

# Stanovení uhlíkové stopy ČOV

Eugenie Hanzlíčková, Miroslav Kos

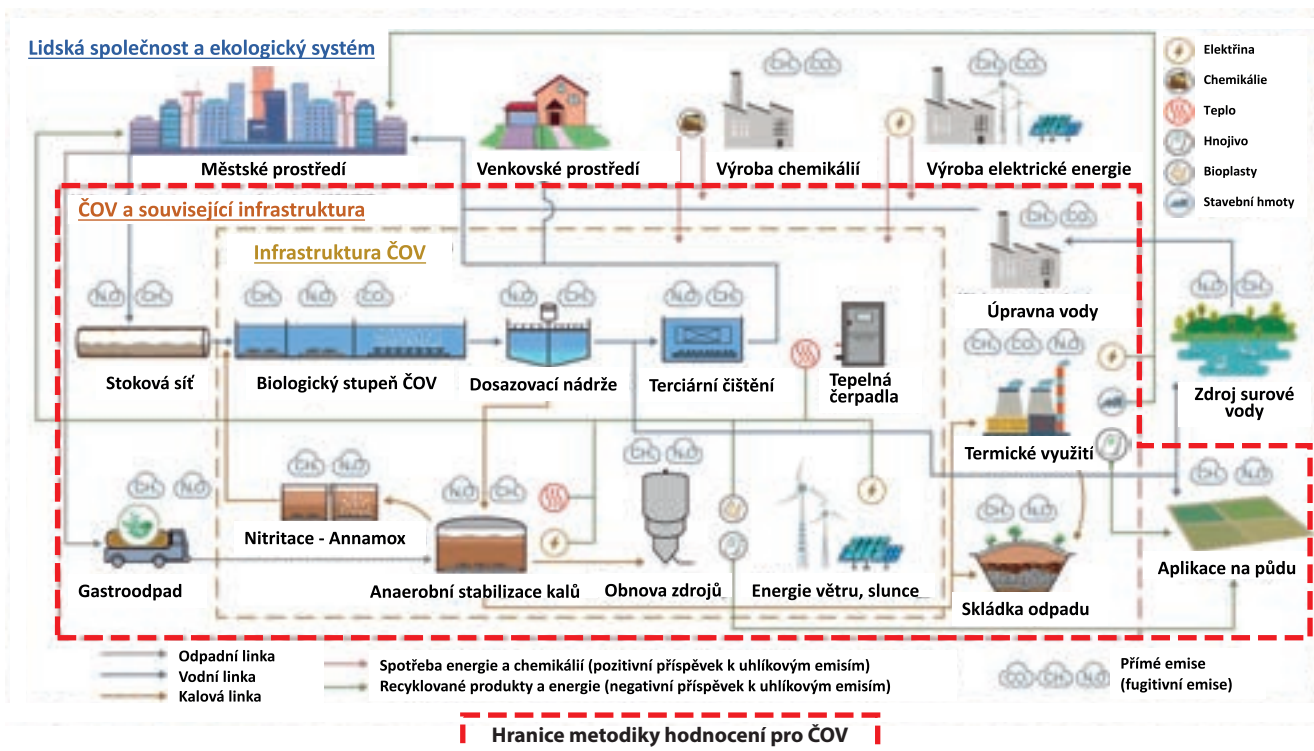
Emise uhlíku jsou výsledkem prakticky všech lidských a přírodních činností. I když např. použijeme nejlepší dostupnou technologii, nevyhnutelně se uvolňuje určité množství CO<sub>2</sub>. Uhlíková stopa hodnotí emise skleníkových plynů (GHG). Pokud chceme hodnotit záměr, existující zařízení či činnost (dále jen projekt), hodnocení ekonomických nákladů a přínosů vyžaduje nezbytně zahrnout náklady a přínosy i z hlediska přírůstkových emisí skleníkových plynů. Uhlíková stopa (Carbon Footprint, CF) je jedna z metrik a měla by být vnímána v kontextu celkového ekonomického hodnocení projektu. Uhlíková stopa nemá a nemůže být komplexní analýzou životního cyklu projektu. Předpokládáme však, že se postupně stane součástí hodnocení vlivu na životní prostředí podle zákona č. 100/2001 Sb.

Dne 16. 10. 2023 byla schválena Radou EU nová pravidla pro účinnější čištění odpadních vod (revize směrnice 91/271/EEC), která ještě projdou finální fází schvalování. Cílem nových opatření je přispívat ke klimatickým cílům a oběhovému hospodářství. Podle nových pravidel bude muset sektor odpadních vod snížit své emise skleníkových plynů, které dnes představují zhruba 0,85 % celkových emisí EU. Sektor odpadních vod by měl navíc dosáhnout energetické neutrality, což znamená, že do roku 2045 by měly komunální čistírny odpadních vod (ČOV) vyrábět energii, kterou spotřebují. Tuto energii lze vyrábět v místě nebo mimo něj, až 30 % energie lze přitom nakupovat z externích obnovitelných zdrojů. Nová pravidla také pomohou zabránit ztrátě zdrojů, které s sebou nese odpadní voda,

a upřednostní jejich opětovné použití v cirkulárním modelu. Fosfor z kalu bude například (od 10 000 EO výše) regenerován a znovu použit k výrobě hnojiv pro rostlinnou výrobu.

## Uhlíková stopa ČOV

Revize směrnice 91/271/EEC v článku 21 konstatuje, že v rámci monitorování ČOV budou hodnoceny vyprodukované skleníkové plyny, energie použitá a vyrobená z hlediska CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> u ČOV od 10 000 EO a výše, **a to případně pomocí analýzy, výpočtů nebo modelování**. Tímto se zavádí možnost nepřímého hodnocení uhlíkové stopy, vedle výpočtů CF z měření a bilancí. Je evidentní, že se v oblasti ČOV budeme potýkat



Obr. 1: Znáznornění systémových hranic pro hodnocení uhlíkové stopy a energetické náročnosti ČOV [1]. Zpracováno podle (Li L. a kol., 2022)

s omezenými informacemi a pro výpočet uhlíkové stopy bude nutné použít metodu „ex-ante“. I podle současného stavu hodnocení produkce skleníkových plynů v celé řadě jiných oblastí je zřejmé, že k hodnocení CF musí být používána tato metoda. Domníváme se, že by se měly využít metodiky používané např. bankami při hodnocení projektů z hlediska CF a tento zjednodušující přístup využít v počáteční fázi při hodnocení uhlíkové stopy ČOV v ČR. Výpočet CF ex-ante by bylo vhodné zabudovat do informačních systémů, sledujících provozní parametry ČOV. Je evidentní, že metodika uhlíkové stopy ČOV se bude postupně rozvíjet a bude podléhat pravidelnému přezkumu a revizím, s ohledem na získávané zkušenosti. Ex-ante výpočet by bylo možné postupně napojit na reálné měřené hodnoty (např. na spotřebu elektrické energie), a tak ho zpřesňovat.

### Hranice hodnocení uhlíkové stopy

Hranice projektu definuje, co má být zahrnuto do výpočtu absolutních a relativních emisí. Hranice výpočetního modelu CF pro ČOV zahrnuje čištění odpadních vod, úpravu kalů a jejich finální využití (materiálové nebo energetické). Emise skleníkových plynů zahrnují přímé, nepřímé a zamezené (vyloučené) emise.

Přímé emise se vztahují k  $\text{CH}_4$  a  $\text{N}_2\text{O}$  emitovaným z otevřené vodní hladiny vodní linky, k úniku  $\text{CH}_4$  z anaerobních vyhnívacích nádrží nebo spíše při nakládání s vyhnílym kalem a využití bioplynu. Dále pak jsou zahrnuty emise  $\text{CH}_4$  ze skladování kalu, emise  $\text{N}_2\text{O}$  ze spalování kalů a emise  $\text{CH}_4$  a  $\text{N}_2\text{O}$  z kompostování a aplikace kalů na půdu (obr. 1).

IPCC (The Intergovernmental Panel on Climate Change) stanovuje, že uhlík z odpadní vody je biogenní [3], a tím i emise  $\text{CO}_2$  z degradace organické hmoty jsou vyloučeny z propočtu. Nepřímé emise  $\text{CO}_2$  se vztahují k vypouštěnému  $\text{CO}_2$  z výroby energie a spotřebovaných chemikálií, v rámci hranic systému ČOV. Vyloučené emise skleníkových plynů jsou přisuzované náhradě materiálů, jako je hnojivo, ze zamezení produkce  $\text{CO}_{2\text{eq}}$ , z aplikace kalů na půdu. Vyloučené emise jsou rovněž z rekuperace energie vzniklé z energetického využití bioplynu z anaerobní digesce nebo termickým využitím sušiny kalu jako paliva.

Je logické, že metodika CF musí vycházet z platných postupů. Je dostatečně známo členění na Scope 1, Scope 2 a Scope 3:

**Scope 1** – přímé emise skleníkových plynů. Přímé emise skleníkových plynů jsou fyzicky emitovány ze zdrojů, které subjekt provozuje. Například to jsou emise produkované spalováním fosilních paliv, průmyslovými procesy a fugitivními emisemi, jako jsou chladiwa nebo úniky metanu, oxidu dusného.

**Scope 2** – nepřímé emise skleníkových plynů spojené s energií (elektrina, zemní plyn, vytápění, chlazení a pára), kterou provoz subjektu hodnocení spotřebovává, ale nevyrábí. Subjekt má přímou kontrolu nad spotřebou energie, například zvýšením energetické účinnosti nebo přechodem na spotřebu elektriny z obnovitelných zdrojů. Tato možnost je zachována i při revizi 91/271/EEC, neboť až 30 % energie, která není přímo spojena s činnostmi čištění městských odpadních vod nebo s činnostmi provozovatelů, lze zakoupit z externích zdrojů.

**Scope 3** – jiné nepřímé emise skleníkových plynů jsou všechny ostatní nepřímé emise, které lze považovat za důsledky dopadů subjektu (např. emise z výroby nebo těžby suroviny a emise vozidel z používání silniční infrastruktury, včetně emisí ze spotřeby elektriny vlaků a elektrických vozidel apod.).

V souladu s mezinárodní praxí a běžnou praxí v Evropské unii se  $\text{CO}_2$  uvolněný při spalování biomasy započítává jako 0 (nula). Emise související s dalším zpracováním biomasy na paliva nebo náhradní paliva ve formě pelet se zahrnují podle usta-

novení směrnice o obnovitelných zdrojích energie (RED) II směrnice 2018/2001/EU.

### Metodika uhlíkové stopy EIB

Navrhujeme z celé řady důvodů na základě porovnání různých způsobů výpočtu CF použít metodiku používanou European Investment Bank [4]. Pro běžné případy lze podle této metodiky emise skleníkových plynů vypočítat podle emisních faktorů uvedených v tabulce. Tato tabulka obsahuje nejpoužívanější technologie čištění odpadních vod a cesty zpracování kalů. Metodiku vypracovala Carbon Footprint Task Force EIB a tuto metodiku přebírají některé bankovní instituce i v rámci posuzování technických kritérií taxonomie. Emisní faktory byly vypočítány pomocí vlastního nástroje EIB pro výpočet CF ve vodním sektoru. Je potřeba zdůraznit, že počátkem roku 2023 byla již vydána verze 11.3 znění metodiky, která je průběžně aktualizována podle vývoje legislativy a odborných názorů, což je jedna z velkých výhod.

Metodika pomocí specifických emisních faktorů a kapacity (ČOV) umožňuje stanovit roční emise  $\text{CO}_{2\text{eq}}$  (t/r). Zahrnuty jsou emise produkované v procesu čištění odpadních vod ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ), dále pak nepřímé emise způsobené spotřebou elektriny a emise v  $\text{CO}_{2\text{eq}}$  (t/r) produkované konečnou likvidací kalu ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ). Pro každý rok se využívá aktuální národní emisní faktor elektriny (zveřejňuje Ministerstvo průmyslu a obchodu). Metodika EIB zahrnuje poslední upřesnění pokynů IPCC pro národní inventury skleníkových plynů z roku 2006, které byly přijaty během 49. zasedání IPCC v květnu 2019 [3].

### Postup stanovení uhlíkové stopy ČOV

Pracuje se s tabulkou emisních faktorů (tabulka). Nejdříve je potřeba stanovit kapacitu ČOV počtem ekvivalentních obyvatel EO (skutečná nebo projektovaná kapacita u připravovaných projektů, stanovení je podle BSK<sub>5</sub>).

Dále je nezbytné určit, jaká je sestava technologických celků a jaké procesní řešení vodní linky je zvoleno. Zvýšené odstraňování dusíku a fosforu je označováno jako terciární čištění. Dále je nutno zařadit ČOV podle toho, zda vyprodukované kaly jsou anaerobně stabilizovány (zde se předpokládá, že vzniklý bioplyn je energeticky využíván v kogeneraci). Dalším krokem je výběr emisního faktoru podle způsobu nakládání s kalem.

Uhlíková stopa (CF) je stanovena součtem dílčích emisních faktorů ČOV vynásobeným počtem EO:

$$CF = [CFWW + (NEF/245) \times ID + CFSD] \times EO$$

kde:

- EO je skutečná průměrná roční kapacita ČOV vyjádřená jako počet ekvivalentních obyvatel.
- CFWW je  $\text{CO}_{2\text{eq}}$  emitovaný na jednoho EO za rok v procesu čištění odpadních vod (včetně  $\text{CH}_4$  a  $\text{N}_2\text{O}$ ).
- NEF je národní emisní faktor elektriny (např. pro rok 2022 je 408 g  $\text{CO}_{2\text{eq}}$  /kWh).
- Průměrný emisní faktor síťové elektriny v EU, použitý pro sestavení výpočtů metodiky, je 245 g  $\text{CO}_2$ /kWh.
- ID jsou nepřímé emise  $\text{CO}_{2\text{eq}}$  produkované spotřebovanou elektrinou na jednoho EO. Pro každý proces byla vyhodnocena spotřeba elektrické energie, pro emise byl použitý průměrný emisní síťový faktor v EU.
- CFSD jsou nepřímé emise  $\text{CO}_{2\text{eq}}$  produkované zpracováním (použitím, odstraněním) čistírenských kalů a závisí na konečném místě určení kalu (skládka, využití na půdu, kompostování atd.).
- CF je uhlíková stopa ČOV vyjádřená v t  $\text{CO}_{2\text{eq}}$ /rok.

Tabulka: Hodnoty emisních faktorů [4]

ČOV – procesy čištění odpadní vody a zpracování kalů	Uhlíková stopa čištění odpadní vody (CFWW) [t CO <sub>2</sub> e/EO.rok]	Nepřímé emise (ID) [t CO <sub>2</sub> e/EO.rok]	Způsob zpracování kalů	Uhlíková stopa zpracování kalů (CFSD) [t CO <sub>2</sub> e/EO.rok]	Celková hodnota emisního faktoru (CF WWTP) [t CO <sub>2</sub> e/EO.rok]
septik, bezodtoká jímka	0,0910	0,0000	skládka	0,194	0,285
			zpracování kalu ze septiku	0,083	0,174
			odvoz na ČOV	0,055	0,146
			nedefinováno	0,111	0,202
primární čištění	0,0390	0,0044	skládka	0,067	0,110
			aplikace na půdu bez další úpravy	0,045	0,088
			kompostování	0,033	0,076
primární čištění a anaerobní stabilizace kalu s využitím bioplynu	0,0390	0,0024	spalování	0,022	0,065
			skládka	0,030	0,071
			aplikace na půdu bez další úpravy	0,020	0,061
sekundární čištění bez anaerobního zpracování kalů	0,0140	0,0134	kompostování	0,015	0,056
			spalování	0,010	0,051
			skládka	0,112	0,139
sekundární čištění s anaerobním zpracováním kalů s využitím bioplynu	0,0140	0,0073	aplikace na půdu bez další úpravy	0,075	0,102
			kompostování	0,056	0,083
			spalování	0,037	0,064
sekundární čištění s anaerobním zpracováním kalů s využitím bioplynu	0,0140	0,0064	skládka	0,052	0,073
			aplikace na půdu bez další úpravy	0,035	0,056
			kompostování	0,026	0,047
sekundární čištění s intenzifikovaným anaerobním zpracováním kalů s využitím bioplynu	0,0140	0,0064	spalování	0,017	0,038
			skládka	0,041	0,061
			aplikace na půdu bez další úpravy	0,027	0,047
terciární čištění (N,P) bez anaerobního zpracování kalů	0,0100	0,0156	kompostování	0,020	0,040
			spalování	0,013	0,033
			skládka	0,112	0,138
terciární čištění (N,P) s anaerobním zpracováním kalů s využitím bioplynu	0,0100	0,0086	aplikace na půdu bez další úpravy	0,075	0,101
			kompostování	0,056	0,082
			spalování	0,037	0,063
terciární čištění (N,P) s anaerobním zpracováním kalů s využitím bioplynu	0,0100	0,0086	skládka	0,050	0,069
			aplikace na půdu bez další úpravy	0,034	0,053
			kompostování	0,025	0,044
terciární čištění (N,P) s intenzifikovaným anaerobním zpracováním kalů s využitím bioplynu	0,0100	0,0750	spalování	0,017	0,036
			skládka	0,041	0,059
			aplikace na půdu bez další úpravy	0,027	0,045
terciární čištění (N,P) s intenzifikovaným anaerobním zpracováním kalů s využitím bioplynu	0,0100	0,0750	kompostování	0,020	0,038
			spalování	0,013	0,031
			skládka	0,041	0,059
<b>Ostatní procesy čištění odpadních vod</b>					
biologické filtry	0,0170	0,0092	skládka	0,112	0,138
			aplikace na půdu bez další úpravy	0,075	0,101
			kompostování	0,056	0,082
			spalování	0,037	0,063
aerobní čištění bez primární sedimentace (oběhové aktivace carousel)	0,0150	0,0180	skládka	0,056	0,089
			aplikace na půdu bez další úpravy	0,037	0,070
			kompostování	0,028	0,061
			spalování	0,019	0,052
UASB (anaerobní čištění)	0,0410	0,0110	skládka	0,062	0,114
			aplikace na půdu bez další úpravy	0,041	0,093
			kompostování	0,031	0,083
			spalování	0,021	0,073

Toto rámcové (ex-ante) hodnocení CF je výhodné pro stanovení CF, kdy nejsou dostupné potřebné údaje a není zajištěno jejich měření. Pochopitelně lze v případech přímých měření (především elektrické energie) použít konkrétní spotřebu na 1 EO dosahovanou na příslušné ČOV.

### Doporučení

Na počátku hodnocení CF v oblasti ČOV tak, jak jej hodlá zavést připravované nové znění směrnice o čištění odpadních vod, ale i jiné aktivity zaměřené na snižování produkce skleníkových plynů (ESG), je nezbytné najít jednoduché postupy stanovení CF. Měly by být zároveň akceptovatelné v širokém slova smyslu, nesmí vyžadovat specializovaná měření a nemusí je provádět autorizované osoby. Návrh využití metodiku stanovení uhlíkové stopy pro ČOV podle manuálu EIB je podle našeho názoru vhodným řešením, prakticky využitelným okamžitě. Přípravou metodiky stanovení uhlíkové stopy se rovněž zabývá meziřesortní pracovní skupina MZe, MŽP, SFŽP ČR a SOVAK ČR.

Popsanou metodiku, která se bude postupně vyvíjet a aktualizovat, jak to ostatně avizuje EIB, lze pochopitelně dále rozvíjet a navázat ji na přímé měření např. spotřeby a výroby elektrické energie, provést parametrizaci emisních faktorů podle velikosti ČOV. Můžeme dále zahrnout do výpočtu typologii ČOV pro energetické bilance a hodnocení uhlíkové stopy apod. Při detailnějším porovnávání CF a energetické náročnosti různých

ČOV by měla být vzata v úvahu skutečnost, že by měly být porovnávány ČOV v rámci stejné velikostní a typové skupiny.

### Literatura

1. Kos M. Zpracování kalů a obnova zdrojů směrem k uhlíkové a energetické neutralitě čistíren odpadních vod: současný stav a perspektiva, Sborník příspěvků 15. bienální konference CzWA, 2023, s. 428–435, 20.–22. září 2023, Litomyšl, Asociace pro vodu ČR, ISBN 978-80-908629-3-7.
2. Li L, Wang X, Miao J, Abulimiti A, Jing X, Ren N. Carbon neutrality of wastewater treatment – A systematic concept beyond the plant boundary. *Environmental Science and Ecotechnology* 2022; Volume 11, July, 2022, <https://doi.org/10.1016/j.ese.2022.100180>
3. [www.ipcc.ch/report/2019-refinement-to-the-2006-ipcc-guidelines-for-national-greenhouse-gas-inventories/](http://www.ipcc.ch/report/2019-refinement-to-the-2006-ipcc-guidelines-for-national-greenhouse-gas-inventories/)
4. EIB Project Carbon Footprint Methodologies – Methodologies for the assessment of project greenhouse gas emissions and emission variations, European Investment Bank, 2023. Dostupné na: [www.eib.org/en/publications/20220215-eib-project-carbon-footprint-methodologies](http://www.eib.org/en/publications/20220215-eib-project-carbon-footprint-methodologies)

*Ing. Eugenie Hanzlíčková  
CZ BIJO a. s.*

*Ing. Miroslav Kos, CSc., MBA  
STRABAG Water s. r. o.*