

# Konkrétní případ optimalizace úpravny pitné vody a využití nástrojů benchmarkingu a carbon foot print

Ing. Ladislav Bartoš, Ph.D.<sup>1)</sup>; Ladislav Rainiš<sup>2)</sup>; Ing. Lukáš Vlček<sup>1)</sup>;  
Ing. Ladislav Švec, MBA<sup>2)</sup>; Ing. Ondřej Beneš, Ph.D. MBA LLM<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> VEOLIA VODA ČESKÁ REPUBLIKA a.s., Pařížská 11, 110 00 Praha 1

[ladislav.bartos@veoliavoda.cz](mailto:ladislav.bartos@veoliavoda.cz), [lukas.vlcek@veoliavoda.cz](mailto:lukas.vlcek@veoliavoda.cz), [ondrej.benes@veoliavoda.cz](mailto:ondrej.benes@veoliavoda.cz)

<sup>2)</sup> Severočeské vodovody a kanalizace, a.s. Teplice, Přítkovská 1689, 415 01 Teplice

[ladislav.rainis@scvk.cz](mailto:ladislav.rainis@scvk.cz), [ladislav.svec@scvk.cz](mailto:ladislav.svec@scvk.cz)

---

Anotace: následující text podává základní informace o rekonstrukci úpravny vody Souš. Následně je provedeno srovnání s ostatními úpravny s kapacitou nad 100 l/s provozovanými v rámci skupiny Veolia Voda v ČR a SR. Rekonstrukce je hodnocena i z pohledu tzv. uhlíkové stopy (carbon foot print).

Abstract: text shortly describes rehabilitation of drinking water plant Souš. Next part deals with benchmarking methods used for evaluation of rehabilitation efficiency of DWTPs with capacity over 100 l/s. The last part of this text is focused on the effects the reconstruction had on the carbon foot print of the operation of the plant.

## Popis technologie

Úpravna vody Souš se nachází na hřebenech Jizerských hor v nadmořské výšce kolem 750 m.n.m. severně nad městy Tanvald a Desná. Výstavba úpravny byla zahájena na konci šedesátých let minulého století se zahájením zkušebního provozu v roce 1974. Zdrojem surové vody je stejnojmenná vodárenská nádrž těsně sousedící s areálem úpravny. Nádrž byla vybudována v letech 1911 – 1915. Po tragickém protržení hráze na nedaleké nádrži na Bílé Desné (18.9.1916) byla hráz soušské nádrže v letech 1924 – 1927 zrekonstruována, zpevněna a utěsněna. V roce 1973 byla provedena další rekonstrukce, která změnila nádrž na vodárenskou.

Surová voda je do úpravny přiváděna štolou a následně potrubím DN 800 s nově usazeným regulačním uzávěrem DN 350. Paralelně s přítokovým potrubím byla v minulosti instalována malá vodní elektrárna, která však byla díky malému výkonu, technickým problémům a hlučnosti provozována jen krátkou dobu.

Původní technologie byla jednostupňová. I po rekonstrukci byl zachován pouze jeden separační stupeň. Na vstupu surové vody do úpravny je dávkován síran hlinitý. Dávkovací místo je osazeno vestavbou, která přispívá k rychlejší homogenizaci nadávkovaného koagulantu. Vzhledem ke kvalitě surové vody z nádrže Souš a zejména nízké neutralizační kapacitě a hodnotě pH je nutné optimální pH upravovat dávkováním vápenného mléka.

Dalším technologickým stupněm je reakční nádrž, která byla původně pouze podélně protékáným koridorem. Již v první části rekonstrukce, která byla realizována na konci devadesátých let, byly do reakční nádrže instalovány děrované normé stěny. Toto opatření významně přispělo k optimalizaci tvorby suspenze. Na odtoku z reakční nádrže je do vody dávkován pomocný organický flokulant, který pozitivně ovlivňuje tvorbu kompaktních a dobře separovatelných vloček.

Zásadní rekonstrukcí prošel separační stupeň, který byl v původním uspořádání tvořen šesti filtry s mezidnem a náplní filtračního písku FP2. Dnes již zastaralé mezidno bylo nahrazeno moderním drenážním systémem Leopold. Jedna filtrační vrstva byla nahrazena dvěma. Nejhrubší nečistoty jsou separovány v horní vrstvě tloušťky 70 cm tvořené antracitem zrnitosti 2-4 mm, který má efektivní zrnitost 2,6-2,7 mm. Druhou vrstvu silnou 110 cm tvoří vodárenský písek FP2 (PR 1,0-2,0). Činnost filtrů je řízena klasickou odtokovou regulací. Pro uvažovaný systém declining-rate nebyl v armaturním prostoru dostatek místa. Celková filtrační plocha je 284,4 m<sup>2</sup> (6 x 47,4 m<sup>2</sup>).

Filtrovaná voda je dále stabilizována dávkováním oxidu uhličitého a vápenné vody. Hygienické zabezpečení je zajištěno nízkotlakými UV-lampami a chloraminací. Po rekonstrukci je na úpravně nově k dispozici akumulace o objemu 3000 m<sup>3</sup> místo původních 1200 m<sup>3</sup>. Tímto opatřením se podařilo významně zvýšit stabilitu zásobování vodou. V minulosti jakákoli odstávka resp. technologický problém mohly způsobit přerušení zásobování lokality již v horizontu několika málo hodin.

Rekonstrukcí spojenou s navýšením výkonu resp. kapacity kapacity prošly i další provozní soubory přímo související s vodní linkou (skladování síranu hlinitého, skladování oxidu uhličitého, vápenné hospodářství, ASŘTP).

Zajímavě je řešeno kalové hospodářství, které momentálně tvoří prakticky samostatný technologický celek. Dříve byly odpadní vody z technologie vypouštěny do kalových lagun sousedících s budovou úpravní, ze kterých odsazená voda odtékala přímo do vodoteče. Vzhledem ke klimatickým podmínkám v lokalitě a umístění areálu úpravní na hranici CHKO Jizerské hory se jednalo o velice problematický způsob likvidace odpadních vod. Kal velmi špatně vysychal a při jeho dopravě na místo konečné likvidace bylo převáženo velké množství vody. Otevřenými lagunami byl ohrožen i tok Černé Desné.

V současnosti jsou odpadní vody produkované technologií shromažďovány ve dvou vyrovnávacích nádržích. Odtud je voda čerpána na kalovou flotaci, před kterou je dávkován koagulant (síran hlinitý) a flokulant. Na flotačních jednotkách je kal separován a vyčištěnou vodu velmi dobré kvality je možné čerpat zpět na začátek technologické linky a znovu ji využít k výrobě pitné vody nebo jí přímo vypouštět do vodoteče. Separovaný kal je promíchán s flokulantem a čerpán do šnekového lisu, kde je zbaven další vody. Na tomto zařízení je běžně dosahována sušina kolem 15 – 20 %. Teoreticky je možné docílit i vyšších hodnot, ale za cenu výrazného nárůstu rizika vzniku technických problémů. Kal je skladován v kontejnerech a po jejich naplnění odvážen k likvidaci.

### **Benchmarking úpraven vod**

Porovnávání čehokoli vůči čemukoli není ničím novým. Podstata přírodního výběru je také založena na porovnávání a výběru těch nejlepších vlastností. Metody porovnávání a výběru používají živočichové včetně člověka při výběru partnera. Lidé je v běžném životě používají při výběru zaměstnání, nákupu, trávení volného času, sportovních aktivitách apod. V současnosti se pro tyto činnosti v technické nebo lépe řečeno profesní oblasti vžil spíše název „benchmarking“. V běžném životě je i nadále používáno slovo porovnat, srovnat a další. Určitě nám zní lépe „provedl jsem porovnání nabídky nepromokavých bund“ než „provedl jsem benchmarking trhu s nepromokavými bundami“.

Nástroje benchmarkingu jsou v rámci skupiny Veolia Voda používány již dlouhou řadou let a to především díky celosvětové působnosti této společnosti. Nástroje benchmarkingu umožňují urychlit výměnu informací mezi jednotlivými zeměmi resp. lokálními provozními společnostmi, efektivněji sdílet inovace, dokumentovat výsledky na konkrétních příkladech apod. V rámci evropské zóny je již několik let úspěšně zaveden benchmarking čistíren odpadních vod s kapacitou nad 100 000 EO.

V roce 2010 byl zaveden benchmarking úpraven vod s projektovanou kapacitou větší nebo rovnou 100 l/s, pokusně pro zónu Česko – Slovensko – Polsko. Celkem bylo tedy do sledování zařazeno 34 úpraven (Česko 28, Slovensko 6, Polsko 0). Dotazník, který slouží jako podklad benchmarkingu požaduje vyplnění teoreticky 73 údajů, z nichž se s roční pravidelností může měnit cca 30 – 36, ale reálně pouze 10 – 15. Vzhledem k tomu, že je dotazník připraven pro úpravny podzemní i povrchové vody, jsou pro konkrétní úpravnu relevantní pouze vybrané parametry. Ze zadaných maximálně 73 údajů je dalších cca 40 vypočítáno. Získaná i vypočítaná data jsou následně vynesena do grafů, které jsou s komentáři v rámci roční zprávy distribuovány odpovědným spolupracovníkům v jednotlivých společnostech. Benchmarking si rozhodně neklade za cíl dávat „moudré rady“ managementu, vedoucím pracovníků, místním technologům a provozním pracovníkům. Benchmarking spíše nabízí nástroj umožňující nahlédnout do sesterských společností a porovnat si vlastní provoz s provozem podobnými jak z hlediska technologického vybavení, tak z hlediska kvality surové a upravené vody, energetické náročnosti, či nákladů na provozní chemikálie apod.

Jak si v rámci středoevropské zóny stojí úpravna vody Souš po rekonstrukci? Svou projektovanou kapacitou je zařazena na 26. místo ve sledované skupině, zatímco reálná výroba jí zařazuje na 12. místo. Využití projektované kapacity v surové i upravené vodě dosahuje 73 resp. 72 %, což je v souladu s návrhem rekonstrukce a ÚV Souš je v tomto ohledu nejlepší úpravnou ze sledované skupiny. Úpravna byla rekonstruována ekonomicky bez zbytečného předdimenzování technologie. U ostatních úpraven je tento parametr horší a nezdědka dosahuje pouze 50 %. Výjimkou nejsou ani úpravny, které jsou využívány na 30 a dokonce i na 20 % projektované kapacity. Před zahájením rekonstrukce takovýchto úpraven je nutné velice pečlivě zpracovat studii aktuálního stavu a předpokládaného vývoje potřeby vody v zásobované lokalitě a tomu přizpůsobit projekt rekonstrukce. S projektovanou a reálnou kapacitou souvisí i filtrační rychlosti. Za předpokladu, že jsou na ÚV Souš v provozu všechny filtry celoročně, je zde dosahováno průměrné filtrační rychlosti cca 2 m/h, čímž se Souš řadí do průměru a mohlo by se zdát, že je filtrace předdimenzována. Vzhledem k dlouhodobě špatné kvalitě surové vody a pouze jednomu separačnímu stupni je však tato rychlost na rozdíl od jiných úpraven vyhovující.

Dalším porovnávaným parametrem, který se někdy používá při ne zcela dobrých manažerských rozhodnutích podpořených nedostatečnými informacemi, je spotřeba technologické vody. Prosté porovnání zařadí ÚV Souš v pomyslném žebříčku na až na nelichotivé 24. místo a to i přesto, že díky rekonstrukci o několik procent spotřeba technologické vody poklesla. Pokud ovšem vztáhneme spotřebu technologické vody ke kvalitě vody surové resp. k přítékajícímu či odstraněnému znečištění vyjádřenému jako  $CHSK_{Mn}$  dostane se ÚV Souš do čela resp. na 4. místo mezi úpravami povrchové vody, kterých je ve sledované skupině většina.

Úspěšnost rekonstrukce dokládá i účinnost separace organického znečištění (CHSK<sub>Mn</sub>) přesahující 75 %, která řadí Souš celkově na 6. místo i přesto, že je vybavena pouze jedním separačním stupněm.

### **Carbon foot print**

V současné době již není možné posuzovat lidskou činnost pouze na základě parametrů hodnotících výkonost v konkrétním směru. Je nutné se zajímat i o dopad konkrétní akce na životní prostředí a to nejen na konkrétní složku životního prostředí, ale i s globálního hlediska. Zejména ve vodárenství resp. čistírenství se často setkáváme s velice úzce zaměřeným pohledem řešícím jen a jen vodu. Hlavně čistírenská problematika je tímto tunelovým viděním světa zasažená. Ve snaze o odstranění i toho posledního miligramu dusíku, fosforu či organických látek se budují obrovsky investičně i provozně nákladná zařízení a technologie. Již se pozapomíná na to, že ke snížení koncentrace dusíku ve vodních tocích o jeden miligram bylo nutné vybudovat tisíce m<sup>3</sup> nádrží, na které se spotřebovaly tisíce tun betonu, tím pádem tuny cementu, tuny paliva resp. energie cementárny atd. Další obrovské množství energie je spotřebováno při aeraci a míchání těchto nádrží a také stálému dávkování externího substrátu (zejména methanolu). Paradoxně tak jeden miligram přenesený z vody do vzduchu tak produkuje kilogramy oxidu uhličitého.

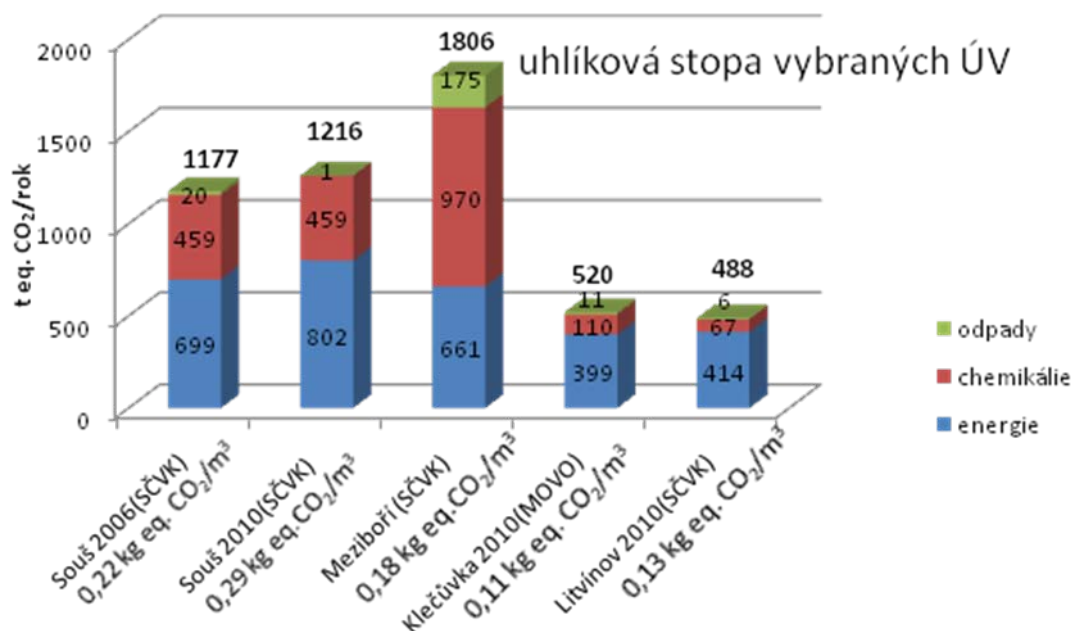
Do výpočtu „uhlíkové stopy“ rekonstrukce jakéhokoli objektu, úpravnu nevyjímaje, je nutné započítat jak pozitivní přínosy, tak negativní dopady. Přínosem může být úspora energií díky provozů moderní čerpací techniky, menší dopravní náklady, menší spotřeby chemikálií apod. Negativní jsou jistě dopady spojené s výstavbou, instalace dříve neprovozovaných technologií apod.

Existuje celá řada kalkulátorů uhlíkové stopy (CF). Od ryze amatérských, volně přístupných na internetu pro výpočet osobní CF, po nástroje využívající rozsáhlé databáze emisních faktorů jako je Ecoinvent nebo ADEME. Veolia a VWS vyvinuly pro svou potřebu nástroje EC'EAU a CO tool. Tyto programy jsou určeny speciálně pro výpočet uhlíkové stopy provozů a celých společností v oblasti čištění a úpravy vod. V obou případech se jedná o soubor aplikace MS Excel, jehož základem je databáze emisních faktorů přejatá z výše jmenovaných zdrojů. Vlastní výpočet pak funguje principiálně jednoduše. Jde o násobení emisního faktoru (kg eq. CO<sub>2</sub>) počtem jednotek zkoumané veličiny. Tou může být spotřeba elektrické energie, chemikálií, nakoupené vybavení a podobně.

Uhlíkovou stopu zanechává prakticky každá činnost, kterou vykonáváme, vznikají tak 3 druhy emisí. Přímé, nepřímé a emise spojené se vznikem výrobku.

Na uhlíkové stopě provozu úpravny vod se nejvíc podílí spotřeba energií, spotřeba chemikálií a produkce kalu. Přitom veškerý transport je zhodnocen i z hlediska dopravní vzdálenosti a použitého dopravního prostředku. Tyto zdroje emisí nejsou pochopitelně jediné, avšak v porovnání s nimi jsou ostatní zdroje zanedbatelné. Je zbytečné vyčíslovat uhlíkovou stopu do posledního kusu papíru, který popíše obsluha ve velínu.

Výsledky výpočtu uhlíkové stopy provozu ÚV Souš jsou prezentovány na *obrázku 1*. Pro lepší ilustraci byly přidány výsledky dalších, vybraných úpraven. Data pro výpočet byla převzata z benchmarkingu 2010.

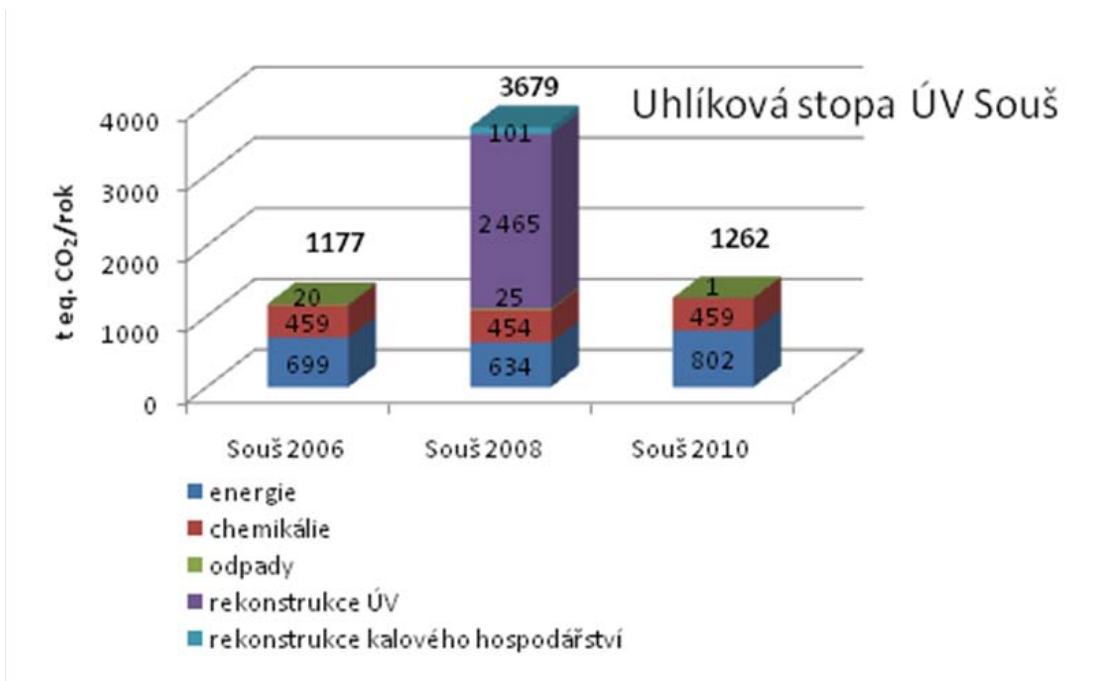


Obr. 1- CF vybraných úpraven

Celková hodnota uhlíkové stopy, tedy množství ekvivalentního CO<sub>2</sub> emitovaného za rok do atmosféry je málo vypovídající číslo. Není možné tímto způsobem porovnávat úpravní s rozdílnou projektovanou kapacitou. Důležitějším údajem je měrná uhlíková stopa tedy **kg eq. CO<sub>2</sub> na 1 m<sup>3</sup>** vyrobené vody. Téměř dvojnásobná hodnota měrné uhlíkové stopy Souše oproti jiným úpravnám, může poukazovat na ne hospodárnost provozu, právě tak ale na specifické podmínky, ve kterých zařízení pracuje, a které si žádají větší spotřebu elektrické energie a chemikálií. Uhlíková stopa by neměla sloužit jako nástroj benchmarkingu, právě proto, že toto použití může vrhat špatné světlo na provozy v náročných podmínkách.

Pro úpravnu vody, která prošla tak zásadní rekonstrukcí jako Souš, je nezanedbatelná uhlíková stopa samotné rekonstrukce. Ta byla vypočtena v programu CO tool. Podle výkazu výměr projektu byly vybrány nejdůležitější materiálové toky, jako je beton, ocel, písek, zemní práce, hydraulické a mechanické vybavení, elektronické vybavení, elektroinstalace. Je nutné poznamenat, že program pracuje se značným zjednodušením a relativně vysokým procentem nejistoty, které je dáno už samotnými emisními faktory z oficiálních databází (u některých emisních faktorů jako například chemikálie nebo mechanické vybavení je nejistota i 60 %).

Na začlenění uhlíkové stopy investic a obnovy vybavení do celkové uhlíkové stopy, panují různé názory. Původně se takto vzniklé emise rozdělily do celé doby životnosti investice. Přispívaly pak k provozní uhlíkové stopě 30 i více let (podobný postup je aplikován u spotřebního zboží, jako je nákup automobilů a výpočetní techniky). Později začal převládat názor, že velké investice jako jsou stavby a zásadní obnova strojního vybavení by se dělit naopak neměly. Tento přístup v zásadě zohledňuje fakt, že činnost z roku 2010 vyvolá emise reálně vypuštěné v roce 2010 a nikoliv postupně vypuštěné během třiceti let.



*Obr. 2 - CF Souše pro roky 2006-2010*

Jak je vidět ze srovnání provozu ÚV Souš v letech 2006, 2008 a 2010, provedená rekonstrukce nepřinesla úsporu ani elektrické energie, ani chemikálií.

Jednoznačný přínos rekonstrukce je ale vidět u nové technologie kalového hospodářství. Pokud rozdělíme rekonstrukci na dva samostatné celky, tedy vlastní rekonstrukci úpravny a intenzifikaci kalového hospodářství, stojí si nová technologie kalového hospodářství lépe. Množství odváženého kalu se výrazně snížilo, neodváží se zvodnělý kal z laguny, nýbrž na objem výrazně menší množství odvodněného kalu. Údaje o produkci kalu z doby před rekonstrukcí jsou navíc neúplné. Nedostatečná kapacita laguny způsobovala, že část kalu unikala do recipientu – vodního toku Desná.

### **Závěry**

Uhlíková stopa jako způsob hodnocení dopadu životního cyklu výrobku na životní prostředí je významným, nikoliv však jediným faktorem analýzy životního cyklu (LCA). Pokud se skutečně zajímáme o to, jaký vliv na životní prostředí má naše činnost, je potřeba sledovat i další faktory a přisuzovat jim důležitost podle místních podmínek. LCA takový objektivní pohled přináší a může být v budoucnu skutečně pádným argumentem v případě rozhodování mezi tou či onou variantou.