

ENVIRONMENTÁLNÍ DOPADY VÝROBY PITNÉ VODY ÚV PLZEŇ - METODA LCA

Ing. Martina Klimtová¹⁾, doc. Ing. Vladimír Kočí, Ph.D.²⁾

¹⁾ Vodárna Plzeň a.s., Malostranská 2, 317 68 Plzeň,
martina.klimtova@vodarna.cz

²⁾ VŠCHT, Ústav chemie ochrany prostředí, Technická 5, 166 28 Praha 6,
Vlad.Koci@vscht.cz

ÚVOD

V poslední době jsou termíny významově související se slovy environment, environmentální dopady skloňovány ve všech pádech a dávány do souvislostí s různými lidskými činnostmi. Technologický proces výroby pitné vody nevyjímá. V tomto příspěvku je prezentováno hodnocení environmentálních dopadů provozu úpravní vody Plzeň pomocí metody posuzování životního cyklu - Life Cycle Assessment – LCA. ÚV Plzeň využívá jako zdroj surové vody povrchovou vodu z řeky, tedy vodu s proměnlivou kvalitou v poměrně krátkých časových intervalech.

Část práce prezentuje porovnání výstupů hodnocení environmentálních dopadů výroby pitné vody dvou let 2010 a 2011, během kterých nedošlo v rámci technologie k zásadním změnám. Rozdíl porovnávaných roků spočíval pouze v mírně odlišném množství vyrobené vody a s tím související lehce rozdílná vstupní provozní data spotřeb energií a chemikálií.

Druhá část práce je zaměřena na konkrétní významný technologický stupeň plzeňské úpravní vody – ozonizaci, a to ve vztahu k posouzení uhlíkové stopy tohoto celku. V současnosti patří k často sledovaným parametrům emise oxidu uhličitého, které přispívají spolu s dalšími emisemi skleníkových plynů ke globálnímu oteplování. Uhlíková stopa určitého produktu je celkové množství CO₂ a dalších skleníkových plynů vyjádřených jako CO₂ ekvivalenty, uvolněných do prostředí ve vztahu k životnímu cyklu daného produktu. Jedná se o zjednodušenou LCA studii, jejíž výstupy jsou zaměřeny pouze na midpointovou kategorii dopadu – globální oteplování [1].

METODIKA A CHARAKTERISTIKA SLEDOVANÉHO SYSTÉMU

Použitá **metoda LCA** je standardizována v normách ČSN EN ISO 14040 a ČSN EN ISO 14044 [4,5]. Porovnání různých environmentálních dopadů výroby pitné vody jako celku i se zaměřením na její dílčí technologické stupně je umožněno metodikou CML-IA [2]. Výpočet uhlíkové stopy se provádí podle ČSN EN ISO norem pro LCA [4,5].

Pro hodnocení byla použita provozní data ÚV Plzeň z roku 2010 a 2011. Funkční jednotkou a referenčním tokem byla zvolena výroba 1 m³ pitné vody. Hranici systému vymezují procesy podílející se na úpravě vody, materiálové spotřeby chemikálií včetně jejich dopravy, výroby a energetické spotřeby. Distribuce je uvažována pouze ve smyslu čerpání upravené vody do vodojemů. S distribucí vodovodním řádem není počítáno [3].

ÚV Plzeň. Stávající technologie úpravní se skládá ze dvou separačních stupňů, je sestavena s ohledem na proměnlivou kvalitu surové vody. Surová voda je čerpána do objektu chemického hospodářství, kde je po případné úpravě pH dávkován koagulant – síran hlinitý. Po homogenizaci je voda odváděna na první separační stupeň, na

dvoupatrové usazovací nádrže. Po separaci vzniklých vloček odsazená voda odtéká na druhý stupeň separace – na soustavu rychlofiltrů. Filtrovaná voda dále pokračuje do objektu ozonizace, kde v ozonizačních nádržích probíhá sycení ozonem. Výrobě ozonu ozonizátorem předchází vysušení vzduchu v předřazených sušičkách. Takto upravená voda pokračuje z reakčních nádrží do objektu akumulace. Zde dochází ke ztvrdování vody dávkováním vápenné vody a oxidu uhličitého. Po homogenizaci vstupuje do vody poslední produkt ve formě chlóru, jehož úlohou je vodu hygienicky zabezpečit po celou dobu její dopravy až ke spotřebiteli. Upravená voda je pomocí čerpacích stanic čerpána do vodojemů, ze kterých je distribuována ke spotřebiteli [3].

Ozonizace. Komplex ozonizace ÚV Plzeň zahrnuje přípravu vzduchu, výrobu ozonu z vysušeného vzduchu v ozonizačních jednotkách, směšování ozonu s vodou v reakčních nádržích pomocí difúzního systému a likvidaci zbytkového ozonu v destruktorech. Vzhledem ke kvalitě povrchové surové vody a k požadované kvalitě pitné vody na výstupu z úpravny patří ozonizace k neodmyslitelnému a velmi důležitému technologickému stupni úpravy vody. Pro chystanou rekonstrukci ÚV Plzeň byly v rámci přípravné studie navrženy tři možné varianty sestavení ozonizace. Ozonizace 1 – výroba ozonu z upraveného vzduchu a jeho vnos do vody difúzním systémem. Ozonizace 2 – výroba ozonu z kyslíku s vnosem ozonu do vody difúzním systémem. Ozonizace 3 – výroba ozonu z kyslíku a jeho vnos do vody pomocí dílčího proudu vody tzv. GDS-systémem [6,7]. Hodnocení výstupů LCA tří uvedených variant jsme zaměřili pouze na kategorii dopadu globální oteplování (uhlíkovou stopu).

VÝSLEDKY

V tabulce 1 je uveden jeden z možných výstupů inventarizační analýzy (LCIA), a to přehled čtyř hospodářsky významných surovin, které se spotřebují při výrobě 1 m³ pitné vody na ÚV Plzeň ve vztahu k celému životnímu cyklu. Z uvedených dat jsou čitelné malé rozdíly. Ačkoliv provozní data z roku 2011 vykazovala mírný pokles výroby pitné vody, nižší spotřeby energií a chemikálií (s výjimkou koagulantu), z tabulky je zřejmý mírný nárůst spotřeby ropy a zemního plynu. Poněvadž pro výrobu koagulantu byla použita pouze modelová forma, nedá se přesvědčivě konstatovat, že nárůst spotřeby vyjmenovaných surovin je důsledkem vyššího vydatkování množství koagulantu v roce 2011 oproti roku 2010.

Tabulka 1. Příklad spotřebovaných surovin při výrobě 1 m³ pitné vody

surovina [kg]	2010	2011
Ropa	3,61E-02	4,05E-02
Černé uhlí	4,19E-02	3,82E-02
Hnědé uhlí	4,22E-01	4,07E-01
Zemní plyn	1,17E-01	1,27E-01

Tabulka 2 uvádí v přehledu výsledky základních indikátorů kategorií dopadu pro jednotlivé technologické procesy ÚV Plzeň. Z porovnání hodnot roku 2010 a 2011 pro jednotlivé indikátory kategorií dopadu není patrný žádný výrazný rozdíl. Vzhledem k tomu, že oba roky byly po technologické stránce srovnatelné, lze výsledek hodnocení a porovnání považovat za nezávislý kontrolní aparát.

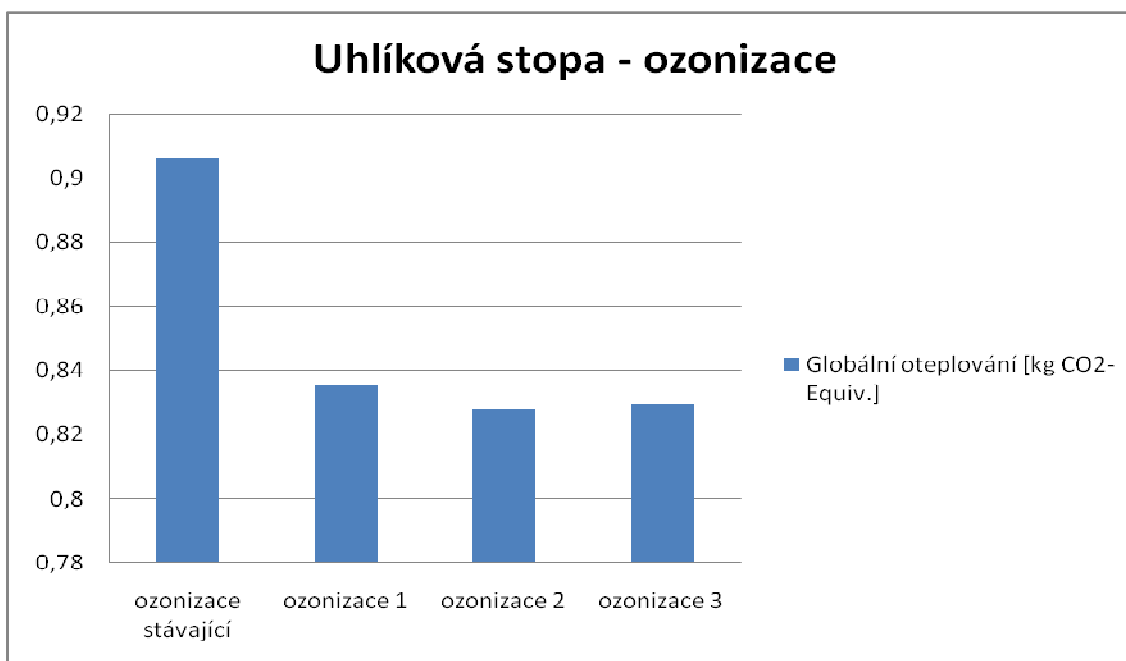
Vzájemné srovnání závažnosti jednotlivých odlišných kategorií dopadu a posouzení, která kategorie dopadu je v daném případě výrazněji zasažena, je v LCA umožněno tzv. normalizací. Normalizace spočívá v převedení výsledků indikátorů kategorie na bezrozměrné jednotky podle předepsaných parametrů [1]. Z posouzení

normalizovaných výsledků kategorií dopadu obou porovnávaných roků jednoznačně vyplynul závěr, že nejvýznamnější podíl v sumě environmentálních dopadů v procesu výroby pitné vody na plzeňské úpravně má acidifikace, dále pak úbytek neobnovitelných surovin a potenciál globálního oteplování (uhlíková stopa).

Tabulka 2. Přehled a výsledky indikátorů kategorií dopadu výroby 1 m³ pitné vody ÚV Plzeň v roce 2010 a 2011

Indikátor kategorie dopadu	2010	2011
Abiotické suroviny (ADP elements) [kg Sb-Equiv.]	8,63E-08	9,30E-08
Abiotické suroviny (ADP fossil) [MJ]	1,12E+01	1,15E+01
Acidifikace (AP) [kg SO ₂ -Equiv.]	1,56E-02	1,53E-02
Eutrofizace (EP) [kg Phosphate-Equiv.]	2,98E-04	2,86E-04
Sladkovodní ekotoxicita (FAETP inf.) [kg DCB-Equiv.]	1,64E-03	1,71E-03
Globální oteplování (GWP 100 years) [kg CO ₂ -Equiv.]	9,64E-01	9,06E-01
Humánní toxicita (HTP inf.) [kg DCB-Equiv.]	5,53E-02	5,44E-02
Úbytek stratosférického ozonu (ODP, steady state) [kg R11-Equiv.]	1,19E-07	1,23E-07
Vznik fotooxidantů (POCP) [kg Ethene-Equiv.]	7,51E-04	7,45E-04
Terestrická ekotoxicita (TETP inf.) [kg DCB-Equiv.]	2,12E-03	1,85E-03

Graf uvedený na obrázku 1 znázorňuje vzájemný vztah významného technologického celku ÚV Plzeň – ozonizace, představeného ve čtyřech variantách, a indikátoru kategorie dopadu – potenciálu globálního oteplování. Z grafu je na první pohled zřejmý výrazný rozdíl mezi stávajícím stavem ozonizace a navrženými variantami. Současný komplex ozonizace a varianta ozonizace 1 jsou, co se technického složení týče, srovnatelné s tím, že v navržené variantě je počítáno s výkonnějším a efektivnějším zařízením. Z grafu je evidentní, že uhlíková stopa stávajícího stavu ozonizace je znatelně hlubší.



Obr. 1. Porovnání stávající ozonizace s dalšími variantami řešení ve vztahu ke kategorii dopadu – globální oteplování

ZÁVĚR

Porovnáním výstupů hodnocení environmentálních dopadů vztažených k výrobě 1 m³ pitné vody v roce 2010 a 2011 vyplývá, že s mírným poklesem výroby pitné vody v roce 2011 se logicky snížily. Pohledem na jednotlivé technologické celky výroby pitné vody lze konstatovat, že energeticky náročnější stupně úpravy vody se podílejí z větší části na úbytku neobnovitelných surovin, a to bylo ověřeno v obou srovnávaných obdobích. Největší podíl na celkových environmentálních dopadech má výroba spotřebované elektrické energie. Značná část emisí vzniklých výrobou elektrické energie v ČR je svázána s acidifikujícími látkami, proto acidifikace reprezentuje nejvýznamnější indikátor kategorie dopadu v procesu výroby pitné vody na plzeňské ÚV. Lze předpokládat, že zařazením nových a efektivnějších zařízení do vodárenského procesu v rámci chystané rekonstrukce dojde k nižší spotřebě elektrické energie, což se automaticky promítne do snížení environmentálních dopadů. Do jaké míry – bude další inspirací pro modelování, porovnávání a hodnocení konkrétních vodárenských procesů za účelem snížení dopadů na životní prostředí.

První ukázkou je porovnání stávající technologické části ozonizace s třemi dalšími možnými variantami v rámci studie k rekonstrukci ÚV ve vztahu zatím k jednomu indikátoru dopadu – globálnímu oteplování. Výrazný pokles vyjádřené uhlíkové stopy souvisí právě s použitím efektivnějšího a účelovějšího technického zařízení, poněvadž technologie v obou porovnávaných variantách je principiálně stejná.

PODĚKOVÁNÍ

Autoři práce děkují vedení společnosti Vodárna Plzeň a.s. za umožnění zpracování provozních dat z roku 2010 a 2011. Práce vznikla s finanční podporou výzkumných záměrů MSM 6046137308 a s podporou Technologické agentury TA02030188.

LITERATURA

1. Kočí, V., Posuzování životního cyklu - Life Cycle Assessment - LCA. 2009, Chrudim: Ekomonitor.
2. Heijungs, R., et al., Environmental Life Cycle Assessment of products. Guide and Backgrounds. 1992, Leiden: CML, Leiden University.
3. Klímová, M. and V. Kočí, Posuzování životního cyklu výroby pitné vody ÚV Plzeň. Acta Environmentalica Universitatis Comenianae (Bratislava), 2012. 20(1).
4. ISO 14040 (2006). International Standard (ISO): Environmental management - Life cycle assessment: Principles and framework. ISO 14040.
5. ISO 14044 (2006). International Standard (ISO): Environmental management - Life cycle assessment: Requirements and Guidelines. ISO 14044.
6. Hydroprojekt CZ a.s., Návrh řešení doplnění technologie úpravy vody Plzeň, B. Studie rekonstrukce úpravy vody, Technická studie, Praha (2007).
7. Hydroprojekt CZ a.s., Rekonstrukce úpravy vody Plzeň III. (1. část), dokumentace pro územní řízení, Praha (2009).