

Šedá vodní stopa znečištění vypouštěného z čistíren odpadních vod v ČR evidovaných ve vodní bilanci v období 2002–2018 – datová sada

LIBOR ANSORGE, LADA STEJSKALOVÁ, JIŘÍ DLABAL

Klíčová slova: šedá vodní stopa – čistírny odpadních vod – bodové zdroje znečištění – Česká republika

ABSTRAKT

V tomto článku je představena datová sada uvádějící hodnoty šedé vodní stopy pro vypouštěné vody z čistíren odpadních vod v České republice. Šedá vodní stopa je kvalitativní ukazatel převádějící vypouštěné znečištění na objem vody potřebný k jeho naředění na koncentrace neškodné pro životní prostředí. Informace o šedé vodní stopě jednotlivých zdrojů znečištění jsou využitelné všemi subjekty zabývajícími se hodnocením jakosti vod, vodní stopou, dopadem lidské činnosti na životní prostředí, udržitelností užívání vodních zdrojů apod. Proto byly analyzovány údaje o čistírnách odpadních vod evidovaných ve vodní bilanci podle vyhlášky č. 431/2001 Sb., za období 2002 až 2018 a stanovena vodní stopa znečištění přitékajícího do čistíren i odtékajícího z čistíren odpadních vod.

— **Dataset:** <https://zenodo.org/record/4602864>

— **Licence:** Creative Commons Attribution 4.0 International

Článek se souvisejícím výzkumem

ANSORGE, L., STEJSKALOVÁ, L., DLABAL, J. Effect of WWTP size on grey water footprint – Czech Republic case study. *Environmental Research Letters*. **15**(10), 104020. 2020. ISSN 1748-9326. Dostupné z: doi: 10.1088/1748-9326/aba6ae

SOUHRN

Koncept vodní stopy byl představen v roce 2002 [1] a dnes je jedním z rozšířených nástrojů pro hodnocení udržitelnosti užívání vodních zdrojů [2]. Vodní

stopa patří do rodiny environmentálních stop [3], které umožňují podívat se na problémy užívání přírodních zdrojů z jiné perspektivy. Šedá vodní stopa je kvalitativní ukazatel převádějící vypouštěné znečištění na objem vody potřebný k jeho naředění na koncentrace neškodné pro životní prostředí [4]. Informace o šedé vodní stopě jednotlivých zdrojů znečištění jsou využitelné všemi subjekty zabývajícími se hodnocením jakosti vod, vodní stopou, dopadem lidské činnosti na životní prostředí, hodnocením udržitelnosti využívání vodních zdrojů apod. Proto byly analyzovány údaje o čistírnách odpadních vod (ČOV) evidovaných ve vodní bilanci podle vyhlášky č. 431/2001 Sb., a stanovena hodnota jejich šedé vodní stopy za období 2002 až 2018. Časová řada zachycená v datové sadě popisuje vývoj vypouštěného znečištění i míru, jakou čistírny odpadních vod přispívají k odstranění produkovaného znečištění. Datová sada již byla použita k analýzám na úrovni jednotlivých čistíren [5–7], dílčích povodí [8] i České republiky [9, 10]. Datová sada může sloužit k dalšímu hodnocení opatření spojených s implementací příslušných směrnic EU a výzkumu v oblasti vodní stopy, udržitelného užívání vod a hodnocení dopadů lidské činnosti na životní prostředí.

POPIS DAT

Datová sada je tvořena jedním textovým souborem s oddělovači ve formátu csv, který obsahuje údaje popsané v *tab. 1*. Jako oddělovač desetinných míst je použita tečka. Datová sada je tvořena třemi dílčími částmi. První dvě představují primární data, tj. data převzatá z vodní bilance, třetí část obsahuje hodnoty šedé vodní stopy a dalších doplňujících ukazatelů. První část datové sady zahrnuje údaje pro identifikaci jednotlivých vypouštění, druhá část datové sady obsahuje údaje o vypouštěném množství znečišťujících látek a množství

Tab. 1. Struktura datové sady

Datové pole	Význam datového pole	Jednotky	Zdroj dat
ICOC	Identifikátor jevu	–	Primární data
JEV	Typ jevu – VYP = vypouštění	–	Primární data
COV	Indikace, zda je vypouštění z ČOV [Ano/Ne]	–	Primární data

Datové pole	Význam datového pole	Jednotky	Zdroj dat
OKEC	Číslo oborové klasifikace ekonomických činností – OKEČ (do roku 2009)	–	Primární data
CZ_NACE	Kód Klasifikace ekonomických činností CZ-NACE (od roku 2009)	–	Primární data
KRAJ	Kraj, kde je lokalizováno vypouštění	–	Primární data
RM	Množství vypouštěných odpadních vod	tis. m ³	Primární data
BSK	Biologická spotřeba kyslíku – vypouštěná koncentrace	mg/l	Primární data
CHSK	Chemická spotřeba kyslíku – vypouštěná koncentrace	mg/l	Primární data
NL	Nerozpuštěné látky – vypouštěná koncentrace	mg/l	Primární data
RAS	Rozpuštěné anorganické soli – vypouštěná koncentrace	mg/l	Primární data
N_NH4	Amoniakální dusík – vypouštěná koncentrace	mg/l	Primární data
N_ANORG	Anorganický dusík – vypouštěná koncentrace	mg/l	Primární data
P_CELK	Celkový fosfor – vypouštěná koncentrace	mg/l	Primární data
BSK5_PRO	Biologická spotřeba kyslíku – produkovaná koncentrace	mg/l	Primární data
CHSK_PRO	Chemická spotřeba kyslíku – produkovaná koncentrace	mg/l	Primární data
NL_PRO	Nerozpuštěné látky – produkovaná koncentrace	mg/l	Primární data
RAS_PRO	Rozpuštěné anorganické soli – produkovaná koncentrace	mg/l	Primární data
N_NH4_PRO	Amoniakální dusík – produkovaná koncentrace	mg/l	Primární data
NANORG_PRO	Anorganický dusík – produkovaná koncentrace	mg/l	Primární data
P_CELK_PRO	Celkový fosfor – produkovaná koncentrace	mg/l	Primární data
ROK	Rok	–	Primární data
Produkce_znečištění	Indikace, zda pro některý ukazatel dochází k nárůstu šedé vodní stopy na odtoku oproti přítoku	–	Vypočítaný údaj
BSK_L	Biologická spotřeba kyslíku – vypouštěné množství	kg/rok	Vypočítaný údaj
CHSK_L	Chemická spotřeba kyslíku – vypouštěné množství	kg/rok	Vypočítaný údaj
NL_L	Nerozpuštěné látky – vypouštěné množství	kg/rok	Vypočítaný údaj
RS_L	Rozpuštěné anorganické soli – vypouštěné množství	kg/rok	Vypočítaný údaj
N_NH4_L	Amoniakální dusík – vypouštěné množství	kg/rok	Vypočítaný údaj
N_ANORG_L	Anorganický dusík – vypouštěné množství	kg/rok	Vypočítaný údaj
P_CELK_L	Celkový fosfor – vypouštěné množství	kg/rok	Vypočítaný údaj
BSK5_PRO_L	Biologická spotřeba kyslíku – produkované množství	kg/rok	Vypočítaný údaj
CHSK_PRO_L	Chemická spotřeba kyslíku – produkované množství	kg/rok	Vypočítaný údaj
NL_PRO_L	Nerozpuštěné látky – produkované množství	kg/rok	Vypočítaný údaj
RAS_PRO_L	Rozpuštěné anorganické soli – produkované množství	kg/rok	Vypočítaný údaj
N_NH4_PRO_L	Amoniakální dusík – produkované množství	kg/rok	Vypočítaný údaj
NANORG_PRO_L	Anorganický dusík – produkované množství	kg/rok	Vypočítaný údaj
P_CELK_PRO_L	Celkový fosfor – produkované množství	kg/rok	Vypočítaný údaj
BSK_VS	Šedá vodní stopa – Biologická spotřeba kyslíku – odtok z ČOV	m ³ /rok	Vypočítaný údaj
CHSK_VS	Šedá vodní stopa – Chemická spotřeba kyslíku – odtok z ČOV	m ³ /rok	Vypočítaný údaj

Datové pole	Význam datového pole	Jednotky	Zdroj dat
NL_VS	Šedá vodní stopa – Nerozpuštěné látky – odtok z ČOV	m ³ /rok	Vypočítaný údaj
RAS_VS	Šedá vodní stopa – Rozpuštěné anorganické soli – odtok z ČOV	m ³ /rok	Vypočítaný údaj
N_ANORG_VS	Šedá vodní stopa – Anorganický dusík – odtok z ČOV	m ³ /rok	Vypočítaný údaj
P_CELK_VS	Šedá vodní stopa – Celkový fosfor – odtok z ČOV	m ³ /rok	Vypočítaný údaj
N_NH4_VS	Šedá vodní stopa – Amoniakální dusík – odtok z ČOV	m ³ /rok	Vypočítaný údaj
BSK5_PRO_VS	Šedá vodní stopa – Biologická spotřeba kyslíku – přítok do ČOV	m ³ /rok	Vypočítaný údaj
CHSK_PRO_VS	Šedá vodní stopa – Chemická spotřeba kyslíku – přítok do ČOV	m ³ /rok	Vypočítaný údaj
NL_PRO_VS	Šedá vodní stopa – Nerozpuštěné látky – přítok do ČOV	m ³ /rok	Vypočítaný údaj
RAS_PRO_VS	Šedá vodní stopa – Rozpuštěné anorganické soli – přítok do ČOV	m ³ /rok	Vypočítaný údaj
NANORG_PRO_VS	Šedá vodní stopa – Anorganický dusík – přítok do ČOV	m ³ /rok	Vypočítaný údaj
P_CELK_PRO_VS	Šedá vodní stopa – Celkový fosfor – přítok do ČOV	m ³ /rok	Vypočítaný údaj
N_NH4_PRO_VS	Šedá vodní stopa – Amoniakální dusík fosfor – přítok do ČOV	m ³ /rok	Vypočítaný údaj
Max_VS	Maximální hodnota vodní stopy na odtoku z ČOV	m ³ /rok	Vypočítaný údaj
Ukazatel	Ukazatel, pro který byla dosažena maximální hodnota vodní stopy na odtoku z ČOV	–	Vypočítaný údaj
Ukazatel2	Pořadí ukazatele, pro který byla dosažena maximální hodnota vodní stopy na odtoku z ČOV	–	Vypočítaný údaj
VS/RM	Poměr mezi šedou vodní stopou a vypouštěným množstvím	–	Vypočítaný údaj
Max_VS_PRO	Maximální hodnota vodní stopy na přítoku do ČOV	m ³ /rok	Vypočítaný údaj
Ukazatel_PRO	Ukazatel, pro který byla dosažena maximální hodnota vodní stopy na přítoku do ČOV	–	Vypočítaný údaj
Ukazatel2_PRO	Pořadí ukazatele, pro který byla dosažena maximální hodnota vodní stopy na přítoku do ČOV	–	Vypočítaný údaj
Ukazatel2_je_v_PRO?	Indikace, zda ukazatel determinující vodní stopu na odtoku má nenulové údaje o množství přitékajícím do ČOV	–	Vypočítaný údaj
Ukazatel2_PRO_je_na_odtoku?	Indikace, zda ukazatel determinující vodní stopu na přítoku má nenulové údaje o množství odtékajícím z ČOV	–	Vypočítaný údaj
Redukce	O kolik se snížila vodní stopa na odtoku vůči přítoku	m ³ /rok	Vypočítaný údaj
Efektivita	O kolik se snížila vodní stopa na odtoku vůči vodní stopě na přítoku	%	Vypočítaný údaj
VaK	Indikace, zda vypouštění je z veřejné kanalizace	–	Vypočítaný údaj
BSK_VSre	Kolikrát se snížila koncentrace na odtoku vůči koncentraci na přítoku pro ukazatel: Biologická spotřeba kyslíku		Vypočítaný údaj
CHSK_VSre	Kolikrát se snížila koncentrace na odtoku vůči koncentraci na přítoku pro ukazatel: Chemická spotřeba kyslíku		Vypočítaný údaj
NL_VSre	Kolikrát se snížila koncentrace na odtoku vůči koncentraci na přítoku pro ukazatel: Nerozpuštěné látky	--	Vypočítaný údaj
RAS_VSre	Kolikrát se snížila koncentrace na odtoku vůči koncentraci na přítoku pro ukazatel: Rozpuštěné anorganické soli	–	Vypočítaný údaj
N_NH4_VSre	Kolikrát se snížila koncentrace na odtoku vůči koncentraci na přítoku pro ukazatel: Amoniakální dusík	–	Vypočítaný údaj
N_ANORG_VSre	Kolikrát se snížila koncentrace na odtoku vůči koncentraci na přítoku pro ukazatel: Anorganický dusík	–	Vypočítaný údaj
P_CELK_VSre	Kolikrát se snížila koncentrace na odtoku vůči koncentraci na přítoku pro ukazatel: Celkový fosfor	–	Vypočítaný údaj

znečištění přítékajícího do ČOV. Třetí část pak vypočítané údaje o šedé vodní stopě jednotlivých sledovaných látek i celé ČOV, jak na odtoku z ČOV, tak na přítoku do ČOV. Datová sada obsahuje i kontrolní údaje o tom, zda nedochází v některé čistírně k nárůstu šedé vodní stopy pro jednotlivé ukazatele. Dále též kontrolu, zda jsou k dispozici údaje o přítékajícím a odtékajícím množství látky determinující šedou vodní stopu; to je důležitý údaj pro hodnocení efektu ČOV na snížení produkovaného znečištění.

EXPERIMENTÁLNÍ DESIGN, MATERIÁLY A METODY

Z dat o odběrech a vypouštění, jež má VÚV TGM od státních podniků Povodí (na základě vyhl. č. 431/2001 Sb.) k dispozici a jsou uložena v databázi HEIS VÚV (zároveň jsou tato data každoročně zveřejněna ke stažení na portále ISVS-voda), byly z databáze vybrány údaje o vypouštění z ČOV za období 2002 až 2018 (primární data). Jednotlivé záznamy o ČOV byly vybrány na základě údaje o existenci ČOV a následně ruční validaci pomocí identifikace čistírny v názvu vypouštění.

Datové pole „Produkce znečištění“ bylo stanoveno na základě porovnání hodnoty redukce šedé vodní stopy jednotlivých ukazatelů – datová pole s koncovkou „_VSre“. Pokud žádná z datových polí redukce šedé vodní stopy nedosahuje záporných hodnot, pak datové pole „Redukce znečištění“ má hodnotu „Ano“, v opačném případě hodnotu „Ne“.

Výpočet vypouštěného znečištění (datové pole s koncovkou „_L“) byl proveden podle rovnice 1:

$$i_L = i \times RM \quad (1)$$

Kde $i \in P \{BSK, CHSK, NL, RAS, N_NH4, N_ANORG, P_CELK, BSK_PRO, CHSK_PRO, NL_PRO, RAS_PRO, NNH4_PRO, NANORG_PRO, P_CELK_PRO\}$

Výpočet šedé vodní stopy (datové pole „max VS“ a „max VS_PRO“) byl proveden podle rovnice 2:

$$GWF = \max \{GWF_1, GWF_2, \dots, GWF_i\} \quad (2)$$

Kde GWF_i (datové pole s koncovkou „_VS“ a „_PRO_VS“) je šedá vodní stopa látky i , která se stanoví podle rovnice 3:

$$GWF_i = \frac{L_i}{c_{max,i} - c_{nat,i}} \quad (3)$$

Kde L_i je množství vypouštěného znečištění, $c_{max,i}$ je maximální povolená koncentrace znečišťující látky i v toku, $c_{nat,i}$ je přirozená koncentrace znečišťující látky i v toku. Rozdíl $c_{max,i} - c_{nat,i}$ je označován jako asimilační kapacita toku [11] original samples were taken from trout farms in the Kabkian River, south-western Iran, and the pollution exports are calculated in first step. In the second step, river is modelled for determining the local-oriented water quality standards. Finally, total multiple-pollutant GWF is determined. Here, equations are developed for considering dissolved oxygen (DO). Pro ukazatel $c_{max,i}$ byly použity hodnoty uváděné v ČSN 75 7221 pro II. třídu jakosti vody a pro ukazatel $c_{nat,i}$ hodnoty pro I. třídu jakosti vody dle ČSN 75 7221. I. třída jakosti vody je v ČSN 75 7221 popsána jako stav povrchové vody, jež nebyl významně ovlivněn lidskou

činností a při kterém ukazatele jakosti vody nepřesahují hodnoty odpovídající běžnému přirozenému pozadí v tocích. II. třída jakosti vody je definována jako stav povrchové vody, jež byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které umožňují existenci bohatého vyváženého a udržitelného ekosystému.

Pro ukazatel rozpuštěné anorganické soli nejsou v literatuře uváděny hodnoty pro stanovení asimilační kapacity, proto byla hodnota asimilační kapacity rozpuštěných anorganických solí odvozena na základě úvahy, že RAS jsou podmnožinou rozpuštěných látek. Hodnota asimilační kapacity pro RAS byla stanovena na úrovni $\frac{3}{4}$ asimilační kapacity rozpuštěných látek dle ČSN 75 7221. Hodnoty použité pro výpočet vodní stopy uvádí tab. 2.

Tab. 2. Hodnoty asimilační kapacity použité pro výpočet v mg/l

BSK ₅	CHSK _{Cr}	NL	RAS	N-NH ₄	N _{anorg}	P _{celk}
2	10	10	150	0,2	2,8	0,1

Hodnoty datových polí „ukazatel“, „ukazatel2“, „ukazatel_PRO“ a „ukazatel2_PRO“ byly stanoveny pomocí funkcí MS Excel INDEX a POZVYHLEDAT.

Datové pole „VS/RM“ uvádí poměr mezi vypočítanou hodnotou vodní stopy (datové pole „max_VS“) a objemem vypouštěných odpadních vod (datové pole „RM“).

Datové pole „Ukazatel2_je_v_PRO?“ je typu boolean. Jedná se o kontrolní datové pole, které bylo vypočteno pomocí funkce MS Excel INDEX. Toto pole uvádí, zda znečišťující látka s nejvyšší vodní stopou na odtoku z ČOV má evidovanou hodnotu znečištění na přítoku do ČOV. Pokud tomu tak není a hodnota „Ukazatel2_je_v_PRO?“ = 0, pak nemá smysl počítat údaje o redukci šedé vodní stopy na ČOV, neboť by byl výsledek ovlivněn chybějícími daty. Obdobně datové pole „Ukazatel2_PRO_je_na_odtoku?“ uvádí, zda znečišťující látka s nejvyšší vodní stopou na přítoku do ČOV má evidovanou hodnotu znečištění na odtoku z ČOV. Opět pro záznamy s nulovou hodnotou nemá smysl počítat redukci šedé vodní stopy na ČOV z důvodu ovlivnění hodnoty chybějícími daty.

Datové pole „redukce“ uvádí rozdíl mezi hodnotou vodní stopy na odtoku z ČOV (datové pole „max_VS“) a na přítoku do ČOV (datové pole „max_VS_PRO“). Hodnota byla stanovena pouze pro záznamy, u nichž jsou datová pole „Ukazatel2_je_v_PRO?“ = 1 a „Ukazatel2_PRO_je_na_odtoku?“ = 1. Obdobně byl proveden výpočet datového pole „efektivita“, které uvádí, o kolik % se změnila vodní stopa na odtoku vůči vodní stopě na přítoku podle rovnice 4:

$$efektivita = \frac{\max_VS_PRO - \max_VS}{\max_VS_PRO} \quad (4)$$

Datové pole „VaK“ bylo vyhodnoceno na základě kódů OKEČ a CZ-NACE. Hodnou VaK = 1 nabývá datové pole, pokud kód CZ-NACE začíná číslicí „36“, „37“ nebo „8411“ nebo kód OKEČ začíná číslicí „90“ nebo „7511“. Hodnou VaK = 2 nabývá datové pole, pokud kód CZ-NACE = „410010“ nebo OKEČ = „410010“. Hodnou VaK = 3 nabývá datové pole, pokud kód CZ-NACE začíná číslicí „01“, „02“ či „03“ nebo OKEČ začíná číslicí „01“, „02“ či „05“.

Hodnoty, kolikrát se snížila vodní stopa na odtoku z ČOV pro jednotlivé látky (datové pole s koncovkou „_VSre“), byly vypočteny z koncentrací znečišťujících látek na přítoku do ČOV a odtoku z ČOV podle rovnice 5:

$$x_VSre = \frac{x_PRO - x}{x} \quad (5)$$

Kde $x \in R \{BSK, CHSK, NL, RAS, N_NH4, N_ANORG, P_CELK\}$

Pokud údaj o koncentraci znečišťující látky na přítoku nebo odtoku chyběl nebo byl nulový, pak nebyla hodnota snížení vodní stopy počítána a datové pole zůstalo prázdné.

Veškeré výpočty byly provedeny v tabulkovém procesoru MS Excel 2016. Prázdná datová pole znamenají, že údaje nebyly vyplněny ve zdrojových datech (pro primární data) nebo že vypočítané pole nebylo počítáno (např. z důvodu chybějících údajů pro výpočet).

VYUŽITÍ A OMEZENÍ DATOVÉ SADY

Datová sada obsahuje primární údaje, pomocí nichž a s využitím *tab. 2* v tomto článku je možno provést kontrolu vypočítaných údajů. Využití datové sady je omezeno těmito faktory:

1. Dostupnost a kvalita primárních dat – v rámci importu primárních dat je prováděna kontrola jejich konzistence a ve spolupráci s poskytovateli dat datová sada vyčištěna. Přesto však nelze vyloučit možné chyby. Zároveň není možno doplnit chybějící data, neboť tato data často nejsou poskytovateli dat ani sbírána. Toto omezení pak má dopad zejména na výpočet redukce šedé vodní stopy na ČOV, neboť pokud je hodnota vodní stopy na vstupu a výstupu z ČOV determinována jinou znečišťující látkou a údaje o jedné z těchto látek chybějí na jednom z „konců“ ČOV, mohlo by dojít ke zkreslení skutečného efektu ČOV.
2. V několika případech dochází k nárůstu šedé vodní stopy na ČOV. Tento jev není chybou provozu ČOV, ale vyjádřením dopadu fyzikálně a biologicko-chemických procesů na ČOV, kdy jednotlivé formy látek se mohou v rámci procesu čištění odpadních vod měnit na jiné. Tím může v některých případech docházet k nárůstu množství vypouštěné konkrétní znečišťující látky oproti množství přítékajícímu na ČOV.
3. Použité hodnoty asimilační kapacity (*tab. 2*) významně ovlivňují hodnoty šedé vodní stopy. S ohledem na geografické omezení datové sady na území ČR byly použity hodnoty vyplývající z české normy ČSN 75 7221. V odborné literatuře (např. [6, 12]) je popsána řada jiných přístupů ke stanovení hodnot asimilační kapacity, které povedou k jiným výsledkům. Vzhledem k principu výpočtu (rovnice 3) má volba asimilační kapacity zásadní dopad na hodnoty vodní stopy [13, 14] current and future nutrient loads in river basins using the Global NEWS model. We present water pollution levels (WPLs) a jako rozhodující se mohou ukázat znečišťující látky, jež sice nejsou vypouštěny ve velkých množstvích, ale mají velmi nízkou asimilační kapacitu [10].
4. Primární data nepostihují všechny ČOV v České republice, ale pouze vypouštění odpadních vod spadající pod vodní bilanci. Chybí tak zejména malé ČOV s vypouštěním do 500 m³/měsíc, resp. 6 000 m³/rok. Údaje o těchto malých zdrojích je možno získat např. v rámci majetkové a provozní evidence podle zákona č. 274/2001 Sb. Jak ukázal provedený výzkum [10], je vliv těchto malých ČOV na celkovou šedou vodní stopu v ČR minimální.

ETICKÉ UJEDNÁNÍ

Autoři deklarují, že při pořizování datové sady nebyly prováděny pokusy na zvířatech ani nebyly využity lidské subjekty či údaje ze sociálních médií. Údaje v datové sadě jsou anonymizovány.

PŘÍSPĚVEK JEDNOTLIVÝCH AUTORŮ – CREDIT

- Libor Ansorge – konceptualizace, metodika, formální analýza, výzkum, psaní (původní návrh)
- Lada Stejskalová – formální analýza, výzkum, ověření, psaní (recenze a úpravy)
- Jiří Dlabal – správa dat, ověření, psaní (recenze a úpravy)

PROHLÁŠENÍ O STŘETU ZÁJMŮ

Autoři prohlašují, že nemají žádné známé konkurenční finanční zájmy nebo osobní vazby, které by měly či mohly být vnímány jako střet zájmů nebo by ovlivnily dílo uvedené v tomto článku.

Poděkování

Vznik článku a datové sady byl podpořen z *Institucionálních prostředků na rozvoj výzkumné organizace – Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka v rámci interního grantu 3600.52.01/2020.*

Literatura

- [1] HOEKSTRA, A. Y. *Virtual Water Trade – Proceedings of the international expert meeting on Virtual Water Trade* [on-line]. Value of Water Research Report Series No. 12. Delft: IHE. 2003. Dostupné z: <http://waterfootprint.org/media/downloads/Report12.pdf>
- [2] ČUČEK, L., J. J. KLEMEŠ, P. S. VARBANOV a Z. KRAVANJA. Significance of environmental footprints for evaluating sustainability and security of development. *Clean Technologies and Environmental Policy* [on-line]. 2015, roč. 17, č. 8, s. 2125–2141. Dostupné z: [doi:10.1007/s10098-015-0972-3](https://doi.org/10.1007/s10098-015-0972-3)
- [3] GALLI, A., T. WIEDMANN, E. ERCIN, D. KNOBLAUCH, B. EWING a S. GILJUM. Integrating Ecological, Carbon and Water footprint into a “Footprint Family” of indicators: Definition and role in tracking human pressure on the planet. *Ecological Indicators* [on-line]. 2012, roč. 16, The State of the Art in Ecological Footprint: Theory and Applications, s. 100–112 [vid. 7. květen 2015]. ISSN 1470-160X. Dostupné z: [doi:10.1016/j.ecolind.2011.06.017](https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.06.017)
- [4] HOEKSTRA, A. Y., A. K. CHAPAGAIN, M. M. ALDAYA a M. M. MEKONNEN. *Water footprint manual: State of the art 2009*. Enschede, The Netherlands: Water Footprint Network. 2009.
- [5] STEJSKALOVÁ, L., L. ANSORGE, J. KUČERA a D. VOLOŠINOVÁ. Využití indikátoru šedé vodní stopy k posouzení role ČOV v malém povodí. In: *13. biennální konference Voda*. Poděbrady: CzWA, 2019, s. 198–205. ISSN 2694-7013.
- [6] ANSORGE, L., L. STEJSKALOVÁ, J. DLABAL a J. KUČERA. Šedá vodní stopa jako ukazatel udržitelného vypouštění odpadních vod – případová studie Povodí Ohře. *Entechno* [on-line]. 2019, roč. 2, č. 2, s. 12–18 [vid. 30. leden 2020]. ISSN 2571-1040. Dostupné z: [doi:10.35933/ENTECHO.2019.12.001](https://doi.org/10.35933/ENTECHO.2019.12.001)
- [7] ANSORGE, L., L. STEJSKALOVÁ a J. DLABAL. Grey water footprint as a tool for implementing the Water Framework Directive – Temelín nuclear power station. *Journal of Cleaner Production* [on-line]. 2020, roč. 263, s. 121541. ISSN 0959-6526. Dostupné z: [doi:10.1016/j.jclepro.2020.121541](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121541)
- [8] ANSORGE, L., L. STEJSKALOVÁ, J. DLABAL a E. ČEJKA. Wpływ oczyszczalni ścieków na redukcję zanieczyszczeń odprowadzanych w czeskiej części dorzecza Odry [Effect of wastewater treatment plants to the reduction of pollution discharged in the Czech part of the Odra river]. *Scientific Review Engineering and Environmental Sciences* [on-line]. 2020, roč. 29, č. 2, s. 123–135 [vid. 29. červen 2020]. ISSN 1732-9353. Dostupné z: [doi:10.22630/PNIKS.2020.29.2.11](https://doi.org/10.22630/PNIKS.2020.29.2.11)
- [9] ANSORGE, L., L. STEJSKALOVÁ a J. DLABAL. Grey water footprint of point sources of pollution: the Czech Republic study. *Journal of Urban and Environmental Engineering* [on-line]. 2020, roč. 14, č. 1, s. 144–149. ISSN 1982-3932. Dostupné z: [doi:10.4090/juee.2020.v14n1.144149](https://doi.org/10.4090/juee.2020.v14n1.144149)
- [10] ANSORGE, L., L. STEJSKALOVÁ a J. DLABAL. Effect of WWTP size on grey water footprint – Czech Republic case study. *Environmental Research Letters* [on-line]. 2020, roč. 15, č. 10, s. 104020 [vid. 21. září 2020]. ISSN 1748-9326. Dostupné z: [doi:10.1088/1748-9326/aba6ae](https://doi.org/10.1088/1748-9326/aba6ae)
- [11] JAMSHIDI, S. An approach to develop grey water footprint accounting. *Ecological Indicators* [on-line]. 2019, roč. 106, s. 105477 [vid. 25. červen 2019]. ISSN 1470-160X. Dostupné z: [doi:10.1016/j.ecolind.2019.105477](https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105477)
- [12] FRANKE, N. A., H. BOYACIOGLU a A. Y. HOEKSTRA. *The grey water footprint accounting: tier 1 supporting guidelines* [on-line]. Delft, The Netherlands: UNESCO-IHE Institute for Water Education, 2013 [vid. 24. květen 2018]. Water research report series, 65. Dostupné z: <http://waterfootprint.org/media/downloads/Report65-GreyWaterFootprint-Guidelines.pdf>

[13] LIU, C., C. KROEZE, A. Y. HOEKSTRA a W. GERBENS-LEENES. Past and future trends in grey water footprints of anthropogenic nitrogen and phosphorus inputs to major world rivers. *Ecological Indicators* [on-line]. 2012, roč. 18, s. 42–49 [vid. 7. srpen 2019]. ISSN 1470-160X. Dostupné z: doi:10.1016/j.ecolind.2011.10.005

[14] MIGLIETTA, P. P., P. TOMA, F. P. FANIZZI, A. DE DONNO, B. COLUCCIA, D. MIGONI, F. BAGORDO a F. SERIO. A Grey Water Footprint Assessment of Groundwater Chemical Pollution: Case Study in Salento (Southern Italy). *Sustainability* [on-line]. 2017, roč. 9, č. 5, s. 799 [vid. 10. březen 2019]. Dostupné z: doi:10.3390/su9050799

Autoři

Ing. Libor Ansorge, Ph.D.

✉ libor.ansorge@vuv.cz

ORCID: 0000-0003-3963-8290

Mgr. Lada Stejskalová

ORCID: 0000-0003-2271-7574

Ing. Jiří Dlabal

ORCID: 0000-0002-2401-2917

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, Praha

DOI: 10.46555/VTEI.2021.05.003

GREY WATER FOOTPRINT OF POLLUTION DISCHARGED FROM WASTEWATER TREATMENT PLANTS IN THE CZECH REPUBLIC REGISTERED IN THE WATER BALANCE IN THE PERIOD 2002–2018 – DATA SET

ANSORGE, L.; STEJSKALOVÁ, L.; DLABAL, J.

T. G. Masaryk Water Research Institute

Keywords: grey water footprint – wastewater treatment plants – point source of pollution – Czech Republic

The article describes a data set listing grey water footprint values for discharges from wastewater treatment plants in the Czech Republic. Information on the grey water footprint of individual sources of pollution can be used by all stakeholders involved in water quality assessment, water footprint assessment, environmental impact assessment, sustainability of water resource use, etc. The data on wastewater treatment plants registered in the water balance pursuant to Order No 431/2001 Sb. for the period 2002 to 2018 have been analysed and the water footprint of pollution of influent to treatment plants and of effluent from treatment plants has been established.