výkresy. Po dohodě s provozovatelem byly vyklizeny provozní náplně pískových filtrů, provedlo se zakonzervování i dalších surovin k dalšímu využití. Celá rekonstrukce byla v souladu se stavebním a vodoprávním povolením řádně dokončena.

#### *5.1.5 Porovnání projektovaných, doplněných a skutečných nákladů.*

Porovnáním kontrolního rozpočtu projektanta v projektu pro stavební povolení s rozpočtem doplněným o připomínky provozovatele a nabídkovými rozpočty jednotlivých soutěžících o zakázku se podařilo zjistit optimální cenu díla ve všech provozních objektech a stavebních souborech. Následné vyhodnocení skutečných realizačních nákladů při zpracování celkového vyhodnocení stavby potvrdilo správnost výběru vhodného dodavatele.

Rekonstrukci každé větší úpravny vody by měl v každém případě posuzovat tým odborníků ze všech dotčených oblastí – tedy technologové, konstruktéři a provozní technici, aby výsledný způsob rekonstrukce úpravny byl plně efektivní, ekonomický a v souladu s provozními požadavky.

### 5.1.6 *Vyhodnocení investice provozní společnosti*

Investici lze vyhodnotit ze dvou úhlů, z pozice vlastníka vodárenského majetku, ale i z pozice provozovatele této technické infrastruktury. Předností investice pro majitele, město Špindlerův Mlýn je hladká a bezproblémová péče provozovatele o tento majetek, která by neměla v období platnosti provozní smlouvy přinést žádné větší náklady na rekonstruovanou část. Péče vlastníka o majetek, by měla zahrnovat jen část objektu úpravny vody, která byla uvolněna pro jiné využití. Tato část objektu, pokud bude vybrán vhodný nájemce, může vlastníku - městu generovat jiný užitek, například z pronájmu. Samozřejmou předností realizované investice pro město je zejména spolehlivá výroba dostačující zásoby kvalitní pitné vody.

Provozovateli úpravny vody přináší účetní systém odpisů možné zdroje na obnovu svěřeného majetku, případně při ukončení provozní smlouvy ve stanovené smluvní lhůtě lze tyto prostředky využít jiným vhodným způsobem.

## 5.2 PROVOZNÍ NÁKLADY VYHODNOCENÍ

### 5.2.1 *Termíny realizace a zprovoznění úpravny vody*

Zahájení rekonstrukce úpravny vody bylo provedeno předáním staveniště vybranému zhotoviteli dne **19. ledna 2009**. Stavební práce byly zahájeny v druhé polovině roku 2009. Investor dokončenou stavbu převzal po 17 měsících dne **1. července 2010**. Roční zkušební provoz úpravny vody byl se souhlasem vodoprávního úřadu zahájen **1. října 2010**. Po ukončení zkušebního provozu dne **1. října 2011**, byla dne **1. listopadu 2011** provedena kolaudace. Od tohoto data probíhá na úpravně běžný provoz.

### 5.2.2 Porovnání nákladů a množství vyrobené vody podle smluvní ceny vody.

V tabulce č. 12 jsou uvedena data od doby realizace stavby až po dobu zkušebního provozu, který přímo simuloval běžný provoz. Tyto data poskytl provozovatel pro porovnání vlivu, jaký měla rekonstrukce úpravní vody za provozu, na hospodářský výsledek společnosti. Z uvedených dat vyplývá, že rekonstrukce jedné linky neměla na hospodářský výsledek nepříznivý vliv.

**Tabulka č. 12 Výpočet zisku před zdaněním**

<b>Dívčí Lávký - úpravna vody</b>			
<b>2011</b>	vyrobená voda za celý rok v m <sup>3</sup>	<b>65 255,00</b>	celkové výnosy
	jednotková cena vody v Kč za 1m <sup>3</sup> bez DPH (odsouhlasená smluvní cena pro město)	<b>26,52</b>	<b>1 730 562,60 Kč</b>
	celkové provozní náklady		
	náklady na výrobu vody v Kč na 1m <sup>3</sup> bez DPH (odsouhlasená smluvní cena pro město)	<b>23,88</b>	<b>1 558 289,40 Kč</b>
			<b>zisk před zdaněním</b> <b>172 273,20 Kč</b>
<b>2010</b>	vyrobená voda za celý rok v m <sup>3</sup>	<b>47 779,00</b>	celkové výnosy
	jednotková cena vody v Kč za 1m <sup>3</sup> bez DPH (odsouhlasená smluvní cena pro město)	<b>25,91</b>	<b>1 237 953,89 Kč</b>
	celkové provozní náklady		
	náklady na výrobu vody v Kč na 1m <sup>3</sup> bez DPH (odsouhlasená smluvní cena pro město)	<b>23,33</b>	<b>1 114 684,07 Kč</b>
			<b>zisk před zdaněním</b> <b>123 269,82 Kč</b>

## 6 ZAŘAZENÍ HMOTNÉHO A INVESTIČNÍHO MAJETKU

### 6.1 PŘÍKAZ A ROZPIS HMOTNÉHO A INVESTIČNÍHO MAJETKU

#### 6.1.1 *Návrh příkazu k zařazení.*

Obvyklou metodikou podle interní směrnice – účetního odpisového plánu, schválené vedením Severočeské vodovody a kanalizace, a. s. jsem zpracoval návrh příkazu k zařazení hmotného a investičního majetku. Uvádím tento návrh včetně rozpisu, v příloze č. 4 a č. 5.

#### 6.1.2 *Rozpis dle jednotného třídění DHM dle SKP*

Do rozpisu jednotného třídění, opět v souladu s interní směrnicí společnosti Severočeské vodovody a kanalizace, a. s., bylo poměrně nesnadným úkolem vyhledat v odpisových tabulkách a vhodně zařadit moderní technologické prvky a části regulace a měření. Po konzultacích s účetním oddělením jsem tento návrh dokončil, aby mohl být využit jako příloha dodatku smlouvy o provozování s majitelem úpravny vody.

### 6.2 NÁVRH ČASOVÝCH ODPISŮ

#### 6.2.1 *Časové odpisy jako příloha smlouvy o provozování*

Po úpravách v souladu s účetním odpisovým plánem byla vytvořena příloha provozní smlouvy, která definuje výši měsíčních odpisů po dobu trvání smlouvy. Tyto odpisy vytváří po dobu trvání provozní smlouvy prostředky pro obnovu a modernizaci. V příloze č. 6 je výpočtem stanovena zůstatková hodnota, která činí 1 % z vložené investice.



Z literatury cituji definici a vzorec pro výpočet časových odpisů.<sup>16</sup>

*„protože výdaje na pořízení dlouhodobého majetku nejsou nákladem (ten vzniká až použitím aktiv ve výrobě nebo provozu), nýbrž jen změnou jedné formy aktiv (peněz) v jinou formu (např. stroj), je pro výši zisku důležitá hodnota odpisů. Způsob odepisování si může firma zvolit podle svých ekonomických potřeb buď v závislosti na čase, nebo podle výkonů (u některých strojů a dopravních prostředků). V praxi však převládá časové odepisování, které podle rozložení odpisů v době předpokládané životnosti může být:*

*lineární (rovnoměrné) – vychází z předpokládané životnosti aktiva  $t$  a určí se ze vztahu:*

$$O = Vc/t$$

*kde  $Vc$ ..... je vstupní cena*

---

<sup>16</sup> SEDLÁČEK, J., Účetní data v rukou manažera – finanční analýza v řízení firmy. 2. doplněné vydání, Praha: Computer Press, 2001. ISBN 80-7226-562-8. s. 28

## ZÁVĚR

V tuto dobu (rok 2012) již probíhá na úpravně vody běžný provozní režim. S odstupem času je možno již částečně vyhodnotit splnění snad prvního záměru, se kterým zastupitelstvo města Špindlerův Mlýn před zadáním projektu rekonstrukce uvažovalo. Úspěšným dokončením rekonstrukce úpravny se objevily v atraktivním místě v oblasti Krkonošského národního parku volné prostory, které nebyly zcela vhodně využity. Nyní jsou tyto kapacity nabízeny v rámci „brownfields“ k rekreačnímu využití prostřednictvím specializované agentury.

Vlivem technického rozvoje ve vodárenství bylo možno použít současné technologické postupy méně náročné na kapacitní obslužnost a množství technického personálu. Také se změnou sociálních a politických podmínek v naší zemi se spotřeba pitné vody podstatně snížila, z tohoto důvodu by bylo provozování úpravny starým způsobem před rekonstrukcí neekonomické a s přihlédnutím jen k tomuto hledisku velmi neefektivní.

Z pohledu investora tato strategická investice, předem účelově promyšlená ve vrcholovém vedení společnosti Severočeské vodovody a kanalizace, a.s., kdy vložení relativně volných finančních prostředků do cizí infrastruktury se finanční užitek zhodnotí minimálně průběhem účetní odpisové operace. Standartní odpisy na rozdíl od dotací, které jsou posuzovány účetně jako dar, vytváří prostředky pro další obnovu a modernizaci. Důležitým efektem této rekonstrukce úpravny vody je možný, nyní vyzkoušený model financování pro roky následující po roce 2013, kdy orgány Evropské unie úplně přeruší tok finančních prostředků z operačních programů na obnovu této důležité infrastruktury.

Rekonstrukce prováděná za provozu na jedné z výrobních linek, nenarušila žádným závažným způsobem zásobování oblasti kvalitní pitnou vodou. Na průběh výroby vody za provozu a během rekonstrukce měla důležitý vliv správná a okamžitá koordinace požadavků zhotovitele s rozhodovacími možnostmi místních odpovědných provozních pracovníků a manažerů. Bez jejich rychlého operativního rozhodování by nebylo možné složitou stavbu provést.

Dalším užitkem investora, a zároveň provozovatele je získání tržního prostoru pro provozní činnost, která je hlavním cílem podnikatelské činnosti společnosti Severočeské vodovody a kanalizace, a. s. se sídlem v Teplicích. Jedná se činnosti spojené s údržbou a opravami vodovodní a kanalizační sítě, výběr vodného a stočného v oblasti. Tato provozní činnost je řešena dlouhodobou smlouvou, která byla výsledkem složitých jednání před a v průběhu realizace této investice do modernizace úpravny vody.

## ANOTACE

<b>Příjmení a jméno autora:</b>	Pavel Princ
<b>Instituce:</b>	Moravská vysoká škola Olomouc
<b>Název práce v českém jazyce:</b>	Ekonomické a technické vyhodnocení rekonstrukce úpravny pitné vody Špindlerův Mlýn
<b>Název práce v anglickém jazyce:</b>	Reconstruction of Water Treatment Plant Špindlerův Mlýn –The Economic and Technical Evaluation
<b>Vedoucí práce:</b>	Doc. Ing. Nina Strnadová, CSc.
<b>Konzultant práce:</b>	Ing. Veronika Mazalová, Ph.D.
<b>Počet stran:</b>	61
<b>Počet příloh:</b>	6
<b>Rok obhajoby:</b>	2012
<b>Klíčová slova v českém jazyce:</b>	úpravna vody, pitná voda, upravená voda, surová voda, provozní náklady, investiční náklady, výnosnost
<b>Klíčová slova v anglickém jazyce:</b>	water treatment plant, drinking water, purified water, raw water, operating costs, capital cost, profitability

Bakalářská práce se zabývá vyhodnocením provedené rekonstrukce stavební a technologické části druhé linky Úpravny vody Špindlerův Mlýn. Dle způsobu úpravy surové vody navržené projektem a po skončení zkušebního provozu provádí posouzení vhodnosti provedených úprav vzhledem ke skutečné spotřebě pitné vody v oblasti. Z ekonomického hlediska analyzuje návratnost investičních a provozních nákladů.

This bachelor thesis deals with the evaluation of the completed reconstruction of the building and technological part of the second line of the Water Treatment Plant Špindlerův Mlýn. According to the method of raw water treatment designed in the project and after the trial operation it concerns the assessment of the suitability of adjustments made with regard to the actual consumption of drinking water in the area. From the economic point of view it makes the analysis of the return of investment and operating costs.

## LITERATURA A PRAMENY

AMBROŽOVÁ, J., et al., *Příručka provozovatele úpravny pitné vody*. 1. vydání, Líbeznice: Medim, spol. s r.o., 2005. ISBN 80-239-4565-3.

DUBÁNEK, V., *ÚV Špindlerův Mlýn, Rekonstrukce úpravny vody - projektová dokumentace pro DSP*, Praha: FER&MAN Technology, 2007.

FÍBROVÁ, J., ŠOLJAKOVÁ, L., WAGNER, J., *Nákladové a manažerské účetnictví*. 2. doplněné vydání, Brno: Ardec, 2006. ISBN 978-80-7357-299-0.

KALOUDA, F., *Základy firemních financí*. 1. vydání, Brno: Masarykova universita, 2006, str. 140. ISBN 80-210-410604.

LÁTAL, MILAN., *Moderní způsoby rekonstrukce úpravnen vod*. Sborníky Voda Zlín 2005. URL: <<http://www.smv.cz/res/data/014/001690.pdf>>

MALÝ, J., MALÁ, J., *Chemie a technologie vody*. 1. vydání, Praha: ASPI, a.s, 2007. ISBN 80-56020-50-9.

NOVÁK, J., et al., *Příručka provozovatele vodovodní sítě*. 1. vydání, Líbeznice: Medim, spol. s r.o., 2003. ISBN 80-238-9946-5.

Plán rozvoje vodovodů a kanalizací Královéhradeckého kraje, VIS. Vodohospodářsko-inženýrské služby, spol. s r.o., Na Stězině 1079, 500 03 Hradec Králové. URL: <[http://www.monastyl.cz/jasensky/www/file/PRVK\\_KHK\\_pruvodni\\_zprava.pdf](http://www.monastyl.cz/jasensky/www/file/PRVK_KHK_pruvodni_zprava.pdf)>

PITTER, P., *Hydrochemie*. 3. přepracované vydání, Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1999. s. 285. ISBN 80-7880-340-1.

SEDLÁČEK, J., *Účetní data v rukou manažera – finanční analýza v řízení firmy*. 2. doplněné vydání, Praha: Computer Press, 2001. ISBN 80-7226-562-8.

STRNADOVÁ, N., JANDA V., *Technologie vody I.*, 2. přepracované vydání, Praha: VŠCHT, 1999. ISBN 80-7080-348-7.

Vyhláška č. 252/2004 Sb. ve znění vyhlášky č.: 187/2005 Sb. a pozdějších předpisů, *stanovení hygienických požadavcích na pitnou vodu a rozsah a četnost kontroly*.

Zákon č. 254/2001 Sb. *o vodách* a o změně některých zákonů (vodní zákon), uveřejněn v č. 98/2001 Sbírky zákonů na straně 5617.

## POUŽITÉ ZKRATKY A ZNAČKY

Al	chemická značka hliníku	
°C	Celsiův stupeň pro měření teploty	
CO <sub>2</sub>	kysličník uhličitý	
CHSK <sub>Mn</sub>	chemická spotřeba kyslíku (oxidace) manganistanem draselným	
Ca+Mg	vápník + hořčík – tvrdost vody	[mmol.l <sup>-1</sup> ]
KNK <sub>4,5</sub>	kyselinová neutralizační kapacita - alkalita	
KTJ/100 ml	kolonie tvořící jednotka na 100 mililitrů	
KUMI	kultivované mikroorganismy při stanovené teplotě	
pH	potential of hydrogen, potenciál vodíku – vodíkový exponent, číslo vyjadřující kyselost, neutralitu nebo zásaditost vodného roztoku	
P	filtrační plocha	[m <sup>2</sup> ]
Tz	minimální doba zdržení	[min]
V	užitečný objem	[m <sup>3</sup> ]
UN	usazovací nádrž - účinnost	[%]
v <sub>F</sub>	provozní filtrační rychlost	[m <sup>3</sup> .m <sup>-2</sup> .hod <sup>-1</sup> ]

## SEZNAM GRAFŮ

- Graf č. 1: Hodnoty  $CHSK_{Mn}$  surové a upravené vody
- Graf č. 2: Hodnoty barva surové a upravené vody
- Graf č. 3: Separační schopnost filtrů
- Graf č. 4: Hodnoty  $KNK_{4,5}$  na surové a upravené vodě
- Graf č. 5: Vyhodnocení přítomnosti bakterie *Clostridium perfringens* v surové a upravené vodě
- Graf č. 6: Vyhodnocení přítomnosti koliformní bakterie v surové a upravené vodě

## SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obr. 1 Objekt úpravny vody – satelitní snímek
- Obr. 2 Objekt úpravny vody – poloha v mapě
- Obr. 3 Objekt úpravny vody – vstup z účelové komunikace
- Obr. 4 Objekt úpravny vody – vstupní brána
- Obr. 5 Objekt úpravny vody – zadní část



## SEZNAM TABULEK

Tabulka č. 1 :	Výroba vody v roce 2010
Tabulka č. 2 :	Výroba vody v roce 2011
Tabulka č. 3:	Ukazatel CHSKMn a barva na surové a upravené vodě
Tabulka č. 4:	Mikrobiologické ukazatele surové vody
Tabulka č. 5:	Kategorie surové vody § 22 odst. 3 vyhlášky č.: 428/2001Sb.
Tabulka č. 6:	Separční účinnost usazovací nádrže (UN)
Tabulka č. 7:	Porovnání kvality surové a upravené vody v ukazatelích Ca, Ca + Mg, pH, KNK4,5
Tabulka č. 8:	Ocenění rekonstrukce ÚV v projektu pro stavební povolení
Tabulka č. 9:	Ocenění rekonstrukce ÚV podle připomínek provozovatele
Tabulka č. 10:	Vyhodnocení soutěže pro výběr zhotovitele
Tabulka č. 11:	Skutečné realizační náklady rekonstrukce ÚV
Tabulka č. 12:	Výpočet zisku před zdaněním

## SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1      Blokové schéma úpravny pitné vody – hlavní provozně funkční celky
- Příloha 2      Kolpron CZ - Špindlerův Mlýn – Analýza brownfields
- Příloha 3      Technologické schéma úpravny vody Dívčí Lávky
- Příloha 4      Příkaz k zařazení hmotného a investičního majetku
- Příloha 5      Rozpis dle jednotného třídění DHM
- Příloha 6      Časové odpisy - příloha smlouvy o provozování

## VYSVĚTLIVKY

- 
- i *pásmo ochrany* – stanoveno vodoprávním úřadem k ochraně vodních zdrojů
- ii *veřejný vodovod* – trubní vedení v majetku vodárenské společnosti zřízené k zásobování obyvatelstva
- iii *surová voda* – voda bez úpravy jímaná z vodního zdroje
- iv *koagulační filtrace vody* - proces čištění vody dávkováním solí hliníku nebo železa
- v *otevřené rychlofiltry bez mezidna* – gravitační rychlofiltr amerického typu s drenážním systémem
- vi *koagulant* – chemikálie podporující působením elektrického náboje shlukování částic, které do sebe zachycují látky obsažené ve vodě
- vii *řízené vypouštění kalu* – pro vypouštění do splaškové kanalizace nutné povolení vodoprávního úřadu
- viii *pramenní zářez* – místo pro odběr surové vody (Jímací zářezy se řadí k horizontálním jímadlům podzemní vody. Navrhují se tam, kde je malá výška zvodnělé vrstvy, maximálně 1m a hloubka nepropustného podloží maximálně 5 m pod povrchem terénu. Voda odtéká kameninovými, v horní polovině perforovanými drény do společné jímací studny.)
- ix *odkyselovací filtr* – jednoduché mechanické zařízení na úpravu surové vody např. přidáním vápníku
- x *gravitační vedení vody* – trubní vedení uložené ve vhodném spádu pro odtok
- xi *nestejnoměrná spotřeba* – nerovnoměrná spotřeba vody je dána fyziologickou potřebou člověka v průběhu dne a velikostí obce
- xii *akumulace vody* – nádrž, vodojem pro uchování vyrobené pitné vody
- xiii *intenzifikace* – zvyšování účinnosti
- xiv *brownfields* - pozemky a nemovitosti uvnitř urbanizovaného území, které ztratily svoji funkci a využití, jsou opuštěné a nevyužité, často mají ekologickou zátěž a zdevastované výrobní či jiné budovy, pojem je přejatý z anglického jazyka, v doslovném překladu znamená "hnědé louky"
- xv *ztvrzování vody* - zvyšování tvrdosti vody. Při úpravě pitné vody se používá tam, kde je surová voda příliš měkká. Děje se tak přidáváním vápenné vody a oxidu uhličitého nebo filtrací vody přes rozemletý vápenec nebo dolomit.
- xvi *karbonizace* – zušlechťování vody použitím aktivního uhlí
- xvii *hygienické zabezpečení* – ošetření vyrobené vody např. okysličením ozonem
- xviii *jímací objekt* – technické zařízení v místě odběru surové vody
- xix *zákaloměr* – kontinuální analyzátor pro měření zákalu na nátoku surové vody
- xx *předalkalizace* - dávkování vápníku ve formě vápenného mléka
- xxi *vertikální mísič* – zařízení na rozmíchání chemické látky pro snadný transport k místu použití
- xxii *horizontální reaktor ortogonální fáze koagulace* - výběr druhu flokulantu či jejich kombinace, dávkování, optimální pH a další podmínky je nejvýhodnější zjistit experimentálně. Teorie čiření zatím není tak

- propracována, aby umožnila zcela vyhovující návrh postupu. Jenom rámcově lze uvést, že dávky anorganických koagulantů se pohybují ve stovkách gramů na m<sup>3</sup> čištěné vody, dávky organických jsou v gramech. Při konkrétním provádění se rozlišují dvě základní fáze. První je tzv. perikinetická, často též označovaná za koagulaci. Při ní se za intenzivního míchání směsi přidává koagulační činidlo a rychle se mísí s celým objemem čištěné vody. V této fázi dochází k neutralizaci elektrického náboje částic následované jejich shlukováním do větších, ale stále nesedimentujících celků. V druhé fázi - ortokinetické, podle její podstaty též označované za flokulaci - dochází ke spojování primárně vzniklých celků do větších vloček (anglicky *floc* = vločka) a jejich sedimentaci. Míchání musí být v této fázi daleko mírnější než v první. Rychlostní gradient v kapalině musí být tak vysoký, aby bylo zajištěno, že se částice mohou setkat, ale na druhé straně nesmí být rozbíjeny již vzniklé vločky.
- xxiii *usazovací nádrž s lamelovou vestavbou* - sestava souběžných podélných profilů, které jsou v nádrži uchyceny pod určitým vzestupným úhlem a kterými protéká suspenze. Lamelová vestavba významně zintenzivňuje proces separace sedimentací.
- xxiv *sanace betonu* – provedení opravy poškozeného místa betonové konstrukce maltou modifikovanou disperzí polymerovým cementem nebo epoxidem
- xxv *Leopold* - vzestupný proud vzduchu filtračním dnem vytváří zóny s nízkým tlakem, zde mohou mít některé otvory nedostatečný průtok, nebo dokonce tok opačný. Firma Leopold© vyvinula do drenážního systému Type S kanál pro zajištění vyváženého proudění vody, který pomáhá zajistit rovnoměrný a kontinuální proud pracích médií ze všech otvorů drenážního systému. Tento kanál, zajišťující rovnoměrné proudění vody po celé délce drenážního systému, byl navržen tak, aby umožnil práci vodě a vzduchu znovu vstoupit do drenážního systému a tím zpětný proud vyrovnal oblasti s nízkým tlakem. To podstatně zlepšuje činnost drenážního systému a zaručuje vynikající výsledky praní filtrů, zvláště u konstrukce s dvousměrným tokem drenáží Type S  
zdroj: *envi-pur, s. s r.o.*
- xxvi *dmychadlo* – elektrický stroj na stlačování a dopravu vzduchu
- xxvii *mineralizace* - (celková mineralizace do 250 mg.l<sup>-1</sup>) nízká koncentrace Ca a Mg (do 6° N) a nízký obsah hydrogenuhličitanů do 1 mmol.l<sup>-1</sup>.
- xxviii *huminové látky* - obtížně podléhají dalšímu rozkladu a jsou ve velkém množství obsažené v půdě, rašelině, uhlí a některých vodách.
- xxix *fekální streptokok, koliformní bakterie, E coli* – choroboplodné bakterie a viry ve vodním prostředí
- xxx *Clostridium perfringens* – odolné anaerobní bakterie
- xxxi *mezofilní bakterie* - bakterie, jejich přítomnost (například ve vodě) ukazuje na fekální znečištění, teplotní optimum (20 - 40 °C).
- xxxii *psychrofilní bakterie* – bakterie požadující teplotní optimum (do 20 °C),
- xxxiii *okalové stavy* - rozptýlení nerozpuštěných látek ze zvýšených přítoků v horní vrstvě vody ve vodním toku
- xxxiv *rezistentní* – odolný, vzdorující

- 
- xxxv *sanace potrubí laminátovou výstelkou* – technologie obnovy vnitřního povrchu potrubí skelnou tkaninou napuštěnou epoxydovou pryskyřicí  
zdroj – Mebikan s. s r.o
- xxxvi *technologická nekázeň* – nedodržení předepsaných technologických a normou doporučených stavebních postupů
- xxxvii *vodostavební beton* – druh betonu splňující podmínky vodotěsnosti a mrazuvzdornosti předepsané normou
- xxxviii *tlaková injektáž polyuretanovou směsí* – technologie utěsnění betonové konstrukce, na požadovanou normovanou úroveň vodotěsnosti
- xxxix *směrné ceny databáze ÚRS Praha* – doporučené celostátně použitelné ceny montáží a materiálů pro stavby, jsou zpracované a každoročně aktualizované Ústavem racionalizace stavebnictví Praha  
zdroj - <http://www.urspraha.cz/cs/cinnost/ceny-ve-stavebnictvi/>