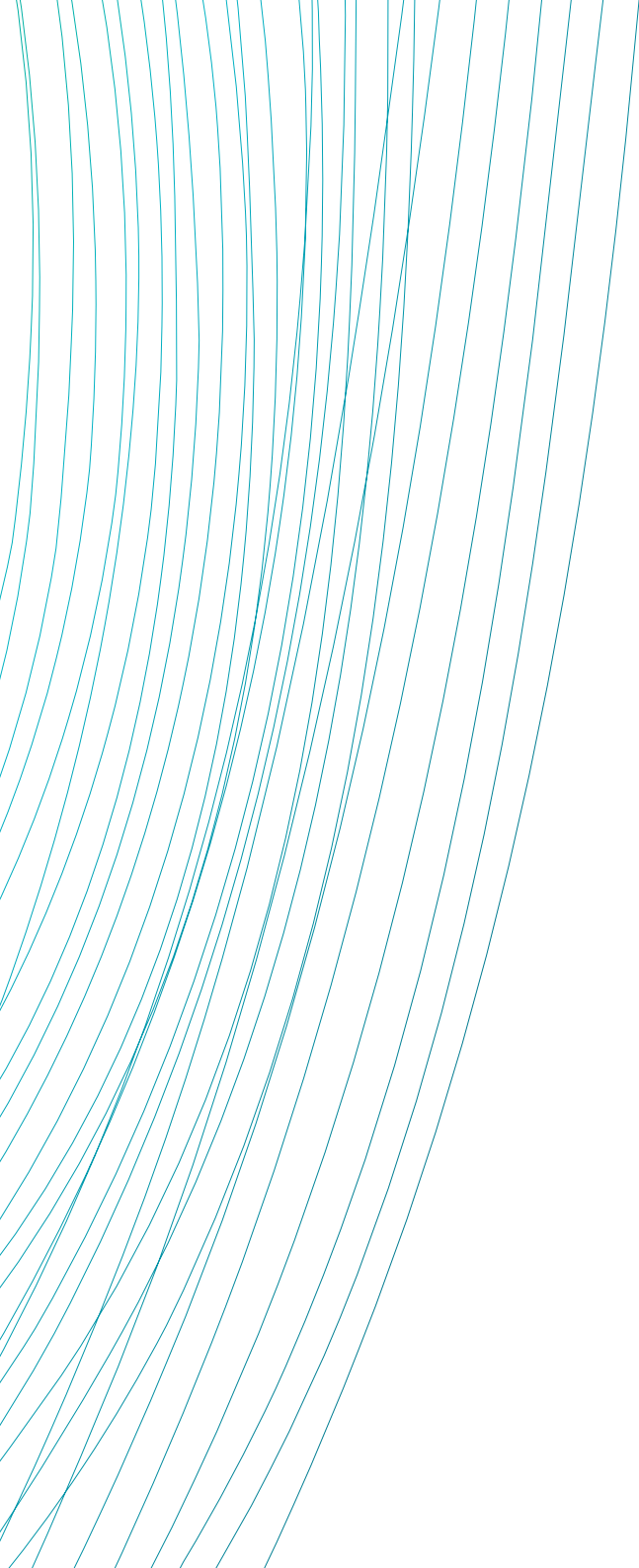




VUV
TGM



METODIKA SESTAVENÍ VODNÍ STOPY V SOULADU S ISO 14 046

Ing. Libor Ansorge, Ph.D.

Ing. Jiří Dlabal

RNDr. Hana Prchalová

Ing. Petr Vyskoč

Ing. Dagmar Vološinová

Mgr. Tereza Beránková, Ph.D.

VYDAL VÝZKUMNÝ ÚSTAV VODOHOSPODÁŘSKÝ
T. G. MASARYKA, V. V. I., PRAHA 2017

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka,
veřejná výzkumná instituce

Vědecká redakce:

Ing. Petr Bouška, Ph.D., doc. Ing. Martin Hanel, Ph.D.,
prof. RNDr. Bohumír Janský, CSc., prof. Ing. Radka Kodešová, CSc., (předsedkyně),
RNDr. Petr Kubala, Ing. Tomáš Mičaník, Ph.D., Ing. Michael Trnka, CSc.,
Mgr. Zdeněk Venera, Ph.D., Dr. rer. nat. Slavomír Vosika

Lektorovali:

Doc. Ing. Vladimír Kočí, Ph.D., Vysoká škola chemicko-technologická v Praze
Ing. Marie Tichá, Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem

Poděkování

Certifikovaná metodika byla vytvořena v rámci projektu QJ1520322 Postupy sestavení a ověření vodní stopy v souladu s mezinárodními standardy řešeného s finanční podporou Ministerstva zemědělství v rámci programu Komplexní udržitelné systémy v zemědělství 2012–2018 „KUS“.

Osvědčení o schválení (certifikaci) metodiky Ministerstvem životního prostředí bylo vydáno dne 13. prosince 2017 s číslem jednacím MZP/2017/320/757.

© **Libor Ansorge a kol., 2017**

ISBN 978-80-87402-59-7 (brož.)

ISBN 978-80-87402-60-3 (on-line, pdf)

Metodika specifikuje principy a požadavky na sestavení vodní stopy. Metodika je určena zpracovatelům studií vodní stopy, ale nenahrazuje normu ISO 14046 a související normativní dokumenty, ani není učebnicí vodní stopy či LCA. Metodika předpokládá, že zpracovatel zná a má k dispozici normativní dokumenty (ISO 14046, 14040 a 14044), zná principy LCA a metodiku užívá jako podklad pro nalezení řešení jednotlivých fází sestavení studie vodní stopy, pro které nedávají normativní dokumenty vodítko.

Nad rámec normativních dokumentů metodika obsahuje:

- výklady pojmů spojených s posuzováním dopadů užívání vody a jejich aplikaci s využitím datových zdrojů dostupných v ČR,
- přehled aktuálních modelů používaných pro posuzování vodní stopy,
- koncept regionalizace a regionalizované údaje charakterizačních faktorů pro vybrané modely.

Obsah

I. Cíle metodiky	9
I.1 Motivace	9
I.2 Cíle metodiky a členění publikace	10
I.3 Seznam používaných zkratk	11
I.4 Seznam obrázků	12
II. Metodika	13
II.1 Výklad pojmů	13
II.1.1 Vodní stopa – jeden pojem, dva významy	13
II.1.2 Užívání vody	15
II.1.3 Zdroj vody	16
II.1.4 Funkce systému	17
II.1.5 Funkční vs. deklarovaná jednotka	17
II.1.6 Studie vodní stopy vs. Inventarizační studie vodní stopy	17
II.1.7 Vodní stopa vs. Profil vodní stopy	18
II.1.8 Dostupnost vs. (ne)dostatek vody	18
II.1.9 Jakost vs. kvalita vody	19
II.1.10 Normalizace	19
II.1.11 Vážení	19
II.1.12 Kompenzace	19
II.1.13 Elementární toky	20
II.1.14 Alokace a alokační pravidla	22
II.2 Zásady LCA posuzování vodní stopy	28
II.2.1 Perspektiva životního cyklu	28
II.2.2 Zaměření na životní prostředí	28
II.2.3 Relativní přístup a funkční jednotka	28
II.2.4 Iterativní přístup	28
II.2.5 Transparentnost	29
II.2.6 Relevantnost	29
II.2.7 Úplnost	29
II.2.8 Jednotnost	29
II.2.9 Přesnost	29
II.2.10 Priorita vědeckého přístupu	30
II.2.11 Geografická (a časová) významnost	30
II.2.12 Komplexnost	31
II.3 Stanovení cíle a rozsahu	31
II.3.1 Stanovení cíle studie	31
II.3.2 Stanovení rozsahu	32
II.3.3 Hranice systému	32

II.4	Inventarizační analýza vodní stopy	33
II.4.1	Požadavky na data	33
II.4.2	Dodatečné požadavky a postupy posuzování vodní stopy organizace	36
II.4.3	Význam regionalizace	38
II.4.4	Zdroje informací pro studie vodní stopy	40
II.4.5	Emise ve vazbě na vody	44
II.5	Posuzování dopadů vodní stopy	47
II.5.1	Kategorie dopadu a jejich indikátory	48
II.5.2	Řetězec příčin a následků – environmentální mechanismy ve vazbě na vodu	49
II.5.3	Charakterizační model a charakterizační faktor	49
II.5.4	Zásady pro volbu charakterizačních modelů	51
II.5.5	Přehled v současnosti aktuálních modelů	52
II.5.6	Popis vybraných modelů	55
II.6	Interpretace výsledků	63
II.6.1	Identifikace významných zjištění	64
II.6.2	Kontrola úplnosti, citlivosti a konzistence	65
II.6.3	Závěry posuzování vodní stopy	65
II.6.4	Omezení posuzování vodní stopy	66
II.6.5	Posouzení nejistot	66
II.6.6	Podávání zpráv	67
II.7	Kritické přezkoumání	70
III.	Zdůvodnění novosti přístupů	72
IV.	Popis uplatnění metodiky	73
V.	Ekonomické aspekty aplikace metodiky	74
V.1	Předpokládané náklady aplikace metodiky	74
V.2	Předpokládané přínosy aplikace metodiky	74
VI.	Seznam použité a související literatury	75
VI.1	Použitá literatura	75
VII.	Seznam publikací, které předcházely metodice	85
VIII.	Summary	86
IX.	Přílohy	86
IX.1	Dostupnost vody (water availability) z pohledu jednotlivých zdrojů vod	88

IX.1.1 Povrchové vody	88
IX.1.2 Podzemní vody	91
IX.2 Veřejný vodovod/kanalizace jako zdroj/recipient vody	92
IX.2.1 Určení zdroje vody.....	92
IX.2.2 Stanovení množství	92
IX.3 Charakterizační faktor fwua pro hydrologická povodí III. řádu.....	93
IX.4 Charakterizační faktor fwua pro hydrogeologické rajony	96
IX.5 Charakterizační faktor fwua pro vybrané bilanční profily povrchových vod Českého hydrometeorologického ústavu	101
IX.6 Charakterizační faktor AWARE pro hydrologická povodí III. řádu	106
IX.7 Charakterizační faktor AWARE pro vybrané bilanční profily povrchových vod Českého hydrometeorologického ústavu	108
IX.8 Charakterizační faktor AWARE pro hydrogeologické rajony.....	113

I. Cíle metodiky

I.1 Motivace

Voda je klíčovou surovinou pro rozvoj společnosti a zajištění dostupnosti vodních zdrojů je limitujícím faktorem budoucího a na mnoha místech světa už i současného, udržitelného rozvoje. Půl miliardy obyvatel planety Země žije v oblastech s trvalým nedostatkem vody a až 71 % obyvatel Země žije v oblastech, kde se vyskytují problémy se zajištěním dostatečného množství vody pro uspokojení potřeb společnosti v průběhu roku [1]. S předpokladem rostoucí populace Země a očekávanými dopady klimatické změny lze očekávat, že celosvětově se bude tento problém dále prohlubovat. V souvislosti s prognózovanými celosvětovými problémy s dostupností vody se dostávají do popředí zájmu nástroje pro udržitelné hospodaření s přírodními zdroji, preferenci procesů, výrobků a služeb s nižšími nároky na vodu a jiné přírodní zdroje v průběhu celého životního cyklu. Jedním z těchto přístupů je i tzv. „vodní stopa“. Rozvoj metodik vodní stopy zažívá v posledních letech rozmach spojený s volbou různých přístupů. Starším přístupem je přístup Water Footprint Network [2], který se zaměřuje na celkové množství vody potřebné v životním cyklu výrobku, služby apod. Tomuto přístupu však bylo vytýkáno, že nijak neposuzuje vzácnost vodního zdroje (a tudíž dopady užívání konkrétního vodního zdroje) a další skutečnosti [3–5]. Následně navrhla komunita zabývající se LCA alternativní přístup, který rozšiřuje kvantitativní pojetí vodní stopy o posuzování dopadů, resp. objemové vyjádření pomocí charakterizačního faktoru transformuje objem užívané vody na vyjádření v kategoriích dopadu.

Celá problematika posuzování dopadů spojených s užíváním vody byla zastřešena Mezinárodní organizací pro normalizaci (ISO) a po 6 letech vývoje byla přijata mezinárodní norma ISO 14046 [6], která vyšla v ČR jako ČSN ISO 14046 [7]. Tato mezinárodní norma popisuje rámcové principy a postupy sestavení a ověření vodní stopy na základě principů posuzování životního cyklu (*LCA – Life Cycle Assessment*). *Obecné posuzování životního cyklu* (LCA) je jedním z mnoha nástrojů environmentálního managementu s poměrně propracovaným metodickým rámcem [8–10] a odborným zázemím jak ve světě, tak v České republice např. [11]. Protože však posuzování dopadů užívání vody je záležitostí několika málo posledních let, je současné období charakteristické velice progresivním vývojem metod používaných pro posuzování dopadů spojených s užíváním vody, nedostatkem informací a potřebných zdrojových dat. Navíc norma ISO 14046 poskytuje jen rámcová vodítka pro aplikační praxi. I z tohoto důvodu byl vydán přehled ilustrativních příkladů aplikace ISO 14046 [12]. Pro usnadnění aplikace normy ISO 14046 a jejího otestování v praxi byl v letech 2015–2017 řešen s finanční podporou Ministerstva zemědělství v rámci programu Komplexní udržitelné systémy v zemědělství 2012–2018 „KUS“ výzkumný projekt QJ1520322 *Postupy sestavení a ověření vodní stopy v souladu s mezinárodními standardy*. Tato metodika je pak jedním z výstupů řešeného projektu.

I.2 Cíle metodiky a členění publikace

Metodika si klade za cíl přiblížit problematiku posuzování životního cyklu se zaměřením na dopady spojené s užíváním vody širokého spektru uživatelů, ať už se jedná o zpracovatele studií LCA, pracovníky zodpovídající za oblast firemní odpovědnosti (CSR), pracovníky environmentálního managementu (EMS), akademické pracovníky, tvůrce politik a nástrojů v oblasti životního prostředí a další zájemce o trendy v oblasti šetrného využívání vodních zdrojů. Publikace je rozdělena do čtyř částí. První část představuje úvod a seznamy zkratk a obrázků. Druhou část představuje samotná metodika vodní stopy podle normy ČSN ISO 14046 [7].

Tato metodika nenahrazuje normu 14046, nýbrž normu doplňuje. Metodika se zabývá vybranými požadavky normy 14046, které musí zpracovatel studie vodní stopy splnit tak, aby tyto požadavky nebyly naplněny pouze formálně. Metodika ale není učebnicí vodní stopy či LCA. V České republice již existuje několik odborných publikací, které mohou zájemci o seznámení se s LCA využít např. [11, 13] a které jsou využitelné i pro zájemce o problematiku vodní stopy. V první kapitole jsou vyloženy hlavní pojmy spojené s posuzováním dopadů spojených s užíváním vody v kontextu LCA. Ve druhé kapitole jsou přiblíženy zásady pro posuzování vodní stopy. Třetí až šestá kapitola se věnuje jednotlivým fázím studie vodní stopy a závěrečná kapitola této části se věnuje nezávislému kritickému přezkoumání výsledků studie vodní stopy. Třetí část představují doplňkové informace. Vzhledem k tomu, že metodika vznikla v rámci projektu podpořeného z programu Ministerstva zemědělství, odpovídají doplňkové údaje požadavkům předepsaným Odborem vědy, výzkumu a vzdělávání Ministerstva zemědělství ze dne 20. 2. 2017 pod č. j. 11847/2017-MZE-1415. Jedná se o srovnání, resp. zdůvodnění „novosti postupů“, kterými se dokládá naplnění zákona č. 130/2002 Sb., o podpoře výzkumu, experimentálního vývoje a inovací z veřejných prostředků a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o podpoře výzkumu, experimentálního vývoje a inovací). Dále informace pro koho je metodika určena a jakým způsobem bude uplatněna, odhad nákladů na zavedení postupů uvedených v metodice a odhad přínosu pro uživatele. Seznamy použité a související literatury a seznam publikací, které předcházely metodice včetně jejich dedikace. Čtvrtou část představují přílohy, které mají usnadnit sestavení studií vodní stopy v podmínkách České republiky. První příloha se zabývá pojmem dostupnosti vody v kontextu českých zvyklostí a datových zdrojů. Dostupnost vody je základním ukazatelem používaným ve většině charakterizačních modelů vodní stopy. Druhá příloha popisuje postup „rozkličování“ užívání vod v rámci systémů veřejných vodovodů a kanalizací na jednotlivé přírodní zdroje vody. Dále jsou zahrnuty přílohy s aktuálními hodnotami regionalizovaných hodnot charakterizačních faktorů pro vybrané charakterizační modely.

Pokud se v metodice hovoří o normě bez jejího bližšího určení, pak je popisována norma ISO 14046 [6, 7].

I.3 Seznam používaných zkratek

CF	Charakterizační faktor
CO ₂	Oxid uhličitý
CSR	Corporate Social Responsibility (společenská odpovědnost firem)
ČR	Česká republika
ČSN	Česká státní norma
ČSÚ	Český statistický úřad
EF	Effect factor (faktor efektu)
EMS	Environmental Management System (systém environmentálního managementu)
EPD	Environmental product declaration
EWR	Environmental Water Requirements (požadavky ekosystémů na vodu)
FF	Fate factor (faktor osudu)
HWC	Human Water Consumption (voda spotřebovaná společností)
ISO	International Organization for Standardization (Mezinárodní organizace pro normalizaci)
IUCN	International Union for Conservation of Nature (Mezinárodní unie pro ochranu přírody)
IRZ	Integrovaný registr znečištění
LCA	Life Cycle Assessment (posuzování životního cyklu)
LCI	Life Cycle Inventory (Inventarizační analýza životního cyklu)
LCIA	Life Cycle Impact Assessment (posuzování dopadů životního cyklu)
PDF	Potentially disappeared fraction of species (potenciální podíl ztracených živočišných druhů)
Sb.	Sbírka zákonů České republiky
SETAC	Society of Environmental Toxicology and Chemistry (Společnost pro environmentální toxikologii a chemii)
UNEP	United Nations Environment Programme (Program OSN pro životní prostředí)
WF	Water Footprint (vodní stopa)
WU	Water use (užívání vody)
WULCA	Water Use in LCA (pracovní skupina pod záštitou UNEP a SETAC)

I.4 Seznam obrázků

Obrázek 1	Fáze vodní stopy	15
Obrázek 2	Profil vodní stopy vs. jedna hodnota vodní stopy	19
Obrázek 3	Vztah mezi produktovými systémy a alokačními postupy.....	25
Obrázek 4	Příklad otevřené recyklační smyčky	27
Obrázek 5	Příklad uzavřené recyklační smyčky – betonárna.....	27
Obrázek 6	Příklad uzavřené recyklační smyčky – nasávaná kartonáž.....	27
Obrázek 7	Hranice systému organizace	37
Obrázek 8	Schéma zdrojů znečištění, složek prostředí a cest znečišťujících látek	46
Obrázek 9	Řetězec příčin a následků spojených s užíváním vody	50
Obrázek 10	Přehled možných zdrojů o užívání sladké vody (inventarizační fáze) a metod posuzování dopadů s klasifikací pro tři oblasti ochrany	54
Obrázek 11	Schéma principu charakterizačního modelu využívajícího obnovitelnost vodních zdrojů	59
Obrázek 12	Vztahy prvků LCA v rámci interpretace výsledků	64
Obrázek 13	Rezerva vztažená k přirozeným průtokům v toku	89
Obrázek 14	Rezerva vztažená k ovlivněným průtokům v toku	90
Obrázek 15	Schéma životního cyklu pitné vody ve veřejném vodovodu/kanalizaci	93

II. Metodika

II.1 Výklad pojmů

Norma ČSN ISO 14046 [7] definuje celou řadu pojmů, tyto pojmy jsou však obvykle převzaty z jiných norem řady 14000, konkrétně ČSN ISO 14040 [8], ČSN ISO 14044 [9], ČSN ISO 14025 [10], ČSN ISO 14064-1 [14], ČSN ISO 14067 [15] a ČSN ISO 11074 [16]. V několika případech jsou převzaté pojmy modifikovány. Mezi důležité modifikace patří nová definice pojmu „hranice systému“, která uvádí, že se jedná o soubor kritérií specifikující jednotkové procesy jakožto součásti produktového systému, ale nově též i jakožto součásti aktivit organizace. Další důležité modifikace se váží na rozšíření posuzování vodní stopy nikoliv pouze na produkty, ale též na posuzování vodní stopy procesů či organizací. Nové pojmy jsou zařazeny zejména s ohledem na zahrnutí vodohospodářského pojmosloví do normy. V následujících částech jsou uvedeny některé významné pojmy používané v této metodice a jejich vysvětlení.

II.1.1 Vodní stopa – jeden pojem, dva významy

Jak bylo zmíněno již v kapitole Motivace, existují dva přístupy k posuzování vodní stopy. Oba přístupy mají mnoho společných znaků a využívají obdobných principů a postupů posuzování. Přesto jsou oba přístupy vzájemně odlišné a je dobré znát rozdíly v obou přístupech. Rozdílnost přístupů vyplývá z odlišného zaměření obou nástrojů. Postup „sestavení“ vodní stopy má v obou přístupech čtyři fáze a užívá kvantitativní indikátory. Tyto indikátory jsou však v obou přístupech používány v jiné fázi.

Bilanční přístup

„Bilanční“¹ přístup k vodní stopě byl vyvinut jako nástroj vodního hospodářství k řízení a optimální alokaci vodních zdrojů. Pro „bilanční“ přístup je základním metodickým dokumentem The water footprint assessment manual [17]. „Bilanční“ přístup se používá pro posouzení užívání vody v celém „dodavatelském řetězci“, posouzení udržitelnosti užívání vod v povodí, účinnosti užívání vody, ke spravedlivé alokaci vody a vyjádření závislosti jednotlivých článků dodavatelského řetězce na vodě [18]. „Bilanční přístup“ zahrnuje tyto fáze:

- nastavení cílů a rozsahu,
- bilancování vodní stopy,
- posouzení udržitelnosti,
- formulace závěrů.

Kvantitativní indikátory jsou pak uplatňovány ve fázi bilancování, kdy je stanovováno množství „modré“, „zelené“ a „šedé“ vody. „Modrou“ vodu představuje voda odebraná

¹ Česká vodohospodářská terminologie používá pojem vodní, vodohospodářské a hydrologické bilance, proto jsme zvolili pro označení tohoto přístupu pojem „bilanční“. V anglické literatuře je tento přístup označován přídomek volumetric (objemový).

z vodních zdrojů. „Zelenou“ vodu pak představuje přírodní voda „využitá“ nepřímo, např. dešťové srážky, které jsou využity při růstu rostlin. „Šedou“ vodu pak představuje množství vody znečištěné v souvislosti s posuzovanou jednotkou (výrobek, proces, instituce apod.), přičemž znečištěnou vodou nejsou jen samotné odpadní vody vypouštěné např. z továrny, ale též množství neznečištěné vody, které je nutné pro nařazení vypouštěného znečištění na koncentrace neohrožující životní prostředí.

Vodní stopa se pak vyjadřuje jako množství vody vztažené k určité jednotce (produktu, času) a je výsledkem bilanční fáze řešení. Posuzování udržitelnosti je de facto doplňkovou fází, která nemá jednoznačně stanoven postup řešení. Zároveň nemá ani omezen okruh problémů hodnocení udržitelnosti a umožňuje hodnotit nejen dopady na životní prostředí, ale též dopady sociální, ekonomické apod. [19].

LCA neboli dopadový přístup

Naproti tomu LCA přístup je zaměřen na posuzování dopadů spojených s užíváním vody na životní prostředí² v souladu s mezinárodními normami řady ISO 14000. „Dopadový“ přístup vychází z metodologie LCA, a proto zahrnuje i čtyři fáze předepisované touto metodologií (viz obr. 1):

- definice cíle a rozsahu,
- inventarizační analýza,
- posuzování dopadů na životní prostředí ve vztahu k vodě,
- interpretace výsledků.

Samotné zjišťování množství spotřebované vody je specifikováno ve fázi inventarizační analýzy, ale další kvantitativní indikátory jsou uplatňovány až ve fázi posuzování dopadů na životní prostředí, kdy je užívání vody vztažené k tzv. funkční jednotce dáváno prostřednictvím tzv. charakterizačních modelů do souvislosti s environmentálními dopady na zvolenou dopadovou kategorii podle rovnice (1). Výsledkem posuzování vodní stopy je pak vyjádření v tzv. ekvivalentních (případně jiných) jednotkách odpovídajících zvolené dopadové kategorii.

$$WF_j = \sum_i WU_i \times CF_{i,j} \quad (1)$$

Kde: WF_j je vodní stopa (water footprint) pro kategorii dopadu j ,
 WU_i užívání vody (water use), tj. množství vody odebrané (+)
 či vypuštěné (-) ze zdroje i ,
 $CF_{i,j}$ charakterizační faktor vodního zdroje i vyjadřující dopad
 užívání vody na kategorii j .

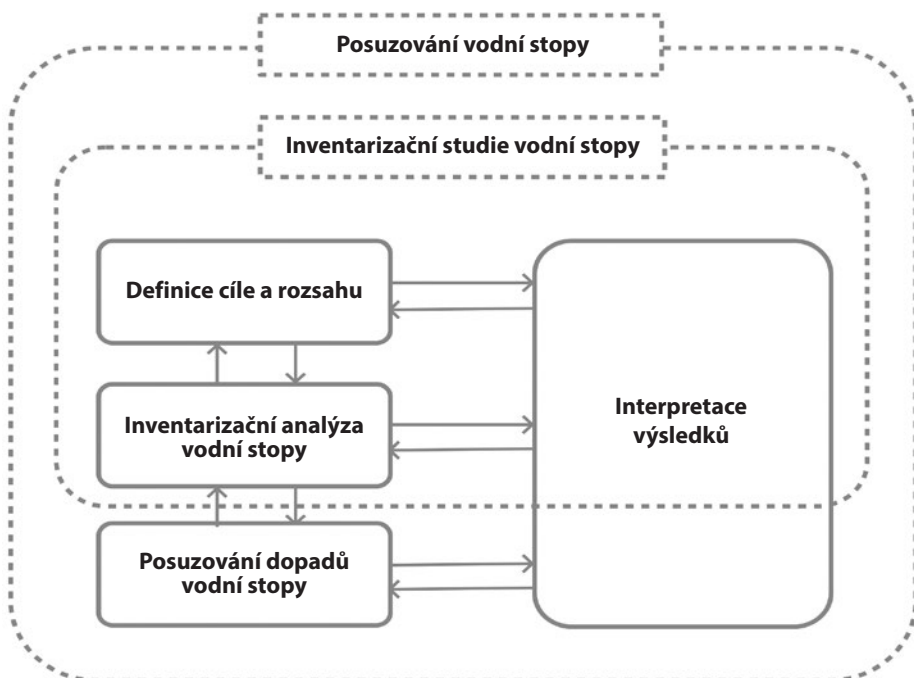
Protože bylo dosud vyvinuto mnoho rozdílných modelů, které popisují dopady užívání vody, a tyto modely využívají různé charakterizační faktory vodní stopy, je jednodušší

² Ačkoliv je LCA [8] obecně zaměřena na životní prostředí, tak se záběr LCA rozšiřuje i na sociální a ekonomické problémy, v takovém případě pak hovoříme o posuzování udržitelnosti životního cyklu (Life Cycle Sustainability Assessment), resp. o uvažování životního cyklu (life cycle thinking) [20].

vysvětlit princip fungování charakterizačního modelu na příkladu uhlíkové stopy. Lidstvo vypouští do ovzduší mnoho různých plynů, každý má však odlišný vliv na proces globálního oteplování. Protože však došlo ke shodě na tom, jakou měrou každý z vypouštěných plynů přispívá ke globálnímu oteplování, je možno tyto plyny převést na zvolený „charakteristický“ plyn, kterým byl stanoven CO_2 . Např. 1 kg metanu přispívá ke globálnímu oteplování stejně jako 21 kg CO_2 a představuje tak 21 kg CO_2 ekv.

Logika „dopadového“ přístupu stojí na myšlence, že spotřeba 1 l vody v povodí s napjatou či pasivní vodní bilancí³ je horší než spotřeba 1 l vody v povodí s aktivní vodní bilancí. Charakterizačním faktorem by v tomto případě bylo vyjádření nedostatku vody (obdobně jako je „potenciál globálního oteplení“ charakterizačním faktorem užívaným při stanovování uhlíkové stopy).

Posuzování vodní stopy může být realizováno jako samostatná studie vodní stopy, nebo jako součást komplexnější studie LCA.



Obr. 1. Fáze vodní stopy

II.1.2 Užívání vody

Užíváním vody rozumíme jakékoliv užití vody k uspokojování potřeb. Můžeme rozlišit užívání spojené s množstvím vody a užívání spojené s jakostí (kvalitou) vody.

³ Pojmosloví vychází z termínů vodohospodářské bilance [21].

Do užívání vody tak zahrnujeme nejen odběr a vypouštění vod, resp. spotřebu vody⁴, ale i jakoukoliv změnu ve vlastnostech vody, tj. změnu jakosti.

Do užívání vody musíme v rámci inventarizační analýzy zahrnout i všechna nepřímá užívání vody, kterých může být v dodavatelském řetězci posuzovaného produktu, služby či organizace mnoho. Například pokud v rámci inventarizační analýzy zjistíme, že je používána voda z veřejného vodovodu, je třeba toto množství odebrané vody z veřejného vodovodu navýšit o ztráty ve vodovodní síti, „režii“ vodárenské soustavy (tj. spotřebu v objektech provozovatele vodovodní sítě proplachy po opravách apod.), ostatní nefakturovanou vodu (např. vodu hasební apod.) a „rezervu ve fakturaci“ (nepřesnosti měření, černé odběry). Blíže viz přílohu VIII.2.

Další typické nepřímé užívání vody představuje výpar z vodních nádrží. Vodní nádrže (případně podzemní zásobníky vody) lidstvo buduje, aby omezilo výkyvy v dostupnosti vody způsobené proměnlivostí výskytu srážek jak v průběhu roku (sezonní variabilita), tak v delším období (meziroční variabilita). Výpar z hladiny umělých vodních nádrží by proto měl být zahrnut do užívání vody obdobně, jako by vliv umělých retencí v povodí měl být uvažován při stanovení dostupnosti vodních zdrojů (viz přílohu VIII.1). Obdobně je třeba do užívání vody spojeného s jakostí vody zahrnout část emisí do ovzduší a půdy, které se vlivem atmosférické depozice a hydrogeologického cyklu dostanou do vod. Blíže viz kapitulu II.4.5.

II.1.3 Zdroj vody

Norma 14046 definuje dostupnost vody jako rozsah, v jakém mají lidé a ekosystémy dostatečné zdroje vody pro uspokojování svých potřeb. V podmínkách České republiky mohou být zdrojem vody:

- dešťové srážky,
- povrchové vody (řeky, vodní nádrže, jezera),
- podzemní vody (včetně důlních vod).

Norma 14046 ještě definuje tzv. fosilní vody, tedy podzemní vody, jejichž míra přirozeného doplňování je natolik nízká, že je lze v kontextu lidských časových měřítek označit za neobnovitelné zdroje. Tyto vody se však v České republice prakticky jako využívané zdroje vody pro společnost neužívají.

V rámci inventarizační analýzy se často zpracovatel studie vodní stopy setká se situací, že zadavatel identifikuje jako zdroj vody veřejný vodovod a jako recipient pro odpadní vody veřejnou kanalizaci. V těchto případech je třeba „převést“ veřejný vodovod/kanalizaci na správný zdroj vody, resp. recipient pro vypouštění odpadních vod (viz přílohu VIII.2).

Obdobně je možno nalézt případy, kdy je jako zdroj vody používána odpadní voda. Dochází tak vlastně k recyklaci, resp. opětovnému použití vody. V těchto případech je třeba navrhnout správný alokační postup (blíže viz kapitulu II.1.14).

⁴ Obvykle je spotřeba chápána jako rozdíl mezi odběrem a vypouštěním.

II.1.4 Funkce systému

Jedním z nejvýznamnějších kroků posuzování životního cyklu je jasné určení funkce systému a z něho odvozené funkční jednotky. Důvodem je vyloučení nejednoznačnosti ve stanovení cílů studie a vyjasnění základů pro určení jejího rozsahu. Každý produkt (výrobek nebo služba) poskytuje nějakou funkci. Jeden produkt ovšem může poskytovat i více funkcí. Produktový systém je pak systém plnící jednu nebo více funkcí. Zejména v případě porovnávacích tvrzení je třeba pečlivě definovat funkci či funkce produktu, protože srovnávat lze pouze produktové systémy poskytující stejné funkce. Předmětem posuzování vodní stopy je tedy produktový systém.

II.1.5 Funkční vs. deklarovaná jednotka

Funkční jednotka představuje kvantifikovaný výkon produktového systému, který slouží jako referenční jednotka, tj. například funkcí obalů na vejčká je bezpečné zabalení vajec pro jejich transport od drůbežářského podniku až ke konečnému zákazníkovi. Producenti obalů na vejčká však produkují různé typy obalů, pro 6, 10 či 30 vajec z různých materiálů (plast, papír atd.). Aby byly jednotlivé typy obalů vzájemně porovnatelné, musí se stanovit funkční jednotka, např. obalení 10 ks vajec. Po výběru funkční jednotky musí být definován referenční tok, tj. tok na funkční jednotku. V případě obalů na vejčká je tedy referenčním tokem v uvedeném příkladu 1,6 ks, 1 ks či 0,33 ks obalů.

Ne vždy je však možné nebo nutné zabývat se posuzováním celého životního cyklu. Pokud se budeme zabývat pouze jeho částí, např. v rozsahu od těžby surovin po bránu závodu (cradle-to-gate) (viz kapitolu II.2.1), a neznáme přesně funkci, pro kterou je výrobek opouštějící bránu závodu určen, stanovujeme místo funkční jednotky tzv. deklarovanou jednotku. Deklarovaná jednotka nereprezentuje funkci systému, má proto obvykle charakter váhy, objemu, počtu kusů atd. Například, pokud budeme posuzovat produkty průmyslové betonárny, pak nelze jednoznačně říci, co je funkcí betonové směsi. Betonová směs se používá jako „surovina“ zejména ve stavebnictví, ale i v jiných oborech, a to buď na výrobu prefabrikovaných dílů (které jsou dále využívány), nebo ke vzniku monolitických konstrukcí. Teprve tyto výrobky pak plní nějakou funkci. Smyslem zavedení deklarované jednotky v rámci ekologického značení bylo umožnit získání environmentálního označení i pro produkty, u nichž je obtížné stanovit funkci a tedy i další fáze životního cyklu. Výrobce betonové směsi zná všechny procesy a s ním spojené vstupy/výstupy „od kolébky po bránu závodu“, ale ne dál, protože možností využití betonové směsi je mnoho.

II.1.6 Studie vodní stopy vs. Inventarizační studie vodní stopy

Norma 14046 hovoří o posuzování vodní stopy a o inventarizační studii vodní stopy. Posuzování vodní stopy neboli studie vodní stopy zahrnuje všechny čtyři fáze předepsané normou, tj.:

- stanovení cílů a rozsahu,
- inventarizační analýza,
- posuzování dopadů na životní prostředí,
- interpretace výsledků.

Inventarizační studie vodní stopy pak neobsahuje fázi posuzování a její výsledky nelze označovat za vodní stopu podle normy 14 046⁵, a to ani s přívlastkem (viz dále v kapitole II.2.12).

II.1.7 Vodní stopa vs. Profil vodní stopy

Výsledkem posuzování kategorií dopadu (viz kapitolu II.5.1) je konkrétní hodnota vodní stopy pro příslušnou kategorii dopadu. Tato sada hodnot pak představuje profil vodní stopy posuzovaného produktu, procesu nebo organizace. Není-li profil vodní stopy kompletní, tj. nebyly posouzeny veškeré možné kategorie dopadu, pak je třeba připojit k profilu příslušný přívlastek (viz kapitolu II.2.12).

Je zcela obvyklé, že při porovnávacích studiích dosáhne každý porovnávaný systém⁶ v některých kategoriích dopadu lepších výsledků a v jiných naopak horších výsledků. Pro zjištění, který posuzovaný systém má celkově menší dopady na životní prostředí, lze použít buďto normalizaci (viz kapitolu II.1.10), nebo tzv. vážení (viz kapitolu II.1.11). Normalizované či vážené hodnoty lze vzájemně porovnat či agregovat do jediné hodnoty vodní stopy (viz *obr. 2*).

Protože však vážení (a částečně i normalizování) představuje subjektivně založený přístup, který není vědecky podložen, tak norma 14046 přímo zakazuje použít vážené hodnoty pro porovnávací tvrzení.

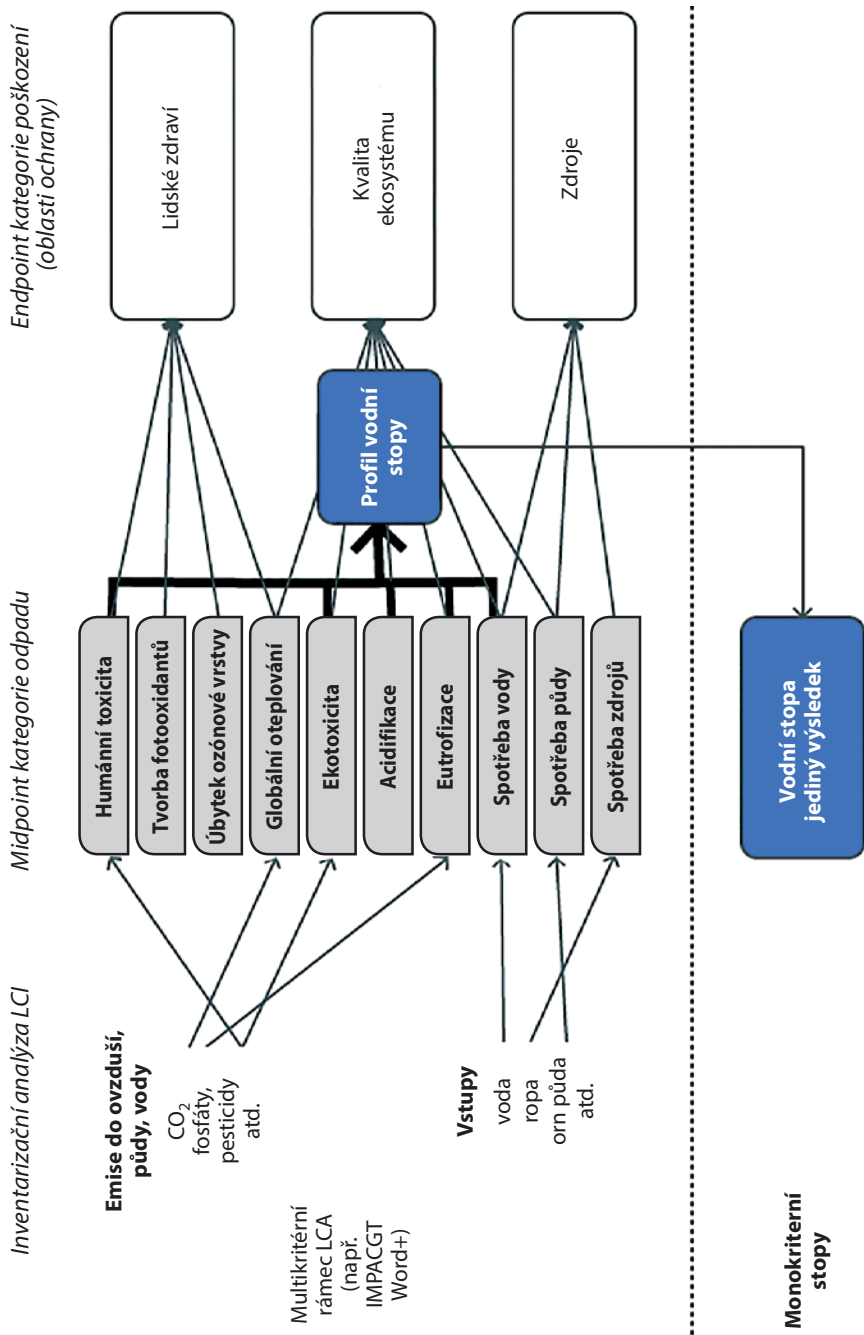
Ačkoliv je pro uživatele studie vodní stopy výsledek v podobě jednoho souhrnného čísla zdánlivě velmi lákavý a průkazný, jeho skutečné praktické využití je velmi diskutabilní a nedoporučujeme jej proto používat. Pro uživatele je často mnohem přínosnější zobrazení normalizovaných hodnot profilu vodní stopy v podobě tzv. paprskovitého grafu (pavouka – viz *obr. 2* na protější straně).

II.1.8 Dostupnost vs. (ne)dostatek vody

Norma 14046 rozlišuje mezi dostupností (water availability) a (ne)dostatkem vody (water scarcity). O stopě (ne)dostatku vody (Water scarcity footprint) hovoříme tehdy, pokud nejsou ve fázi analýzy dopadů zohledňovány otázky kvality vody. Kvalita vody v některých případech ovlivňuje využitelnost vodního zdroje pro posuzovaný účel. Například pro závlahy lze obvykle využít i odpadní vody, které by pro pitné/napájecí účely nebo pro ekosystémy byly označeny jako nevyhovující.

⁵ Pokud výsledky inventarizační analýzy splňují náležitosti předepsané pro bilanční vodní stopu, pak by je bylo možno označit za vodní stopu podle [17].

⁶ Myšleno buď produktový systém, proces, nebo organizace.



Obr. 2. Profil vodní stopy vs. jedna hodnota vodní stopy

Dostupnost vody (water availability) je významným pojmem, protože hodnota dostupnosti vody vstupuje do značného množství charakterizačních modelů používaných ve studiích vodní stopy. Lze se setkat s různými přístupy k pojmu water availability. Jeden z možných přístupů k definici pojmu dostupnost vody předpokládá, že se jedná o množství vody, které by bylo v daném místě a čase dostupné za „podmínek neovlivněných člověkem“, tento přístup odpovídá tzv. od ovlivněným údajům, které poskytuje Český hydrometeorologický ústav. Opa- kem tohoto přístupu je přístup inženýrský, který za dostupné považuje množství vody po započítání existující spotřeby vody, právních nároků na užívání vody ostatními uživateli, požadavků na ekosystémové služby a ztrát vody v systému (blíže viz přílohu VIII.1).

II.1.9 Jakost vs. kvalita vody

Norma 14046 [7] užívá pojem kvalita vody. Oproti tomu česká vodohospodářská praxe založená zejména na pojmosloví vodního zákona [22] používá obvykle pojem jakost vody⁷. Oba pojmy jsou si ovšem rovny, tj. jsou synonyma.

II.1.10 Normalizace

Normalizace je proces, kdy výsledky indikátorů příslušných kategorií dopadu vodní stopy jsou převedeny na bezrozměrné číslo pomocí referenční hodnoty se stejnou jednotkou. Výsledkem normalizace je poměrné (případně procentní) vyjádření významnosti (škodlivosti) jednotlivých výsledků posuzování vodní stopy k referenčním hodnotám, což umožní vzájemné srovnání rozdílných kategorií dopadů.

II.1.11 Vážení

Vážení (weighting) je volitelný (nepovinný) prvek posuzování vodní stopy, který (je-li použit) musí být v souladu s ISO 14044 [9]. Při vážení jsou jednotlivým kategoriím dopadu přiřazeny váhy (váhové faktory) na základě zvolených socio-ekonomických hledisek [11]. Je třeba upozornit, že vážení je některými odborníky považováno za nevhodné [18]. Existují různé přístupy k vážení v LCA [23, 24], ovšem jak se zdá, tak existuje stále potřeba dalšího výzkumu této techniky [25, 26].

II.1.12 Kompenzace

Norma 14046 přímo zakazuje použití kompenzací (tzv. offsetting) v rámci posuzování vodní stopy. Jedná se o mechanismus, kdy do posuzování dopadů na životní prostředí jsou zahrnovány činnosti s „pozitivním“ dopadem. Kompenzace jsou využívány zejména ve vztahu k uhlíkové stopě. Například firma produkující vysoké množství skleníkových plynů vysazuje stromy, které naopak váží CO₂ v dřevní hmotě, tzv. carbon sink.

⁷ Vodní zákon na několika místech užívá i pojem kvality vody.

II.1.13 Elementární toky

Za elementární tok považujeme materiál, energii nebo vodu vstupující do posuzovaného systému ze životního prostředí bez předchozí přeměny člověkem, anebo vystupující z posuzovaného systému do životního prostředí bez následné přeměny člověkem. Elementární tok vstupů a výstupů vyjadřuje vzájemné působení mezi okolním prostředím a posuzovaným systémem. Každý elementární tok překračuje hranice posuzovaného systému a zajišťuje tak výměnu energie, hmoty či vody s okolním prostředím.

Údaje spojené s vodou, které reprezentují elementární toky, jsou shromažďovány přímo z jednotkových procesů nebo z údajů, které reprezentují materiálové toky, jakým je např. pomocný materiál nebo odpad určený k dalšímu zpracování.

Všechny vstupy a výstupy z každého jednotkového procesu, který je součástí posuzovaného systému, musí být součástí inventarizace vodní stopy.

Elementární tok by měl být definován co možná největším množstvím dostupných informací. Elementární tok vody obvykle zahrnuje tyto údaje:

- a. množství užívané vody: hmotnost nebo objem (např. vstupy a výstupy vody),
- b. typy zdrojů užívané vody, např.:
 - 1. atmosférické srážky,
 - 2. povrchová voda,
 - 3. mořská voda,
 - 4. brakická voda,
 - 5. podzemní voda (vyjma fosilní vody),
 - 6. fosilní voda,
- c. parametry a/nebo charakteristiky kvality vody, např. fyzikální (např. tepelné), chemické a biologické charakteristiky, nebo funkční deskriptory kvality vody,
- d. formy užívání vody, např.:
 - odpařování,
 - transpirace,
 - integrace do produktu,
 - vypouštění do různých povodí nebo do moře,
 - nahrazení vody z jednoho typu zdroje vodou z jiného zdroje vody v rámci jednoho povodí (např. z podzemní vody do povrchové vody),
- e. geologická poloha užívané nebo ovlivněné vody (včetně odběru a jímání a/nebo vypouštění): informace o fyzickém místě užívané nebo ovlivněné vody včetně odběru a jímání a/nebo vypouštění (podle potřeby na konkrétním místě) nebo přiřazení fyzických míst do jedné z kategorií odvozené z příslušné klasifikace povodí nebo regionů;

některé indikátory stavu životního prostředí (např. nedostatek vody, místní úroveň společenského vývoje) vyžadují informace o místě, kde dochází k užívání vody,

f. časové aspekty užívání vody, např. doba užívání a vypouštění, jestliže se vyskytne doba zdržení v rámci hranic systému,

g. emise do ovzduší, vody a půdy ovlivňující kvalitu vody.

V případě negativního dopadu užívání vody ve více kategoriích dopadu je nutné posoudit její dopad ve všech relevantních dopadových kategoriích posuzovaného systému. Pokud příspěvek k jedné kategorii dopadu vylučuje příspěvek k jiné kategorii dopadu, je nutné rozhodnout, které emisní toky v posuzovaném systému se podílejí na rozvoji pouze jedné kategorie dopadu a které na více kategoriích dopadu. Elementární tok podílející se na více kategoriích dopadu je třeba rozdělit podle chemicko-fyzikálních vlastností a biologických účinků mezi zúčastněné kategorie dopadu. Při rozdělení se zohledňuje elementární tok s paralelním nebo následným účinkem.

Elementární toky s paralelním účinkem působící v jedné kategorii dopadu nemohou působit v jiné kategorii dopadu. Emise s paralelními účinky se alokují podle konkrétních podmínek studie mezi zasažené kategorie dopadu.

Elementární toky s následnými účinky jsou schopné postupně zasáhnout více kategorií dopadu.

V posuzovaném systému mohou existovat jiné emise vylučované do ovzduší a půdy, které neovlivňují jakost vody, např. emise přímo do ovzduší, které pouze vdechováním nepříznivě ovlivňují lidské zdraví. Tyto emise proto nemají být do fáze posuzování dopadů zahrnuty.

Na základě rozsahu dané studie se smějí použít i další kategorie údajů.

Vstupy do vody nebo výstupy vody z různých typů zdrojů, různá jakost, různá forma, různé místo s různými indikátory stavu životního prostředí nebo různé načasování nesmějí být seskupeny v inventarizační fázi. Agregace se smí provádět ve fázi posuzování dopadu.

Voda z vodovodu nebo upravovaná voda (např. z čistírny odpadních vod) nebo odpadní voda, která není vypouštěna přímo do životního prostředí (např. je odváděna do čistírny odpadních vod), není elementárním tokem vody, ale tokem meziproduktu z procesu v rámci technosféry.

II.1.14 Alokace a alokační pravidla

Alokace je nezbytná v případě, že systémy nebo procesy produkují více produktů nebo služeb (koproduktů), a nejsou možné jiné alternativy (např. rozšíření hranic systému). Alokace se používá pro přiřazení vstupů a výstupů procesu k posuzované funkci.

Alokace je postup rozdělení environmentálních dopadů vstupních a výstupních toků procesu nebo produktového systému mezi produkty posuzovaného produktového systému. V rámci jedné studie se může alokace vyskytnout v různých místech posuzovaného produktového systému a může být prováděna různými alokačními pravidly. Při vzniku více produktů ve sledovaném procesu je nutné pro alokaci vstupů do procesu, výstupů z procesu a dalších elementárních toků (např. ušetřené environmentální dopady recyklací materiálů, opětovně užitě části produktů) používat stejné alokační pravidlo pro všechny produkty. Nejčastěji používané pravidlo je rozdělení (alokování) podle fyzikální vlastnosti (např. hmotnosti, počtu kusů), nebo ekonomické vlastnosti (např. finanční hodnoty produktu, tržní hodnota odpadového nebo recyklovaného materiálu ve vztahu k tržní hodnotě primárního materiálu). Pomocí alokace se tak vyjádří, jaká část vstupů a výstupů připadá na posuzovanou funkční jednotku. Suma alokovaných vstupů a výstupů jednotkového procesu se musí před alokací rovnat vstupům a výstupům z jednotkového procesu.

Kdykoliv se zdá, že lze použít několik možností alokace, musí být provedena analýza citlivosti, aby ilustrovala důsledky odchýlení se od zvoleného přístupu.

Pro užití alokace jsou tři základní případy:

- a. výstup většího množství vedlejších produktů s různými funkcemi,
- b. do procesu vstupuje více paralelních vstupů,
- c. existence recyklace v posuzovaném produktovém systému.

Alokační postup

Alokační postup popisuje způsob identifikace procesů sdílených s ostatními produktovými systémy. Skládá se ze tří kroků:

Krok 1: Pokud je to možné, vždy se alokaci snažíme vyhnout následujícími dvěma způsoby:

- rozdělením jednotkového procesu, který se má alokovat na dva nebo více dílčích procesů, a shromážděná vstupní a výstupní data se vztáhnou k těmto dílčím procesům,
- posuzovaný systém se rozšíří o dodatečné podrobnosti vztahující se k vedlejším produktům a paralelním vstupům s ohledem na požadavky hranice systému nebo se rozšíří hranice systému tak, aby se alokované energetické a materiálové toky překračující hranice systému zahrnuly dovnitř posuzovaného systému.

Krok 2: Tam, kde nelze použít krok 1, se vstupy a výstupy systému rozdělí mezi různé produkty a funkce způsobem, který zohlední fyzikální vztahy mezi nimi. Například prostřednictvím jasně definovaných a vyčíslených změn v produktech nebo funkcích poskytovaných produktovým systémem.

Krok 3: Tam, kde samotný fyzikální vztah není stanoven nebo nemůže být použit jako základ pro alokaci, mají být vstupy a výstupy alokovány mezi produkty a funkce

způsobem, který odráží jiné vzájemné vztahy. Například vstupní a výstupní údaje by mohly být alokovány mezi koprodukty úměrně k ekonomické hodnotě produktů. Pivovar například produkuje vedle piva i kvasnice, pokud tržby za prodej piva představují 95 % příjmů a za prodej kvasnic zbylých 5 %, pak ve stejném poměru by měly být alokovány vstupy a výstupy.

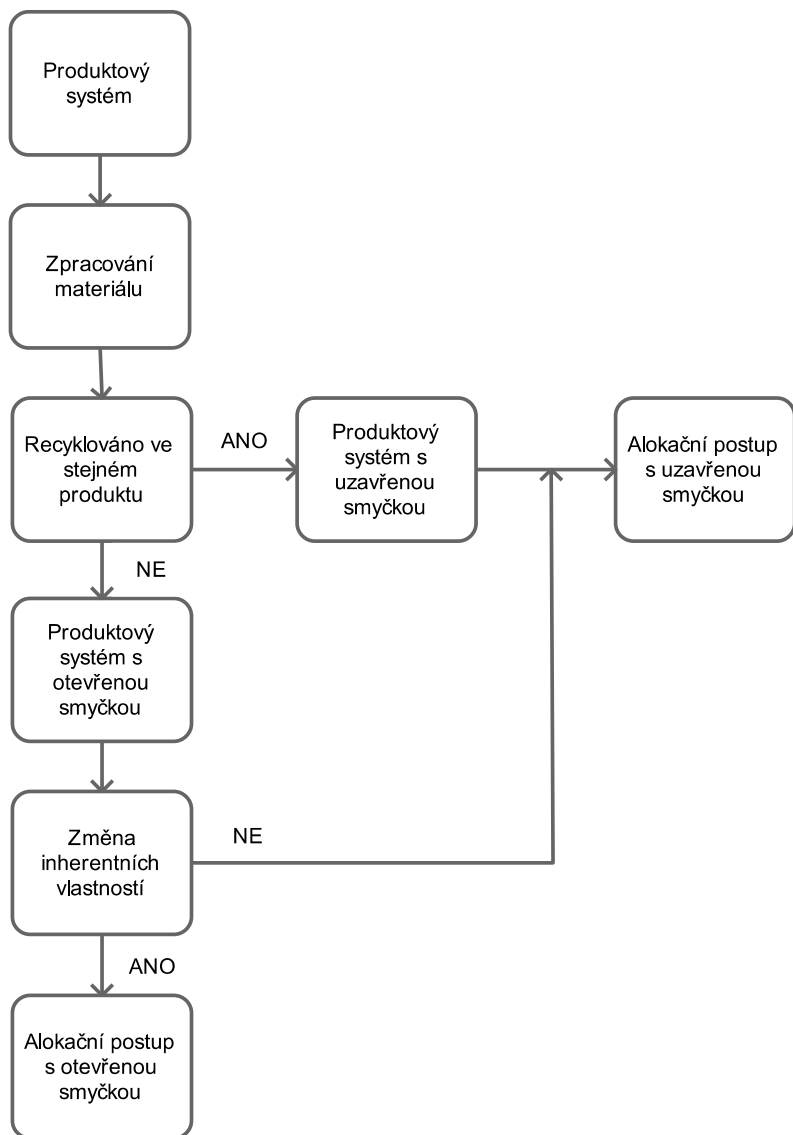
Předmětem alokace také mohou být režijní náklady související s činnostmi podniku. Režijní náklady se alokují mezi všechny produkty, které podnik vyrábí. Jako základ pro alokační pravidlo se v tomto případě může použít cena produkovaných výrobků. Rozšířením hranic systému o další zúčastněné procesy (opětovné užití nebo recyklace) posuzovaného produktového systému lze eliminovat překážku jednoznačného určení poměrů mezi zúčastněnými toky.

Při alokaci produktového procesu, ve kterém dochází k opětovnému užití nebo recyklaci, je nutné brát v úvahu změny inherentních vlastností materiálů. Navíc musí být, zvláště u obnovitelných procesů, stanoveny a zdůvodněny hranice systému mezi původním a následným produktovým systémem, aby se zajistilo, že byly dodrženy alokační zásady popsané v krocích 1–3. Pokud nebylo toto řešeno již ve fázi stanovení cílů a rozsahu, tak je nutné opětovně zvážit stanovení hranic systému, jaké procesy zahrnout a jaká alokační pravidla použít (norma mluví o dodatečném vypracování), a to z následujících důvodů:

- opětovné užití a recyklace (stejně tak jako kompostování, opětovné získání energie a další procesy, které mohou být přirovnány k opětovnému užití/recyklaci) mohou mít za následek, že vstupy a výstupy spojené s jednotkovými procesy těžby a úpravy surovin a konečného nakládání s produkty budou sdíleny více než jedním produktovým systémem,
- opětovné užití a recyklace mohou v následném použití změnit podstatné vlastnosti materiálů,
- zvláštní pozornost je třeba věnovat definování hranic systému s ohledem na procesy obnovy.

Existuje několik alokačních postupů vhodných pro opětovné užití a recyklaci. Aplikace některých postupů koncepčně uvádí *obr. 3* a je charakterizována v následujícím textu, aby se ukázalo působení shora uvedených omezení. Nejjednodušším způsobem je alokování environmentálních dopadů těm procesům, které se bezprostředně týkají daného produktu. Takováto alokace se nazývá alokace cut-off a lze ji znázornit následujícím způsobem:

těžba a dovoz surovin → alokace prvnímu produktu
procesy přípravy materiálu k recyklaci → alokace produktu z recyklovaného materiálu
procesy odstraňování produktu → alokace poslednímu produktu



Obr. 3. Vztah mezi produktovými systémy a alokačními postupy

Dalšími postupy alokace jsou:

- a) postup uzavřené alokační smyčky (closed loop recycling) – používá se pro uzavřené produktové systémy. Aplikuje se i na otevřené produktové systémy, u kterých nedochází ke změnám základních inherentních vlastností recyklovaného mate-

riálu (např. kovy). V takových případech je možné potřebu alokace obejít, protože použití druhotných (sekundárních) materiálů nahrazuje použití původních (primárních) materiálů. Environmentální dopady se dělí mezi jednotlivé produkty rovným dílem. Avšak i první použití původních materiálů v příslušných otevřených smyčkách produktových systémů se může řídit alokačním postupem v otevřené smyčce, který je uveden v bodě b);

- b) postup otevřené alokační smyčky (open loop recycling) – používá se v otevřených produktových systémech, kde se materiál recykluje v jiných produktových systémech a kde dochází ke změně jeho základních inherentních vlastností. Ve většině případů se jedná o snížení kvality materiálu, tj. vlastností důležitých pro funkčnost produktu z něj vyrobeného. Produkt využitý pouze jednou bez recyklace má kvalitu sniženou o 100 % a stejně vysoký environmentální dopad bude u něj alokován. V případě produktů využívajících kvalitu materiálu stejným způsobem se poměr recyklovaného a primárního materiálu zohlední stejným poměrem v alokaci environmentálních dopadů i mezi produkty.

Jiný přístup otevřené alokační smyčky podporující maximální míru recyklace materiálů alokuje k primárnímu produktu environmentální dopady související se získáváním surovin i s odpadovým hospodářstvím. K produktům z recyklovaných materiálů jsou alokovány pouze dopady související s recyklací materiálů.

Pokud jsou recyklovány materiály, jejichž kvalita se značně mění v závislosti na stupni recyklace (např. plast, papír, textil), doporučuje se pro alokaci použít tzv. metodu 50/50. Tato metoda vychází z předpokladu, že recyklovaným materiálem lze nahradit maximálně 50 % původní suroviny. Procesy recyklace jsou u těchto materiálů alokovány z 50 % do předcházejících procesů a z 50 % do procesů následných.

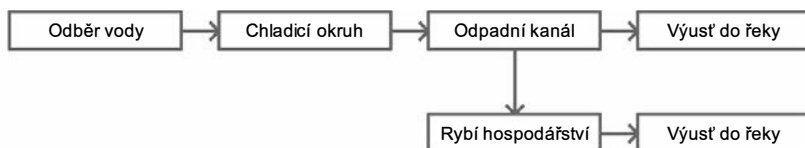
Alokační postupy pro sdílené jednotkové procesy zmíněné výše mají být použity tam, kde je to možné, jako základy pro alokaci v následujícím pořadí:

- fyzikální vlastnosti (např. hmotnost),
- ekonomické vlastnosti (např. tržní hodnota odpadového nebo recyklovaného materiálu ve vztahu k tržní hodnotě primárního materiálu),
- počet dalších použití recyklovaného materiálu.

Uvedme si příklady obou případů ve vztahu k elementárním tokům vody. Z odpadního kanálu, kterým je odváděna oteplená odpadní⁸ voda ze systému průtočného chlazení, odebírají tuto vodu rybáři pro napájení rybníků (jako na obr. 4). Z hlediska vodního zákona se nejedná o odběr z řeky či nádrže. Z hlediska LCA jde o tzv. otevřenou smyčku, neboť odpad z jednoho procesu (chlazení) je využíván v jiném procesu (rybí hospodářství), přičemž funkcí obou procesů není stejný produkt, a došlo

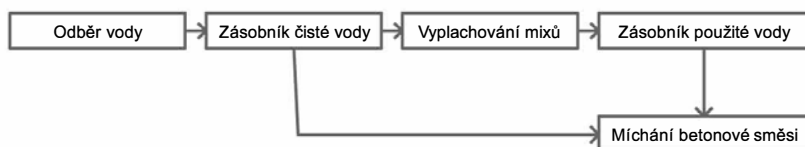
⁸ Podle § 38 zákona č. 254/2001 Sb., tzv. vodní zákon [22], je za odpadní vodu pokládána voda se změněnou jakostí (složením nebo teplotou), pokud by mohla ohrozit jakost povrchových nebo podzemních vod.

ke změně vlastností vody. V případě chladicího okruhu půjde například o výrobu elektrické energie, zatímco v případě rybího hospodářství například o produkci vánočního kapra. Obdobným případem je využití vod z čistírny odpadní vody na závlahu.



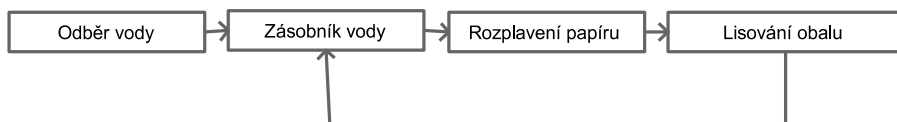
Obr. 4. Příklad otevřené recyklační smyčky

Betonárna používá vodu pro oplachování dopravních prostředků (tzv. mixů), tato voda je shromažďována v jímce v prostoru betonárny a dále využívána jako příměsová voda v procesu míchání betonové směsi. V tomto případě se jedná o uzavřenou smyčku, neboť jak proces míchání betonové směsi, tak proces čištění dopravních prostředků jsou součástí jednoho produktového systému výroby (a dopravy) betonové směsi (viz obr. 5).



Obr. 5. Příklad uzavřené recyklační smyčky – betonárna

Jiným příkladem uzavřené recyklační smyčky je výroba tvarovaných obalů z odpadního (sběrového) papíru tzv. nasávané kartonáže (viz obr. 6). Sběrový papír se nejprve rozplaví do 3% roztoku a následně se z tohoto roztoku vylisuje obal požadovaného tvaru. Voda se pak vrací zpět na začátek procesu a je znovu použita k rozplavení sběrového papíru.



Obr. 6. Příklad uzavřené recyklační smyčky – nasávaná kartonáž

II.2 Zásady LCA posuzování vodní stopy

Norma 14046 [7] obsahuje 12 základních zásad, které musí být respektovány při plánování a realizaci studií posuzování vodní stopy i při podávání zpráv o výsledcích posuzování vodní stopy. Tyto zásady vycházejí ze zásad posuzování životního cyklu podle normy 14040 [8], které však upravují s ohledem na požadavky posuzování ve vazbě na vodu či aktuálnímu vědeckému poznání a přístupům posuzování LCA. Posuzování vodní stopy by mělo být komplexní a uvážit všechny relevantní atributy či aspekty s vazbou na přírodní prostředí, lidské zdraví a zdroje. Při uvážení všech relevantních atributů a aspektů během studie vodní stopy mají být identifikovány a popsány potenciální kompromisy/substituční vztahy (trade-offs).

II.2.1 Perspektiva životního cyklu

Studie vodní stopy musí zahrnout všechny fáze životního cyklu produktu, služby, procesu či organizace, tj. od těžby a získávání surovin do konečného odstranění. Tyto komplexní studie jsou označovány „od kolébky po hrob“ (cradle-to-grave). Pokud je to vhodné nebo oprávněné, může být posuzování vodní stopy omezeno jen na jednu nebo více fází životního cyklu. Studie, které řeší jen fázi od získávání surovin po výstup ze závodu, jsou označovány jako „od kolébky po bránu“ (cradle-to-gate). Často zadavatele studie zajímají pouze interní, tj. přímo ovlivnitelné procesy, tyto typy studií se označují jako „od brány po bránu“ (gate-to-gate). Specifickým případem jsou studie, kdy poslední fázi životního cyklu představuje recyklační proces. Tyto studie jsou označovány jako cradle-to-cradle.

Posuzování vodní stopy organizace je založeno na posuzování perspektivy životního cyklu všech aktivit posuzované organizace.

II.2.2 Zaměření na životní prostředí

Již v kapitole Vodní stopa – jeden pojem, dva významy je uvedeno, že posuzování vodní stopy podle normy 14046 se zabývá potenciálními dopady na životní prostředí ve vazbě na vodu. Ekonomické nebo sociální dopady jsou obvykle nad rámec tohoto posuzování. Norma však nevylučuje kombinaci posuzování vodní stopy s dalšími nástroji za účelem podrobnějšího či komplexního posuzování možných dopadů.

II.2.3 Relativní přístup a funkční jednotka

Vztažení posuzování vodní stopy k funkční či deklarované jednotce (viz kapitolu II.1.5) umožňuje posuzovat i rozdílně velké produktové systémy.

II.2.4 Iterativní přístup

Posuzování vodní stopy je iterativním procesem. Jednotlivé fáze posuzování vodní stopy využívají výsledky ostatních fází a velmi často se v průběhu řešení studie ukáže potřeba upřesnit či přepracovat některou z ostatních fází zpracování studie. Zejména ve fázi formulace závěrů dochází často zpracovatel studie ke zjištění, že některé etapy řešení potřebuje znovu analyzovat buďto podrobněji, nebo se

zaměřením na jiné aspekty, které vyplynuly při formulaci závěrů. Iterativní přístup uvnitř i mezi fázemi tak přispívá ke komplexnosti a konzistenci studie a předkládá-ných výsledků.

II.2.5 Transparentnost

Studie vodní stopy vyžadují obvykle značné personální a datové zdroje, zejména ve fázi inventarizační analýzy. Objednatel studie vodní stopy proto očekává, že zahrnutí dostatečných a relevantních informací mu umožní přijmout rozhodnutí s přiměřenou mírou spolehlivosti a s ohledem na cíle, pro které byla studie vod-ní stopy pořizována. Transparentnost tak představuje zejména otevřenou, úplnou a srozumitelnou prezentaci informací.

II.2.6 Relevantnost

S ohledem na účel studie (cíl, proč se studie zpracovává) je třeba volit data a metody použité pro posuzování vodní stopy. Například bude-li cílem studie rozhodnout, zda na eutrofizaci koupacího místa má větší vliv zemědělské hospodaření v povodí nebo vypouštění komunálních odpadních vod, bude třeba se soustředit na vstup reaktivních forem fosforu (fosforečnany), nikoliv na vstup celkového fosforu, který obvykle nemá významný eutrofizační potenciál, i když je v rámci erozních procesů splachován z polí často v enormních množstvích [27].

II.2.7 Úplnost

Do inventarizace musí být zahrnuta všechna data, která významně přispívají k vodní stopě. Zanedbání některých dat z posuzování musí být jasně popsáno a zdůvod-něno. Často se k tomuto účelu stanovují omezující kritéria (cut-off criteria), která specifikují množství materiálového nebo energetického toku, nebo stupeň envi-ronmentální významnosti, jenž bude ve studii zanedbán. Například v pilotní studii jaderných elektráren [28] bylo zanedbáno užívání pitné vody a čerpání podzemních vod z důvodu jejich zanedbatelného podílu na celkovém užívání vody. Možnost zanedbání těchto vstupů pak byla otestována v rámci citlivostní analýzy.

II.2.8 Jednotnost

Předpoklady, metody a data, která ve shodě s definicí cílů a rozsahu studie vodní sto-py byla zvolena pro studii vodní stopy, musí být použity stejným způsobem ve všech fázích posuzování vodní stopy.

II.2.9 Přesnost

Posuzování LCA obecně a vodní stopy zvláště dosud naráží na nedostupnost primár-ních⁹ dat pro jednotlivé procesy v rámci produktového systému. V mnoha případech pak nezbyvá, než použít různé zdroje sekundárních dat (literární rešerše, LCIA data-báze apod.). Používání předpokladů i sekundárních dat vnáší do posuzování vodní

⁹ Tj. dat získaných měřením nebo vypočítaných na základě přímých měření.

stopy zkreslení a nejistoty. Snahou zpracovatele studie vodní stopy by mělo být eliminování těchto zkreslení a nejistot v maximální možné míře.

Další nejistoty jsou pak spojeny s používaným charakterizačním modelem. Dostupnost vody, která je základem mnoha charakterizačních modelů používaných při posuzování vodní stopy, je velmi proměnlivá jak v prostoru, tak v čase [29], přesto jsou hodnoty charakterizačních faktorů dostupné obvykle v podobě konstantních hodnot. Součástí posuzování vodní stopy by pak měla být i analýza nejistoty, kdy pro stanovení nejistoty ve výsledku se používá buď vyjádření intervalem hodnot, nebo pomocí rozdělení pravděpodobnosti.

II.2.10 Priorita vědeckého přístupu

Rozhodnutí v posuzování vodní stopy jsou přednostně založena na přírodních vědách. Pokud to není možné, mohou být použity ostatní vědecké přístupy (např. z oblasti sociálních nebo ekonomických věd), nebo je možné odkázat se na mezinárodní dohody. Pokud neexistují vědecké základy, ani zdůvodnění založená na vědeckých přístupech či mezinárodních dohodách, pak je vhodné, aby rozhodnutí byla založena na výběrech hodnot.

II.2.11 Geografická (a časová) významnost

Jak už bylo zmíněno, tak výskyt vody na Zemi je velmi proměnlivý [29], proto posuzování vodní stopy má být prováděno v měřítku a rozlišení (např. povodí), které poskytne odpovídající výsledky s ohledem na cíle a rozsah studie vodní stopy a zahrne lokální souvislosti. Pokud studie vodní stopy porovnává například výrobu elektrické energie v uhelných elektrárnách a z obnovitelných zdrojů v ČR, je měřítko států či významných povodí asi dostatečné. Pokud však studie řeší například vodní stopu pěstování zeleniny na Rakovnicku a Litoměřicku, tak musí být zvoleno takové měřítko, které postihne lokální specifika obou oblastí¹⁰.

Obdobný význam má i časové měřítko. Vlivem variability srážek se environmentální dopady užívání vody liší nejen z roku na rok (roční variabilita), ale i z měsíce na měsíc či z týdne na týden (sezonní variabilita). S ohledem na dostupnost dat však kratší než měsíční krok řešení není užíván. Řešení v měsíčním kroku je doporučeno pracovní skupinou WULCA¹¹ i dalšími autory.

Pro posuzování vodní stopy je důležité definovat nejen období sběru primárních a sekundárních dat o užívání vody, ale i období, ze kterého jsou stanovovány hodnoty charakterizačních faktorů. Pro odvození hodnot charakterizačních faktorů lze doporučit přístup Mezinárodní meteorologické organizace, která pro stanovování hodnot klimatických veličin používá 30letý normál [30]¹². Pro studie vztažené ke konkrétnímu období je vhodné použít údaje platné pro příslušné období [31].

¹⁰ Srážkový stín Krušných hor na Rakovnicku a dostupnost vody díky Labi na Litoměřicku

¹¹ Pracovní skupina WULCA (Water Use in LCA) pod patronací UNEP/Society for Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) Life Cycle Initiative; dostupné z: <http://www.wulca-waterlca.org>

¹² V současnosti 1981–2010

II.2.12 Komplexnost

Studie vodní stopy musí vzít v úvahu všechny environmentálně relevantní dopady na životní prostředí, lidské zdraví a zdroje ve vazbě na vodu, včetně dostupnosti a degradace vody. Pokud je prováděno úplné posuzování vodní stopy, musí být prokázáno, že všechny významné potenciální dopady na životní prostředí ve vazbě na vodu jsou ve zvolených kategoriích dopadu. Kategorie dopadu je definována jako třída reprezentující aktuální environmentální problémy, ke kterým mohou být přiřazeny výsledky inventarizační analýzy životního cyklu.

Pokud studie vodní stopy nezahrnuje posouzení veškerých relevantních dopadů, pak musí být označena přídomkem. Rozlišující přívlastek je jedno nebo několik doplňujících slov použitých ve spojení s termínem „vodní stopa“, která popisují kategorii/kategorie dopadu při posuzování vodní stopy, např. „stopa při dostupnosti vody“, „stopa nedostatku vody“, „stopa eutrofizace vody“, „stopa ekotoxicity vody“, „stopa acidifikace vody“, „neúplná vodní stopa“ apod.

II.3 Stanovení cíle a rozsahu

II.3.1 Stanovení cíle studie

Cíl studie musí jednoznačně popsat, co je ve studii zkoumáno, k čemu má být studie použita, proč je studie zpracována a komu budou předloženy výsledky posuzování vodní stopy. Dále je třeba uvést, zda je studie součástí komplexnější studie LCA, nebo je zpracovávána samostatně, a zda se předpokládá porovnání různých produktů, procesů či organizací.

Předmět posuzování vodní stopy

Předmětem posuzování vodní stopy je buďto produkt, proces, nebo organizace. Je třeba jasně popsat vlastnosti a funkce zkoumaného produktu, procesu či organizace. V rámci porovnávacích tvrzení nelze porovnávat produktové systémy s rozdílnou funkcí.

Jako ukázkou definování předmětu posuzování vodní stopy uvedme příklady ze studií, které byly realizovány v rámci projektu QJ1520322:

- vodní stopa procesu výroby elektrické energie v jaderných elektrárnách ČR (proces),
- vodní stopa piva „Krušovická 12“ (produkt),
- srovnání vodní stopy dvou betonáren společnosti Skanska Transbeton (organizace).

K čemu má studie vodní stopy sloužit

Stejně jako studie LCA obecně, tak i studie vodní stopy jsou relativně náročné záležitosti, vyžadující nezanedbatelné datové, časové a personální zdroje. Proto je důležité, aby bylo jasně definováno, proč se studie zpracovává a jaká rozhodnutí jsou na základě výsledků studie očekávána. Tento „účel“ studie pak ovlivňuje rozsah studie a podrobnost analýzy datových zdrojů.

Jako ukázkou účelu studie uveďme například rozhodnutí, zda výrobek XY má být vyráběn v lokalitě A, či v lokalitě B. Jiným typem účelu studie může být třeba rozhodnutí, ve které fázi či výrobním procesu v rámci životního cyklu výrobku budou mít opatření na snížení emisí do vod největší efekt apod.

II.3.2 Stanovení rozsahu

Rozsah studie vodní stopy musí být v souladu s definovanými cíli studie. Při definování rozsahu studie musí být zahrnuty a jasně popsány tyto položky:

- a. posuzovaný systém, hranice systému a hranice organizace, je-li to vhodné;
- b. funkční jednotka;
- c. časové a geografické pokrytí a rozlišení studie;
- d. požadavky na údaje a na jejich kvalitu;
- e. omezující kritéria;
- f. alokační postupy;
- g. předpoklady, výběry hodnot a volitelné prvky;
- h. metodika posuzování dopadu vodní stopy a zvolené kategorie dopadů;
- i. zda výsledky posuzování vodní stopy budou zahrnovat jeden výsledek indikátoru dopadu (s určením, který z nich), profil vodní stopy a/nebo vodní stopu po vážení;
- j. zda je posuzování vodní stopy komplexní;
- k. které řetězce příčin a následků a potenciální environmentální dopady jsou zahrnuty v posuzování vodní stopy a identifikují předvídané důsledky vyloučených potenciálních environmentálních dopadů;
- l. nejistoty a omezení;
- m. zdůvodnění vyloučení ze studie;
- n. výchozí podmínky, s nimiž jsou současné podmínky způsobené určitými činnostmi srovnatelné, přichází-li to v úvahu;
- o. způsob podávání zpráv;
- p. způsob (tj. rozsah a jak bude prováděno) kritického přezkoumání, provádí-li se.

V některých případech se smí rozsah studie revidovat z důvodu nepředvídaných omezení, překážek nebo v důsledku dodatečných informací. Takové úpravy spolu s jejich zdůvodněním/vysvětlením se musí dokumentovat.

Ačkoliv to norma 14046 nepožaduje, je vhodné funkci produktu, resp. systému (viz kapitolu II.1.4) jasně deklarovat již ve fázi stanovení rozsahu studie.

II.3.3 Hranice systému

Hranice systému určuje, které jednotkové procesy musí být zahrnuty do posuzování vodní stopy. Volba hranice systému musí odpovídat cíli studie. Kritéria použitá při stanovení hranice systému musí být zdokumentována a vysvětlena.

Hranice systému pro posuzování vodní stopy musí být jednoznačně zdokumentována a musí být uvedeno, zda se má vodní stopa stanovit pro konkrétní produkt, proces, nebo organizaci. Má-li se vodní stopa stanovit pro produkt, musí se pro

hranici systému použít požadavky a směrnice podle ISO 14044 v kap. 4.2.3.3 [9]. Při provádění posuzování vodní stopy organizace se musí stanovit hranice organizace a hranice systému. Použitá konsolidační metoda se musí dokumentovat a všechny změny této konsolidační metody se musí vysvětlit (viz kapitulu II.4.2).

Musí se rozhodnout o tom, které jednotkové procesy je třeba zahrnout do studie a jak podrobně se musí tyto jednotkové procesy posuzovat.

Musí být jednoznačně uvedeny jednotkové procesy, které jsou zahrnuty v inventarizační analýze vodní stopy.

Musí se rozhodnout o tom, které vstupy a výstupy je třeba zahrnout; musí se jednoznačně uvést úroveň podrobností inventarizační analýzy vodní stopy.

Vynechání etap životního cyklu, procesů, vstupů nebo výstupů je přípustné pouze tehdy, jestliže se tím výrazně nezmění celkové závěry studie. Musí se jednoznačně uvést vynechané etapy životního cyklu, procesy, vstupy a výstupy a vysvětlit důvody a důsledky jejich vynechání.

Fáze stanovení cíle a rozsahu musí zahrnovat identifikaci:

- jednotkových procesů, které z důvodu významného očekávaného přispění k výsledkům vyžadují podrobné posuzování na základě primárních údajů,
- jednotkových procesů, u nichž inventarizace smí být založena na sekundárních údajích nebo na odhadovaných údajích, protože mají malý význam, nebo jestliže je obtížné je získat jako primární údaje.

Tuto identifikaci lze revidovat v průběhu interpretační fáze. V důsledku toho musí být některé jednotkové procesy z důvodu významného přispění k výsledkům zpřesněny a založeny na primárních údajích.

Při výběru jednotkových procesů, které mají být do studie zahrnuty, je třeba zvážit, že záležitosti týkající se vody závisejí na místním nedostatku vody a místní kvalitě vody. Jednotkové procesy, které se nacházejí v různých oblastech, mají být odděleny.

II.4 Inventarizační analýza vodní stopy

II.4.1 Požadavky na data

Jaká data

Údaje vybrané pro studii vodní stopy závisí na cíli a rozsahu studie. Takové údaje mohou být shromážděny z výrobních míst spojených s jednotkovými procesy v rozsahu hranic systému anebo mohou být získány či vypočteny z jiných zdrojů (viz kapitulu II.4.4). V praxi mohou všechny kategorie údajů obsahovat směsici měřených, vypočtených nebo odhadnutých údajů. Vstupy mohou zahrnovat například údaje o využití nerostných zdrojů (např. kovy z rud nebo recyklace), o službách, jako je doprava nebo zásobování energií, informace o využití pomocných materiálů, jako jsou maziva nebo hnojiva.

Norma ISO 14044 [9] uvádí, že součástí emisí do ovzduší mohou být samostatně identifikovány emise oxidu uhelnatého, oxidu uhličitého, oxidu síry, oxidu dusíku

atd. Některé z těchto prvků mají nepochybně vliv na jakost vod, a tudíž dopad na kategorii, jako je acidifikace, eutrofizace či vodní toxicita apod. Ovšem prokázání významnosti jejich vlivu na životní prostředí ve vztahu k vodě je značně problematické (viz kapitolu II.4.5).

Emise do ovzduší, vody a půdy často představují úniky z bodových nebo plošných zdrojů, po průchodu zařízeními na kontrolu znečištění. Norma ISO 14044 [9] uvádí jako příklad možných indikátorů:

- biochemickou spotřebu kyslíku (BSK),
- chemickou spotřebu kyslíku (CHSK),
- absorbovatelné halogenové organické sloučeniny (AOX),
- celkový obsah halogenů (TOX),
- těkavé organické látky (VOC).

Kromě toho mohou být shromážděny údaje reprezentující hluk a vibrace, využití půdy, záření, zápach a odpadní teplo.

S ohledem na proměnlivost výskytu vody na Zemi a dopadů spojených s jejím užíváním (viz kapitolu II.4.3) je třeba v souladu s cíli a rozsahem studie zvážit shromáždění následujících údajů spojených s vodou:

- a. množství užívané vody (včetně odběru a jímání vody a vypouštění vody);
- b. typy použitých zdrojů vody (včetně odběru a jímání vody a vypouštění vody);
- c. údaje o jakosti vody (včetně odběru a jímání vody a vodního recipientu);
- d. formy užívání vody;
- e. vliv odvodňovacích staveb, změny vodních toků, proudění podzemní vody nebo evapotranspiraci, které vyplývají ze změny ve využívání půdy, z činností při hospodaření s půdou a z jiných forem akumulace či zadržování vody, je-li to relevantní pro rozsah a hranice prováděné studie;
- f. místa užívání vody (včetně odběru a jímání vody, vypouštění vody nebo vlivu na jakost vody), která se požadují pro určení všech souvisejících indikátorů stavu životního prostředí v oblasti, kde dochází k užívání vody;
- g. sezonní změny vodních toků, odběru a jímání a vypouštění vody, nebo změny kvality vody, je-li to relevantní;
- h. časové aspekty užívání vody včetně, je-li to relevantní, načasování užívání vody a doby trvání akumulace vody.

Je-li to pro kategorie dopadu zvolené v rámci fáze stanovení cíle a rozsahu relevantní, musí se zahrnout:

- emise do ovzduší, do vody a do půdy ovlivňující jakost vody,
- veškeré další údaje potřebné pro použitou metodu posuzování dopadu vodní stopy.

V mnoha případech se ukazuje jako vhodné zvažovat jak absolutní hodnoty, tak rozdíly oproti referenčnímu bodu pro množství užívané vody a emisí.

Jestliže některé z těchto položek byly zvažovány, ale nebyly zahrnuty, musí být důvod pro vyloučení těchto položek popsán ve zprávě o posouzení vodní stopy (viz kapitolu II.6.6).

Musí se dokumentovat předpoklady pro sběr údajů, jejich validaci, analýzu, agregaci a podávání zpráv.

Norma 14044 [9] uvádí v příloze A příklady formulářů pro sběr údajů. Tyto formuláře lze efektivně využít i pro sběr dat pro studie vodní stopy.

Kvalita údajů

Požadavky na kvalitu údajů musí být stanoveny tak, aby umožnily dosažení cíle a rozsahu studie.

Je-li to prakticky možné, má se provádět sběr primárních údajů. Sekundární údaje se mají používat pouze pro vstupy, kde sběr primárních údajů není možný nebo prakticky proveditelný, a smí zahrnovat údaje z literatury, vypočtené údaje, odhady, modelové předpovědi nebo další reprezentativní údaje. Důvody používání sekundárních údajů pro významné procesy musí být zdůvodněny a dokumentovány.

Požadavky na kvalitu údajů mají řešit:

- a. časové pokrytí: stáří údajů a minimální časový interval, během něhož se mají údaje shromažďovat;
- b. geografické pokrytí: geografická oblast, z níž se mají shromažďovat údaje pro jednotkové procesy, aby byl splněn cíl studie;
- c. technologické pokrytí: konkrétní technologie nebo kombinace technologií;
- d. přesnost: míra variability hodnot všech uvedených údajů (např. rozptyl);
- e. úplnost: procentuální podíl údajů, které jsou měřeny nebo odhadovány;
- f. reprezentativnost: kvalitativní posuzování, do jaké míry soubor údajů reprezentuje skutečnou zkoumanou populaci (tj. geografické pokrytí, časový úsek a technologické pokrytí);
- g. jednotnost: kvalitativní posuzování toho, zda se metodika používá u jednotlivých složek analýzy jednotně;
- h. reprodukovatelnost: kvalitativní posuzování, do jaké míry informace o metodice a hodnotách údajů umožní nezávislému odborníkovi reprodukovat výsledky zaznamenané v rámci studie;
- i. zdroje údajů včetně modelů, jsou-li použity (včetně dokumentace týkající se předpokladů modelu, rozptylu a přesnosti modelu);
- j. nejistotu informací (např. údaje, modely a předpoklady).

Chybějící údaje

Musí se dokumentovat způsob nakládání s chybějícími údaji. Jsou-li učiněny předpoklady pro chybějící údaje, musí být jako takové jednoznačně označeny a výchozíka těchto předpokladů musí být popsána. Má se posoudit význam chybějících údajů. Pro každý jednotkový proces a pro každé uváděné místo, kde byly zjištěny chybějícími nebo neexistujícími údaji, vést k:

- „nenulové“ hodnotě údaje, která je vysvětlena,
- „nulové“ hodnotě údaje, jestliže ji lze vysvětlit,
- hodnotě vypočtené z hodnot uváděných pro jednotkové procesy používající podobnou technologii.

Pro popis kvality údajů má být použito jak kvantitativních, tak kvalitativních vyjádření, stejně mají být popsány metody použité ke shromáždění a integraci údajů. Údaje z konkrétních míst nebo reprezentativní průměry se mají používat u těch jednotkových procesů, které nejvíce přispívají k hmotnostním a energetickým tokům studovaných systémů. Pokud dojde v rámci citlivostní analýzy k prokázání významnosti některých indikátorů či fází životního cyklu, jejichž hodnocení je založeno na sekundárních datech, pak je třeba zpřesnit hranice systému a získat primární data. Tam, kde je to možné, mají být údaje z konkrétních míst také použity pro jednotkové procesy, o kterých se předpokládá, že produkují environmentálně závažné vstupy a výstupy.

II.4.2 Dodatečné požadavky a postupy posuzování vodní stopy organizace

Hranice organizace

Norma ISO 14046 [7] specifikuje v příloze A speciální požadavky na studie vodní stopy organizace.

Organizace smí zahrnovat jeden provoz nebo více provozů. Potenciální environmentální dopady spojené s vodou smějí vyplynout z jedné fyzické jednotky nebo procesu nebo z více fyzických jednotek nebo procesů.

Organizace musí konsolidovat potenciální environmentální dopady spojené s vodou ze svého provozu jedním z těchto přístupů:

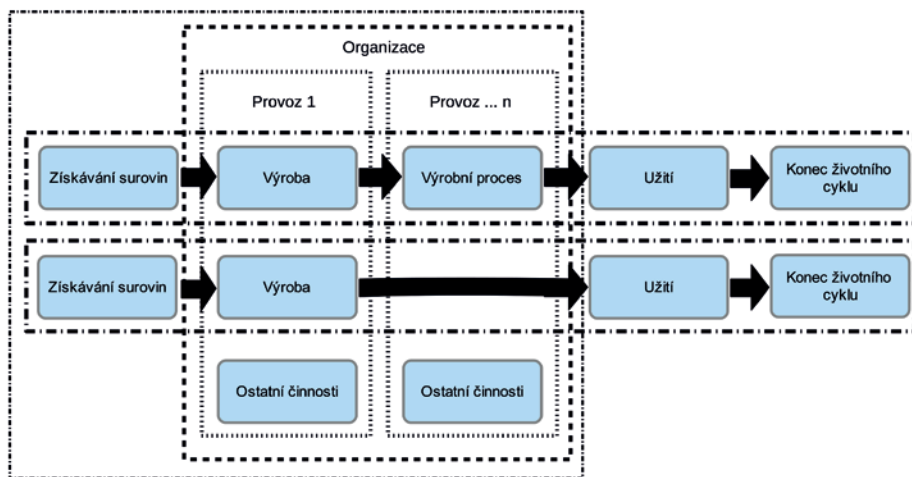
- a. kontrola: organizace posuzuje potenciální environmentální dopady spojené s vodou z procesů a fyzických jednotek z provozů, nad kterými má finanční nebo provozní kontrolu;
- b. akciový podíl: organizace posuzuje potenciální environmentální dopady spojené s vodou z procesů a fyzických jednotek z příslušných provozů v závislosti na podílu kapitálové účasti.

Je-li provoz kontrolován několika organizacemi, mají tyto organizace uplatňovat stejný konsolidační přístup a organizace musí dokumentovat, které konsolidační metody používá.

Organizace musí vysvětlit každou změnu vybrané konsolidační metody.

V závislosti na cíli a rozsahu se může organizace zajímat o vývoj posuzování vodní stopy uplatňující různá hlediska, viz *obr. 7*.

Inventarizace vodní stopy na úrovni organizace nebo na úrovni provozu musí brát v úvahu přímou inventarizaci vodní stopy těch činností, které jsou pod přímou kontrolou organizace, nebo posuzovaného specifického provozu (provozů).



Legenda

- Hranice provozu
- Hranice organizace
- . - . - . Hranice životního cyklu produktu
- Hranice od kolébky k bráně závodu
- Hranice životního cyklu závodu

Obr. 7. Hranice systému organizace

Inventarizace vodní stopy s použitím hlediska životního cyklu organizace musí brát v úvahu přímou a nepřímou inventarizaci vodní stopy činností souvisejících s organizací uplatňující hledisko životního cyklu.

Organizace musí brát v úvahu kompletní životní cyklus, aby byly zahrnuty všechny vstupy a výstupy spojené s činnostmi organizace a aby byla zveřejněna a zdůvodněna všechna vyloučení.

Kompletní posuzování organizace „od kolébky až do hrobu“, jak je uvedeno na obr. 7, zahrnuje užití a konečné nakládání s prodávanými produkty provedené organizací, která je předkladatelem zpráv za referenční období. To zahrnuje emise ve stádiu užívání prodávaných produktů během jejich očekávané doby životnosti, likvidaci odpadu a zpracování produktů prodávaných organizací, která je předkladatelem zpráv (za referenční období) na konci jejich doby životnosti. Mají se zahrnout toky ve stádiu užívání, jestliže produkty využívají vodu, spotřebovávají energii nebo produkují emise s potenciálními environmentálními dopady na vodu během používání, jako jsou např. pračky, myčky, nádobí, oděvy (vyžadují praní a sušení), potraviny (vyžadují vaření a mrazení) nebo mýdla a detergenty (vyžadují teplou vodu).

Pro výpočet vstupů a výstupů pro stádium užívání se obvykle vyžaduje specifikace návrhu produktu a předpoklady týkající se toho, jak spotřebitelé využívají produkty (např. profily užívání, předpokládané doby životnosti produktů).

Stejně jako v případě studií vodní stopy produktu či procesu, tak i v případě organizace lze provést studii „od kolébky k bráně“, u níž jsou vyloučena stadia užívání

produktu a konec životnosti, jestliže je to odůvodněno ve fázi stanovení cíle a rozsahu studie vodní stopy.

II.4.3 Význam regionalizace

Při posuzování dopadů na životní prostředí musí být použito takové měřítko a rozlišení, které poskytne relevantní výsledky podle cíle a rozsahu posuzování. Pro volbu vhodného měřítko a rozlišení je důležitý místní kontext. Schopnost zohlednit místní kontext je třeba zvážit při volbě:

- vstupních dat a datových zdrojů, které jsou použity v rámci inventarizační části studie,
- charakterizačních metod, použitých pro vyjádření dopadů na zvolené kategorie dopadu,
- nástrojů používaných pro posuzování.

Některé typy posuzování jsou volbou měřítko ovlivněny jen minimálně. Například posuzování uhlíkové stopy používá charakterizační model postavený na přepočtu emisí skleníkových plynů pomocí charakterizačního faktoru popisujícího potenciál globálního oteplování různých skleníkových plynů na ekvivalentní množství CO₂. V modelu používaném v uhlíkové stopě je uvažována konstantní hodnota charakterizačního faktoru pro každý skleníkový plyn celé zeměkoule a v každé roční době. Použití konstantních hodnot je konsenzus dosažený na základě malé variability radiačního působení jednotlivých skleníkových plynů [32]. Dostupnost vody i jakost (kvalita) vody je však značně proměnlivá jak v prostoru, tak v čase. Navržení správného časového a prostorového měřítko může významně ovlivnit výsledek studie vodní stopy. V obecné rovině existují kategorie dopadu, které jsou na prostorovém a časovém měřítku prakticky nezávislé, např. dopad na klimatickou změnu nebo na poškozování atmosférického ozónu, a jiné jsou naopak velmi závislé na lokálních či regionálních podmínkách. Zejména citlivost ekosystémů na antropogenní vlivy je v různých částech světa odlišná, a proto i dopady na ekosystémy by měli vzít tuto variabilitu v úvahu.

Prostorová regionalizace

Pojem regionalizace se objevuje v LCA literatuře od 90. let v různých spojitostech obvykle bez jasné definice. „Region“ můžeme chápat jako geografické území rozdělené hranicemi na celky se stejnými charakteristikami [33]. Region může být vymezen na politickém základu (územně správní celky jako jsou obce, okresy, kraje, státy atd.) nebo na ekonomickém základu (trh). Může být také vymezen na základě shodných přírodních podmínek, např. povodí, hydrogeologický rajon apod. Pro řešení dopadů spojených s užíváním vody na ekosystémy by bylo vhodné využít vodní útvary či ekoregiony podle Rámcové směrnice vodní politiky [34]¹³.

¹³ V této souvislosti se jako perspektivní jeví využití cílů Rámcové směrnice vodní politiky v charakterizační metodě Ecological Scarcity (viz kapitolu Stručná charakteristika metod komplexní LCA).

Ukažme si několik příkladů, kdy je třeba správně uvažovat prostorové měřítko. Při řešení inventarizace vodní stopy pomocí databázi jako např. Ecoinvent [35] bude s ohledem na data obsažená v této databázi alokována spotřeba vody do velkého množství zemí a nespécifických regionů (např. jako „Evropa“, „Svět“ apod.). To je dáno metodou sběru a zpracování dat pro databázi Ecoinvent a nelze to považovat za chybu. Pokud však víme, že v rámci posuzovaného produktového systému je využívána prakticky pouze elektrická energie v České republice, pak lze přijmout předpoklad, že veškerá spotřeba vody pro proces výroby a distribuce elektrické energie má být alokována do České republiky. Je to z toho důvodu, že v současnosti je Česká republika čistým vývozcem elektrické energie (vyrobí se více, než se spotřebuje). Takže ačkoliv je v České republice nepochybně spotřebovávána i elektrická energie vyrobená jinde v Evropě díky propojené elektrické soustavě a společnému trhu s elektrickou energií, lze přijmout předpoklad, že elektrická energie, která je k nám importována, je ve výsledku pouze přes naše území transportována k odběratelům v zahraničí. Význam provedení této regionalizace byl otestován na pilotních studiích provedených v rámci projektu QJ1520322 a ukázalo se, že se pohybuje v řádu jednotek až několika málo desítek procent.

Alternativně lze přijmout předpoklad, že elektrická energie dovezená do ČR je zde také spotřebována a že tato elektřina byla vyrobena v zemi, ze které k nám byla dovezena. V tomto případě by voda vztažená k procesu výroby a distribuce elektrické energie byla alokována do České republiky, Polska, Rakouska, Německa a Slovenska. Poměr pro alokaci celkového užívání vody mezi tyto jednotlivé země lze zjistit z údajů o přeshraničních fyzických tocích elektrické energie, které zveřejňuje Energetický regulační úřad v Ročních zprávách o provozu elektrizační soustavy České republiky [36].

Jiným příkladem významu prostorové regionalizace (v tomto případě na úrovni hodnot charakterizačních faktorů) je pilotní studie porovnávající vodní stopu obou českých jaderných elektráren [28]. V této studii byl pro porovnání dopadů obou elektráren použit charakterizační model postavený na obnovitelnosti vodních zdrojů [37] (viz kapitulu II.5.6). Jelikož obě jaderné elektrárny mají přibližně stejnou spotřebu vody na výrobu 1 MWh elektrické energie, tak použití hodnoty charakterizačního faktoru pro celé území České republiky nevedlo k relevantnímu posouzení obou lokalit. Proto byly vypočteny hodnoty charakterizačních faktorů specifické pro obě lokality. Vzhledem k tomu, že se obě elektrárny nacházejí v jiném povodí, pak by bylo možno použít například charakterizační model AWARE [38] (viz kapitulu II.5.6), pro který jsou připraveny hodnoty charakterizačních faktorů nejen pro jednotlivé státy, ale i pro hlavní povodí světa.

Příkladem potřeby použití rozdílných prostorových měřítek může být produktový systém, jehož jedinými vstupy jsou elektrická energie a voda odebíraná z konkrétního povrchového zdroje. Zatímco v případě vodního zdroje známe přesné umístění zdroje, ze kterého je voda čerpána, tak v případě elektrické energie obvykle neznáme elektrárnu, ve které byla vyrobena spotřebovaná elektřina. Pro vyjádření

dopadů spojených s vodou z vodního zdroje tak lze použít hodnotu charakterizačního faktoru odpovídající přímo řešené lokalitě, zatímco pro elektrickou energii je třeba použít údaje o průměrném elektrickém mixu v České republice a „průměrnou“ hodnotu charakterizačního faktoru pro celé území ČR.

Časové hledisko

Obdobně jako v případě prostorové variability je stejně důležitá i sezonnost problémů spojených s vodou. Problémy s přemnožením sinic vlivem eutrofizace vod či vyčerpáním kyslíku ve vodách vlivem znečišťujících látek se objevují prakticky jen v letních měsících. Stejně tak dostupnost vody v povrchových i podzemních zdrojích je ovlivněna rozložením srážek v průběhu roku. Proto je obecně doporučeno řešení v měsíčním kroku. Zejména u globálních studií je třeba pamatovat na rozdílné hydrologické charakteristiky v průběhu roku v různých částech světa. Srovnání měsíčních hodnot vodní stopy například českého pivovaru s hodnotami vodní stopy ve stejných měsících v pivovaru v Jihoafrické republice nebude dávat valného smyslu s ohledem na rozdílné roční období na jižní a severní polokouli.

Obdobně u produktu s výrazně sezonním charakterem, což může být například burčák, který je dostupný pouze po velmi omezené období roku, je třeba vhodně stanovit časové období jak pro sběr dat, tak pro stanovení charakterizačních faktorů. Dalším aspektem časového hlediska je otázka období sběru dat jak pro inventarizaci vodní stopy, tak pro stanovení hodnot charakterizačních faktorů. Zde bude velmi záviset na cíli studie vodní stopy. Opět si uveďme několik příkladů.

Je-li cílem studie vodní stopy dopad zavádění environmentálně příznivých opatření ve firmě, pak pro inventarizaci budou vhodná data ze dvou odlišných období (před a po zavedení opatření), zatímco pro odvození charakterizačních faktorů bude vhodné použití nějakého referenčního období. S ohledem na závislost většiny charakterizačních metod na hydrologických charakteristikách lze doporučit použití hydrologického normálu definovaného Mezinárodní meteorologickou organizací, kterým je třicetiletí [30].

Je-li cílem studie vodní stopy posoudit různé produkty/procesy či instituce, pak je vhodnější použít pro inventarizační analýzu hodnoty za delší období (souhrnné nebo průměrné), aby se eliminovala přirozená roční variabilita.

Naopak je-li cílem studie vodní stopy posoudit dopady spojené s užíváním vody v různých klimatických podmínkách (např. suchý rok vs. normální rok), pak jsou údaje jak pro inventarizační analýzu, tak pro odvození charakterizačních faktorů brány z příslušného období, které charakterizuje zvolené klimatické podmínky.

II.4.4 Zdroje informací pro studie vodní stopy

Kvalita každé studie vodní stopy je závislá na shromážděných datech během fáze inventarizace vodní stopy. Pokud je to jen trochu možné, má se vycházet z primárních dat. Tam, kde není možno použít primárních dat, nezbude než využívat také data sekundární (viz kapitolu II.4.1).

Data dostupná v České republice

V České republice existuje několik datových zdrojů, které jsou využitelné jako zdroje dat pro studie vodní stopy.

Evidence odběrů a vypouštění

Informace o odběrech z povrchových a podzemních vod v ČR a o vypouštění do nich jsou evidovány v evidenci odběrů a vypouštění vedené podle § 21 odst. 2 písm. c) bodu 4 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon). Správcem této evidence je Ministerstvo zemědělství. Údaje ukládané do této evidence upravuje vyhláška č. 431/2001 Sb., o obsahu vodní bilance, způsobu jejího sestavení a o údajích pro vodní bilanci. Jedním z možných limitujících faktorů tohoto zdroje je omezení ukládaných údajů na odběry, resp. vypouštění, které překročí limit 500 m³/měsíc nebo 6 000 m³/rok. Před přijetím zákona č. 254/2001 Sb. byl tento limit 15 000 m³/rok nebo 1 250 m³/měsíc. Dalším částečným limitem je skutečnost, že u části dat neodpovídají údaje o odběrech a užití odebrané vody [39].

Provozní a majetková evidence vodovodů a kanalizací

Každý vlastník vodovodu a kanalizace pro veřejnou potřebu je povinen podle § 5 zákona č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), vést majetkovou a provozní evidenci a vybrané údaje předávat vodoprávnímu úřadu. Centrálně jsou pak tyto vybrané údaje k dispozici na Ministerstvu zemědělství. Rozsah předávaných údajů upravuje vyhláška č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích).

Údaje majetkové a provozní evidence vodovodů a kanalizací jsou k dispozici za jednotlivé provozní celky vodovodních řadů, které mají obvykle délku stovek metrů až jednotek kilometrů, ale mohou mít délku i několika stovek kilometrů. Většinou tyto provozní celky pokrývají jednu či několik málo částí obce a vymezení odpovídající územnímu členění podle působnosti vodoprávních úřadů poskytují proto velmi podrobné geografické členění [39].

Statistická zjišťování

Český statistický úřad (ČSÚ) zajišťuje na základě zákona č. 89/1995 Sb., o státní statistické službě, programy statistických zjišťování, součástí těchto programů jsou i dva roční výkazy obsahující údaje o dodávkách vody.

Státní podniky Povodí mají povinnost předávat každoročně Roční výkaz č. VH 8a-01 o vodních tocích a dodávkách povrchové vody. V tomto výkazu jsou uváděny obdobné údaje jako údaje sledované podle vyhlášky č. 428/2001 Sb., pouze v jiném členění. Vodní bilance eviduje údaje vztažené na místo odběru, zatímco ČSÚ se předávají údaje za jednotlivé s. p. Povodí souhrnně. Dalším rozdílem je mírně odlišné členění užívání vod, resp. agregace těchto údajů podle kódu CZ-NACE.

Provozovatelé vodovodů a kanalizací mají povinnost předávat každoročně Roční výkaz č. VH 8b-01 o vodovodech a kanalizacích. V tomto výkazu jsou požadovány stejné údaje jako ve vyhlášce č. 428/2001 Sb., pouze v jiném členění. Zatímco provozní evidence eviduje údaje za jednotlivé provozní celky, tak údaje pro Český statistický úřad jsou za jednotlivé provozovatele. V České republice je více než osm tisíc provozovatelů veřejných vodovodů a kanalizací [40], přičemž provozovatelem myslíme buď vlastníka, který provozuje vodárenskou infrastrukturu vlastními silami, nebo společnost, která zajišťuje provoz na základě smluvního vztahu s vlastníkem. Drtivá většina těchto provozovatelů jsou malé obce zásobující malé množství obyvatel a 96 % zásobeného obyvatelstva obhospodařuje 150 největších provozovatelů. Údaje má ČSÚ k dispozici již od roku 1957 za ČR, po krajích od roku 1960 a za jednotlivé typy užití od roku 1968. U členění po krajích je třeba si uvědomit, že v roce 2000 došlo ke změně ze sedmi na současných čtrnáct krajů, takže údaje za období do roku 2000 a od roku 2000 mají zcela odlišné územní pokrytí.

Evidence správních rozhodnutí

K jakémukoliv nakládání s vodami, s výjimkou obecného užívání podle § 6 zákona č. 254/2001 Sb., je potřeba povolení příslušného správního úřadu. Pro činnosti uvedené v příloze č. 1 zákona č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a o omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci), je vyžadováno tzv. Integrované povolení IPPC podle zákona č. 76/2002 Sb. Pro ostatní činnosti je požadováno povolení k nakládání s vodami podle zákona č. 254/2001 Sb.

Ministerstvo životního prostředí vede informační systém veřejné správy IS IPPC¹⁴, který slouží k zajištění veškerých povinností vztahujících se ke zveřejňování informací a přístupu veřejnosti k informacím podle zákona č. 76/2002 Sb.

Ministerstvo zemědělství vede informační systém veřejné správy o vydaných rozhodnutích, opatřeních obecné povahy, závazných stanoviscích, souhlasech a podaných ohlášeních podle zákona č. 254/2001 Sb.

V obou informačních systémech veřejné správy je možno vyhledávat jednotlivé údaje. Tak lze dohledat některé informace, které nejsou zahrnuty v datových zdrojích uvedených dříve, zejména o vodním zdroji a povoleném množství. Je třeba si ovšem uvědomit, že povolené množství má jen malou vazbu na skutečně odebrané množství a v naprosté většině odběrů nedochází k úplnému naplnění limitů stanovených příslušným povolením. Míra nenaplnění se ovšem pohybuje od 0 do 100 % a je proměnlivá i v čase v závislosti na mnoha jiných faktorech.

Informační systém veřejné správy – VODA

ISVS – VODA¹⁵ je mezíresortní projekt, jehož hlavním cílem je jednotná prezentace informací z oblasti vod v gesci všech ústředních vodoprávních úřadů ČR a poskytnutí odborné i laické veřejnosti dostatek věrohodných a relevantních informací o vodách

¹⁴ <https://www.mzp.cz/ippc>

¹⁵ <http://www.voda.gov.cz/>

pro rozhodování, vzdělávání a obecnou informovanost, pokud možno unifikovaně, efektivně a na jednom místě.

Plány rozvoje vodovodů a kanalizací

Plány rozvoje vodovodů a kanalizací se zpracovávají pro území jednotlivých krajů a České republiky. Na úrovni krajů obsahují podrobné informace týkající se zajištění pitné vody a likvidace komunálních odpadních vod v jednotlivých částech obcí v České republice. Na národní úrovni¹⁶ pak obsahuje souhrnné údaje a popisy nadobecních systémů vodovodů a kanalizací v jednotlivých krajích.

Hydroekologický informační systém VÚV TGM

HEIS VÚV TGM¹⁷ je centrálním informačním systémem VÚV TGM, v. v. i., v oblasti vodního hospodářství a ochrany vod a informačním zdrojem pro řešitele ústavu a uživatele z řad veřejné správy a odborné i laické veřejnosti. Jádrem celého systému je geodatabáze zahrnující široké spektrum údajů z oblasti vodního hospodářství a ochrany vod (hydrografie, hydrologie, chráněná území ve vztahu k vodám, množství a jakost povrchových a podzemních vod, užívání vod, antropogenní vlivy na stav vod apod.), která poskytuje základ pro jejich podrobnější vyhodnocení (zpracování souhrnných informací o vodách v ČR, statistická vyhodnocení, modelování množství a jakosti vod apod.).

Bilance množství a jakosti vody ČR

Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ) zpracovává bilanci množství vody pro 10 bilančních oblastí a 74¹⁸ dílčích povodí v České republice a bilanci jakosti pro několik set profilů povrchových a podzemních vod. Zprávy od roku 2002 jsou k dispozici na webových stránkách ČHMÚ¹⁹.

Integrovaný systém plnění ohlašovacích povinností (ISPOP)

ISPOP²⁰ je neveřejný informační zdroj (o data lze požádat prostřednictvím žádosti podle zákona č. 106/1999, o svobodném přístupu k informacím), který umožňuje zpracování a příjem vybraných hlášení (ohlašovacích povinností) z oblasti životního prostředí v elektronické podobě a jejich další distribuci příslušným institucím veřejné správy. Pomocí ISPOP předávají tedy povinné subjekty informace například o odběrech a vypouštěních (viz část Evidence odběrů a vypouštění). ISPOP je zřízen zákonem č. 25/2008 Sb., o integrovaném registru znečišťování životního prostředí a integrovaném systému plnění ohlašovacích povinností v oblasti životního prostředí. Řízcovatelem ISPOP a věcným garantem obsahu formulářů, tzn. ohlašovacích povinností, je Ministerstvo životního prostředí.

¹⁶ <http://eagri.cz/public/web/mze/voda/vodovody-a-kanalizace/plany-rozvoje-vodovodu-a-kanalizaci/prvku-cr/plan-rozvoje-vodovodu-a-kanalizaci-ceske.html>

¹⁷ <http://heis.vuv.cz/>

¹⁸ Do roku 2006 to bylo 53 povodí.

¹⁹ <http://voda.chmi.cz/opzv/bilance/bilance.htm>

²⁰ <http://www.ispop.cz>

Výsledky projektu Rebalance podzemních vod

V rámci projektu Rebalance zásob podzemních vod proběhlo hodnocení přírodních zdrojů podzemních vod a jejich využitelného množství u 58 vybraných hydrogeologických rajonů. Hodnoceny byly vodohospodářsky významné hydrogeologické rajony, kde podzemní voda je jediným zdrojem pro zásobování obyvatel pitnou vodou a balance je zde napjata, anebo hydrogeologické rajony s odběry podzemních vod výrazně převyšujícími odběry povrchových vod. Výsledky jsou k dispozici na stránkách projektu²¹.

Další data

Existuje několik databází zahrnujících údaje o užívání povrchových a podzemních vod využitelných ve studii vodní stopy:

LCI databáze

Ecoinvent [35] je jednou z nejrozsáhlejších LCIA databází, která v sobě zahrnuje i údaje o užívání vody. Další databází je například Quantis Water Database.

Water footprint statistics (WaterStat)

Stránka Water Footprint Network²² obsahuje soubory dat o vodních stopách plodin, biopaliv, hospodářských zvířat a živočišných potravin a států.

Další zdroje

Každý rok je publikováno několik článků a studií zaměřených na potřebu vody jednotlivých produktů, zemědělských plodin či hospodářských zvířat např. [41, 42]. Dalším zdrojem informací jsou environmentální prohlášení produktů zveřejňovaná jednotlivými producenty. Literární řešerše tak může doplnit mnoho informací, které není možno získat přímo (primární data).

Datové zdroje využitelné při identifikaci a kvantifikaci emisí do vod (viz další kapitola) uvádí například Vyskoč a kol. [43].

II.4.5 Emise ve vazbě na vody

Posuzování dopadů ve vztahu k jakosti (kvalitě) vody je spojeno s identifikováním znečišťujících látek, které jsou v rámci životního cyklu produktu, procesu či organizace emitovány do vod. Výsledný dopad emisí na jakost vod je ovlivňován jednak vlastnostmi znečišťujících látek a jednak jejich chováním v jednotlivých složkách životního prostředí. Také způsoby vnosu jsou pro různé látky velmi rozdílné jak v ploše povodí, tak v čase. Posuzování dopadu emisí na stav vod tak představuje řešení komplexního problému [43].

²¹ <http://www.geology.cz/rebalance>

²² <http://temp.waterfootprint.org/?page=files/WaterStat>

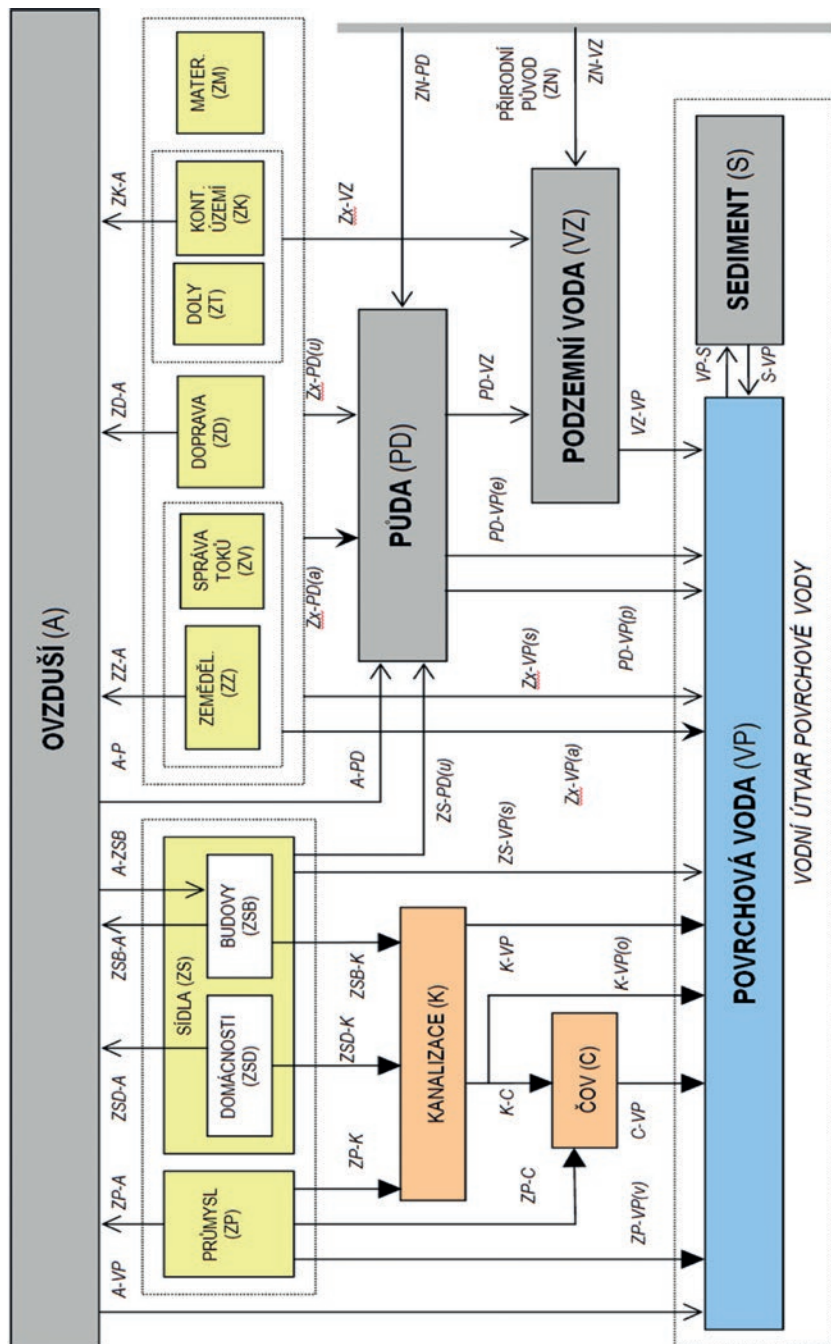
Emise do vod mohou být přímé či nepřímé. Přímé emise tvoří zejména odpadní vody vypouštěné do vodního prostředí. V této souvislosti je třeba upozornit na fakt, že až na výjimky dané § 38 odst. 7 vodního zákona [22] je přímé vypouštění odpadních (tedy znečištěných) vod do podzemních vod zakázáno.

Nepřímé emise pak představují znečišťující látky, které se atmosférickou depozicí nebo přímou aplikací na zemský povrch dostávají na půdu, vegetaci, vodní hladinu nebo na upravené, zpevněné plochy a následně vodou, povrchovým smyvem nebo přes podzemní vody se dostávají i do povrchových vod. Množství nepřímých emisí ovlivňuje charakter látky a vlastnosti prostředí. Vyhodnocení (kvantifikace) vstupu látek do povrchových vod přes atmosférickou depozici je vzhledem k rozsahu dostupných dat dosti problematické, nicméně je možné identifikovat území, kde je riziko vstupu látek do povrchových vod přes atmosférickou depozici vysoké (tzv. „hot spots“).

Popisem zdrojů znečištění a cest, kterými se znečišťující látky dostávají do povrchových vod, se v souvislosti s implementací směrnice 2000/60/ES zabývají příslušné směrné dokumenty [44, 45]. Z těchto směrných dokumentů vychází pro podmínky ČR modifikované schéma (*obr. 8*) zdrojů znečištění, složek prostředí a cest znečišťujících látek pro potřeby identifikace významných zdrojů a cest znečišťujících látek pro posuzování dopadu emisí. Individualizovaná schémata pro jednotlivé významné znečišťující látky identifikované v ČR lze nalézt ve výstupu z výzkumného projektu QJ1220346 [43], který byl zaměřen na identifikaci zdrojů znečištění ve vodách.

Kvantifikace emisí do povrchových vod z půdy a atmosférické depozice přes podzemní vody je v zásadě možná přes hodnoty naměřených koncentrací znečišťujících látek v podzemních vodách a hodnoty základního odtoku. Tento výpočet je však zatížen velkou nejistotou vzhledem k variabilitě koncentrací i podílů základního odtoku, takže může být brán pouze jako orientační. Přístup je obdobný výpočtu látkového odtoku v povrchových vodách, ovšem vzhledem k nízké frekvenci monitoringu jakosti podzemních vod, neexistenci jednoho reprezentativního objektu a odvozených hodnot základního odtoku je jejich přesnost výrazně nižší [43 kap. 2.10.5].

Zkušenosti z řešení projektu QJ1220346 a dalších projektů VÚV TGM ukazují, že stanovení nepřímých emisí z konkrétního zdroje je zatíženo značnými nejistotami jak v množství těchto emisí, tak místě a čase emisí v důsledku zejména nejistot v datech pro podrobné vyhodnocení a nejistot ve stanovení mobility jednotlivých znečišťujících látek v atmosféře a půdním prostředí.



Obr. 8. Schéma zdrojů znečištění, složek prostředí a cest znečišťujících látek [43, 46]

Legenda: ZP – Průmyslové lokality; ZS – Sídla (zdroj je dále členěn na domácnosti a budovy); ZSD – Domácnosti a služby; ZSB – Budovy, zpevněné povrchy sídel a sídelní infrastruktura; ZZ – Zemědělství, lesnictví, rybníkářství a akvakultura; hospodářské lesy, pole, sady a vinice (rostlinná výroba), pastviny (živočišná výroba), rybníky, sádky; ZV – Správa vodních toků a nádrží; ZD – Automobilová, železniční, letecká a lodní doprava a její infrastruktura (mimo sídla); ZT – Těžba nerostných surovin: aktivní hlubinné a povrchové doly a lomy, místa průzkumu ložisek; ZK – Historická kontaminovaná území (staré skládky, opuštěné doly, staré vojenské objekty); ZM – Materiály a stavby mimo sídelní oblasti; ZN – Přírodní původ látky; A – Ovzduší; PD – Půda a vegetační pokryv; VZ – Podzemní voda a horninové prostředí; VP – Povrchová voda; S – Sediment ve vodních tocích a nádržích; ZN-VZ – Přírodní původ látky v horninovém prostředí; ZN-PD – Přírodní původ látky v půdě; P-A – Úniky látky z průmyslových zdrojů do ovzduší, ZSD-A – Úniky z užívání látky v domácnostech do ovzduší; ZSB-A – Úniky látky z budov a ploch v sídelních oblastech do ovzduší; ZD-A – Úniky látky z dopravy do ovzduší; ZZ-A – Úniky látky ze zemědělství a lesnictví do ovzduší; ZK-A – Úniky látky z historických kontaminovaných míst do ovzduší; ZP-VP – Přímé vypouštění průmyslových odpadních vod do povrchové vody; ZP-K – Vypouštění průmyslových odpadních vod do kanalizace; ZP-C – Čištění průmyslových odpadních vod na ČOV; ZSD-K – Vypouštění odpadních vod z domácností a služeb do kanalizace; ZSB-K – Vypouštění srážkových vod ze sídelních oblastí do kanalizace; K-VP – Vypouštění odpadních vod z kanalizace do povrchové vody; K-VP(o) – Vypouštění odpadních vod z kanalizace do povrchové vody odlehčením (mimo ČOV); K-C – Odtok odpadních vod z kanalizace na ČOV; C-VP – Vypouštění odpadních vod z ČOV do povrchové vody; A-VP – Atmosférická depozice na vodní plochy; A-ZSB – Atmosférická depozice na střechy budov a zpevněné povrchy sídel; A-PD – Atmosférická depozice na půdu; Zx-VP(a) – Aplikace látky do povrchové vody při rybníkářství nebo správě vodních toků a nádrží (Pozn.: Vypouštění odpadních vod je zařazeno do průmyslových zdrojů.); Zx-VP(s) – Povrchový smyv látky do povrchové vody v důsledku zemědělské činnosti, lesnictví, těžby a dopravy, povrchový smyv látky ze sídelní infrastruktury v nekanalizovaných sídlech; Zx-PD(a) – Vnos (aplikace) látky do půdy (pesticidy, hnojivo) jako součást zemědělské nebo lesnické činnosti (Pozn.: Vypouštění odpadních vod je zařazeno do průmyslových zdrojů.); Zx-PD(u) – Úniky látky do půdy v důsledku zemědělské činnosti, lesnictví, těžby a dopravy, únik látky do půdy ze sídelní infrastruktury a z užívání v domácnostech a v nekanalizovaných sídlech a z materiálů a staveb mimo sídla, únik látky do půdy v kontaminovaných místech (staré zátěže a skládky) (Pozn.: Vypouštění odpadních vod je zařazeno do průmyslových zdrojů.); Zx-VZ – Únik látky ze zdroje do horninového prostředí a podzemní vody v důsledku těžby nebo historické kontaminace území (Pozn.: Vypouštění odpadních vod je zařazeno do průmyslových zdrojů.); PD-VP(e) – Eroze: vstup látky do povrchové vody s erozí půdy; PD-VP(p) – Podpovrchový odtok látky z půdy do povrchové vody (bez vstupu do podzemní vody); PD-VZ – Vstup látky z půdy do podzemní vody; VZ-VP – Odvodnění látky z podzemní vody do povrchové vody; VP-S – Ukládání látky do sedimentu; S-VP – Uvolnění látky ze sedimentu do povrchové vody.

Integrovaný registr znečištění

Integrovaný registr znečišťování životního prostředí (IRZ)²³ je zřízen a spravován Ministerstvem životního prostředí jako veřejný informační systém veřejné správy. V IRZ jsou evidovány údaje o únicích látek do ovzduší (roční množství uniklé látky) přesahující legislativně určené prahové hodnoty.

II.5 Posuzování dopadů vodní stopy

Náplní fází posuzování dopadů vodní stopy je přiřazení výsledků inventarizace užívání vody jednotlivým kategoriím dopadu a vyčíslení míry jejich působení prostřednictvím charakterizačních modelů (tzv. charakterizace). Přepočet výsledků inventarizační analýzy na výsledky indikátorů kategorií dopadů pak umožní jejich vzájemné porovnání.

²³ <https://www.irz.cz>

Dopady spojené s užíváním vody mohou být vztahovány k množství (dostatku) či jakosti vody (dostupnosti). Stopa nedostatku vody (water scarcity footprint) je de facto stopa dostupnosti vody, která zohledňuje pouze otázky množství vody, a je založena na charakterizačních modelech (viz kapitolu Charakterizační model a charakterizační faktor a kapitolu Přehled v současnosti aktuálních modelů), které vysvětlují místní rozdíly v nedostatku vody.

Stopa dostupnosti vody (water availability footprint) je výsledkem posouzení environmentálních dopadů užívání vod v rámci životního cyklu produktu, procesu či organizace na dostupnost vody, a to jak z pohledu množství, tak kvality vod.

Stopy degradace vod se zabývají environmentálními dopady spojenými s jakostí vod. Norma nestanovuje konkrétní kategorie dopadů spojené s jakostí vod, pouze uvádí jako příklad vodní eutrofizaci, vodní acidifikaci, vodní ekotoxicitu a tepelné znečištění. Jiné příklady byly uvedeny v kapitole Kategorie dopadu a jejich indikátory. Další příklady kategorií dopadu lze nalézt v ČSN ISO 14047 [47].

II.5.1 Kategorie dopadu a jejich indikátory

Kategorie dopadu představuje konkrétní problém životního prostředí, který je užíváním vod způsoben. Každá kategorie je pak reprezentována svým indikátorem či indikátory. Indikátor kategorie dopadu je měřitelná veličina s jasně definovanými jednotkami, pomocí níž sledujeme, jak moc se daná kategorie dopadu v důsledku užívání vod prohlubuje, rozvíjí či zhoršuje [11]. V rámci LCA jsou rozlišovány dvě úrovně/typy kategorií dopadu:

- midpoint²⁴ – úroveň problémů,
- endpoint²⁵ – úroveň škod.

Rozdíl mezi oběma úrovněmi si ukážeme na klasickém příkladu eutrofizace. Pro pochopení vlivu užívání vod je třeba si správně nadefinovat řetězec příčin a následků (cause – effect chain). V důsledku biochemických a metabolických procesů v lidském těle vyprodukuje každý člověk (je zdrojem) cca 1,5 g fosforu denně. To je přirozený proces, ovšem v přirozených „přírodních“ podmínkách se značná část takto vyprodukovaného fosforu vůbec nedostane od vod. V podmínkách koncentrovaného výskytu obyvatel (sídelní aglomerace) je tento fosfor prostřednictvím kanalizačních systémů transportován do vodního prostředí (přímé emise). To už je proces, který je antropogenně podmíněn. V případě vysokého vstupu živin (zejména dusíku a fosforu) do vodního prostředí dochází k tzv. nadměrné eutrofizaci, tj. ke vzniku „problému“ (úroveň midpoint). Důsledkem je přemnožení planktonu a také sinic (tzv. vodní květ). Po odumření této biologické hmoty se vlivem jejího rozkladu projeví nedostatek kyslíku ve vodě (zejména u dna). Následné vymírání

²⁴ V českých normách [9] jsou tyto pojmy překládány jako střední bod (midpoint) a konečný bod (endpoint).

²⁵ Obdobně je producentem fosforu prakticky každý žijící živočich.

ryb a dalších organismů představuje dopad na ekosystémy – snížení biodiverzity (úroveň endpoint). Sinice produkují toxiny, které v případě nadměrného rozmnožení sinic mohou způsobit hygienické a zdravotní problémy koupajícím se obyvatelům – dopad na lidské zdraví (úroveň endpoint).

Mezi příklady posuzovaných kategorií dopadu na úrovni midpoint patří:

- ionizační záření,
- vodní toxicita,
- dostupnost vody,
- acidifikace vod,
- eutrofizace vod,
- užití půdy.

Na úrovni endpoint pak:

- lidské zdraví,
- kvalita ekosystémů,
- přírodní zdroje.

II.5.2 Řetězec příčin a následků – environmentální mechanismy ve vazbě na vodu

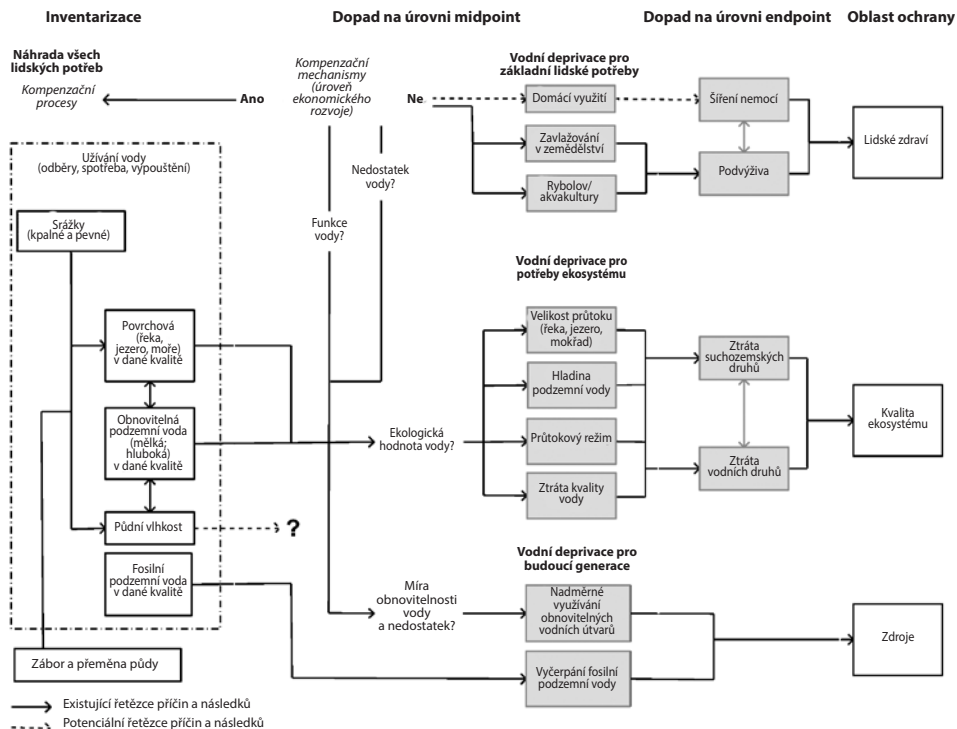
Užívání a spotřeba vody může vést k dopadům na lidské zdraví, ekosystémy a přírodní zdroje různými „cestami“ (pathways). Základní environmentální mechanismy popsalo mnoho autorů [48–53], lze však předpokládat, že dosud stále nejsou definovány všechny možné environmentální mechanismy. *Obrázek 9* zobrazuje řetězec příčin a následků spojených s užíváním vody. Dopady spojené s užíváním sladké vody jsou spojeny s obnovitelnými zdroji dostupnými v přírodě²⁶ (viz kapitolu II.1.3), jejich odběrem, spotřebou a vypouštěním, včetně změny jakosti vypouštěné vody. Užití sladké vody může vyvolat potenciální dopady na lidské zdraví, ekosystémy a zdroje. Tyto dopady mohou souviset s nedostatkem vody, funkcemi vody, ekologickou hodnotou vody²⁷ a mírou obnovitelnosti vody. Dopady jsou ovlivněny možnostmi realizace kompenzačních mechanismů, jako jsou například vodní nádrže pro zachycení vod v době nadbytku a jejich vypouštění v době nedostatku vody, budování čistíren odpadních vod apod. Podrobnější informace o řetězcích příčin a následků lze nalézt v odborné literatuře (např. [50, 54]).

II.5.3 Charakterizační model a charakterizační faktor

Charakterizační model je definovaný postup, jak vyjádřit vliv vstupů a výstupů posuzovaného produktového systému na příslušnou kategorii dopadu. Každý charakterizační model je definován na základě konkrétního mechanismu působení na dopadovou energii s použitím odpovídajícího indikátoru kategorie dopadu, a to buď na úrovni

²⁶ Tzv. fosilní podzemní vody nejsou zahrnuty.

²⁷ Ekologickou hodnotou vody popisuje fyzické vazby a závislost ekosystémů na vodě [49].



Obr. 9. Řetězec příčin a následků spojených s užíváním vody (převzato z [50])

midpoint, nebo *endpoint* [11] (bližší vysvětlení viz kapitulu II.5.1). V případě příkladu eutrofizace v kapitole II.5.1 by se jednalo vlastně o tři možné modely. Na úrovni *midpoint* jde o postup jak kvantifikovat eutrofizační potenciál každého místa vstupu na eutrofizaci vod. Na úrovni *endpoint* pak jde o postup jak kvantifikovat pokles biodiverzity a zhoršení lidského zdraví v důsledku vstupu fosforu do vodního prostředí. V praxi se používají různé charakterizační modely, a to i pro stejné kategorie dopadu. Vzhledem k tomu, že celý koncept LCA vodní stopy je relativně mladý, tak vývoj charakterizačních modelů prochází (a nejspíše ještě určitou dobu bude procházet) poměrně dynamickým vývojem. Je třeba také zmínit, že mnohé modely či obecně přístupy pro vyjádření environmentálních dopadů jsou částí vědecké komunity považovány za chybné [např. 18]. Základní informace o některých v současnosti používaných modelech uvádí kapitoly II.5.5 a II.5.6.

Charakterizační faktor (CF) používaný v rovnici (1) je pak vyjádření vlivu jednotkového množství vstupu/výstupu na jednotlivé kategorie dopadu v daném místě a čase v rámci daného charakterizačního modelu. Charakterizační faktory jsou výsledky výpočtů jednotlivých metod LCA. Charakterizační faktory představují potenciální podíl elementárních toků (prvků, sloučenin) na určitou environmentální problema-

tiku (kategorii dopadu). Sady charakterizačních faktorů jsou tabelované soubory hodnot přepočtových koeficientů elementárních toků, u kterých byl vyhodnocen a kvantifikován vliv na jednotlivé kategorie dopadu.

Charakterizační faktory jsou definovány na základě charakterizačních modelů. Hodnoty charakterizačních modelů jsou součástí metodik jednotlivých metod LCIA. Charakterizační faktory jsou využity ve fázi posuzování dopadů životního cyklu (LCIA), v procesu charakterizace. Ta následuje po klasifikaci, ve které jsou výsledky inventarizace (LCI) – tedy specifická nebo databázová data, přiřazena k jednotlivým kategoriím dopadu.

Přepočtem elementárních toků charakterizačními faktory podle rovnice (1) je vypočten potenciální vliv posuzovaných produktů (složených z elementárních toků) na jednotlivé kategorie dopadu, vyjádřený v indikátorech kategorií dopadu.

Výskyt sladké vody na Zemi je velmi proměnlivý, a to jak v prostoru, tak v čase. Proto nejsou hodnoty charakterizačních faktorů obvykle konstantní, viz kapitolu II.4.3.

II.5.4 Zásady pro volbu charakterizačních modelů

V uplynulých letech bylo vyvinuto několik schémat zahrnutí užívání vody do charakterizačních modelů s ohledem na různé řetězce příčin a následků. V roce 2012 konstatovala pracovní skupina WULCA, že žádná ze současných metod nepostihuje dostatečně všechny environmentální mechanismy spojené s užíváním vody [50], toto konstatování zůstává doposud v platnosti.

V obecné rovině lze vycházet z doporučení pro modely LCA [55]. Při volbě charakterizačních modelů pro studie vodní stopy je vhodné se řídit následujícími dvěma zásadami:

1. Charakterizační modely musí postihovat všechny významné dopady na životní prostředí a všechna užívání vod

Dopady spojené s užíváním vody jsou spojené s rozličnými environmentálními mechanismy. Na základě definovaných cílů a rozsahu studie vodní stopy je třeba zvolit takové indikátory kategorií dopadu, u kterých lze očekávat (s ohledem na užívání vody) významné dopady na životní prostředí.

Uvedme si názorný příklad. Při výrobě elektrické energie v jaderných, plynových či uhelných elektrárnách se voda užívá zejména ve fázi samotné výroby v elektrárně a užití, resp. spotřeba vody ve fázi získávání surovin i ve fázi stavby elektrárny představuje obvykle nevýznamný či zanedbatelný podíl na celkové spotřebě vody [56]. Voda v elektrárně je spotřebovávána zejména při procesu chlazení, kdy nedochází k užití jiných látek. V podmínkách České republiky je obvyklé, že jako zdroj vody pro chlazení jsou využívány řeky či vodní nádrže. Zjednodušeně řečeno tak elektrárna odebere z řeky směs vody (H_2O) a rozpuštěných a nerozpuštěných látek, které jsou v říční vodě obsaženy; z této směsi v chladicím okruhu odpaří čistou vodu (H_2O) a zbytkové znečištění pak opět „vrátí“ do řeky. Teoreticky by se mohlo zdát, že užitím vody v chladicím okruhu elektrárny tak nedochází k ovlivnění kvality vody

a celá studie vodní stopy se může omezit pouze na dopady vztažené k úbytku vody (water scarcity). Reálně však dochází ke zvýšení koncentrace znečišťujících látek v řece/vodní nádrži s možnými negativními dopady například na toxicitu, acidifikaci či eutrofizaci.

2. Charakterizační modely musí umožnit řešení ve vhodném prostorovém a časovém měřítku

Obecně platí, že výskyt vody na Zemi a dopady spojené s užíváním vod jsou v čase i prostoru proměnlivé. Dopady spojené s užíváním vod tak mají lokální charakter a jsou vztaženy ke konkrétním srážkovým, hydrologickým, geografickým, hydrogeologickým charakteristikám, resp. ke klimatickým, ekosystémovým a sociálně-ekonomickým podmínkám. Proto je třeba volit takové charakterizační modely, které umožňují tuto proměnlivost zachytit alespoň v takové míře podrobnosti, která odpovídá cílům a rozsahu studie vodní stopy.

S ohledem na sezonnost výskytu vody by měly být upřednostňovány modely umožňující charakterizaci v měsíčním kroku před modely s ročním krokem. Řešení v ročním kroku by mělo být vždy zdůvodněno a v rámci citlivostní analýzy musí být prokázáno, že řešení v ročním kroku nezpůsobí významné chyby výsledku.

S ohledem na prostorovou variabilitu výskytu vody je třeba řešení vždy vztahovat ke vhodným územním celkům, přičemž s ohledem na přírodní charakter vody by mělo být upřednostňováno řešení ve vhodných hydrologických celcích, tj. povodích. Je třeba ovšem pamatovat na to, že povodí povrchových vod nemusí být totožná s povodími podzemních vod. Řešení v povodích je komplikováno také skutečností, že sociálně-ekonomické informace nejsou obvykle vztahovány k hydrologickým celkům, ale ke správním celkům.

II.5.5 Přehled v současnosti aktuálních modelů

Charakterizační modely vodní stopy můžeme rozdělit podle jejich zaměření na modely komplexní LCA, v nichž je zahrnuta problematika užívání vody a na modely specificky zaměřené na problémy způsobené užíváním vody.

Stručná charakteristika metod komplexní LCA

Zde je uveden stručný souhrn některých metod používaných v komplexních studiích LCA. Podrobnější informace o jednotlivých metodách včetně dalších modelů lze nalézt v odborné literatuře (například [11, 54]).

CML-IA

Metoda CML Impact Assessment je vyvíjena od roku 2001 v Center of Environmental Science of Leiden University [57] a je zaměřena na midpointové indikátory. Jde o velmi používanou a uznávanou metodu, která je např. přímo doporučována pro zpracování Environmentálního prohlášení o produktu (EPD – Environmental product declaration) v rámci ISO 14025 nebo ISO 15084. Výsledky jsou vyjadřovány v ekvivalentech referenční látky jednotlivých kategorií dopadu.

Ecological scarcity 2013

Metoda je vyvíjena ve Švýcarsku od roku 1997 (postupně pod názvy Ecopoints nebo Umweltbelastungspunkte method) [58]. Jejím principem je přepočítání spotřeby zdrojů a emisí pomocí „eko-faktorů“, které reflektují environmentální legislativu nebo strategie a politiky. Výsledky jsou vyjadřovány v „eko-bodech“ UBP (environmental loading points – Umweltbelastungspunkte).

EDIP 2003

Environmental Development of Industrial Products (EDIP) [59] je metoda vyvíjená od roku 1997 v Dánsku. Metoda využívá midpointové i endpointové procesy. Jde o velmi komplexní metodu, která zohledňuje expozici a transport i u lokálních a regionálních kategorií dopadu a umožňuje modelování v delších dopadových řetězcích a s vyšším zohledněním lokalizace dopadů.

Impact 2002+

Impact 2002+ (IMPact Assessment of Chemical Toxins) [60] je metoda vyvíjená Swiss Federal Institute of Technology – Lausanne (EPFL). Metoda zahrnuje 14 midpointových a 4 endpointové kategorie dopadu (lidské zdraví, kvalita ekosystémů, změna klimatu a zdroje).

ReCiPe

Metoda ReCiPe [61] je sloučením metod Eco-indicator a CML a jejím účelem je využití midpointového a endpointového přístupu uvedených metod.

Metoda je rozdělena na tři typy perspektiv: I (individualist), která vychází z předpokladu krátkodobého účinku dopadů a „technologického optimismu“; H (hierarchist), která je založena na běžných principech, zahrnujících časový rámec a další faktory; E (egalitarian), která pracuje s dlouhodobým časovým rámcem a prognózami.

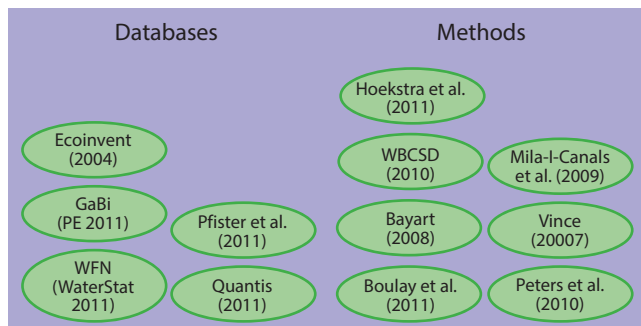
ILCD 2011

ILCD 2011 je soubor různých midpointových a endpointových metod. Tento soubor jednotlivých metod je harmonizován Evropskou komisí [62].

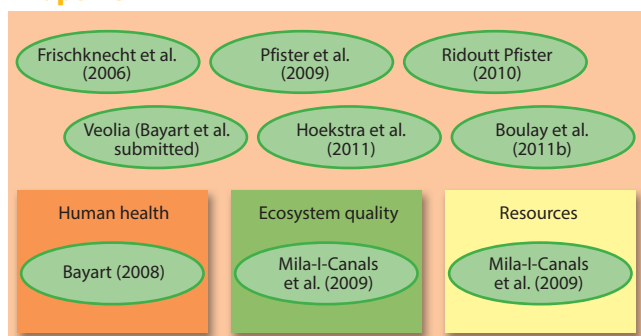
Modely zaměřené na vodu

Vývoj charakterizačních modelů pro popis dopadů spojených s užíváním vody znamenal poměrně značný vývoj v uplynulých letech. Zejména v oblasti posuzování spojených s množstvím vody na úrovni midpoint bylo již vyvinuto několik generací modelů. Tyto modely jsou většinou postaveny na poměru mezi užíváním vody a dostupností vod. První generace poměřovala odběry vůči dostupnosti (Withdrawals-to-Availability) například [48, 63–67]. Protože však část odebrané vody je vrácena zpět do systému a může být znovu použita, byla druhá generace postavena na poměru spotřeby vůči dostupnosti (Consumption-to-Availability). Do této generace modelů lze zařadit například [51, 68–70]. Ve třetí generaci modelů došlo k rozšíření

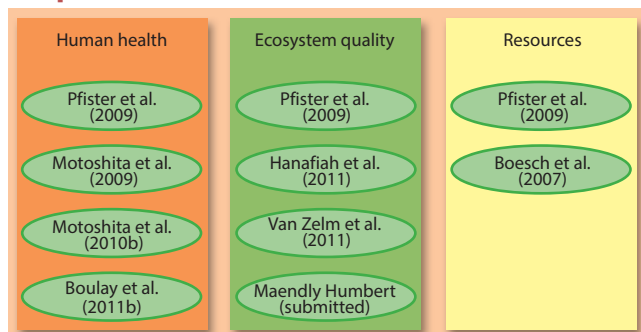
Inventory



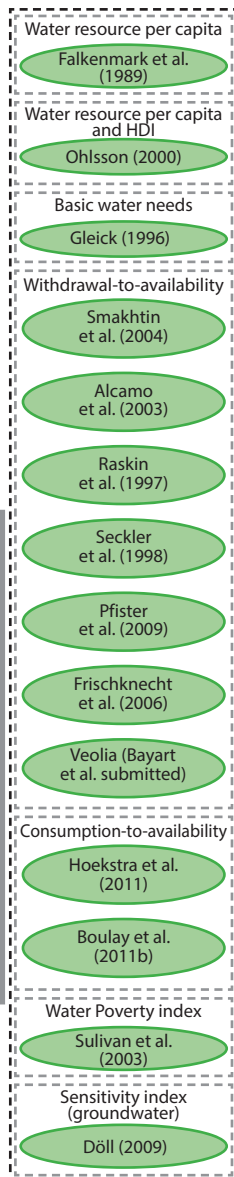
Midpoint



Endpoint



Water indexes



Caption: Method / index Methods or water index addressing water use

Obř. 10. Přehled možných zdrojů o užívání sladké vody (inventarizační fáze) a metod posuzování dopadů s klasifikací pro tři oblasti ochrany (převzato z [50])

o potřeby vody pro ekosystémy (Demand-to-Availability) [38, 53]. Zatím poslední generace modelů je postavena na vyjádření relativní dostupnosti (Availability-to-Reference). Představitelem čtvrté generace modelů jsou modely Available Water Remaining [38] a japonský model postavený na obnovitelnosti vodních zdrojů [37], které jsou podrobněji popsány v další kapitole.

Kromě modelů zaměřených na dostupnost dat vznikají postupně také modely zaměřené na dopady spojené s jakostí vody. Přehledné shrnutí dostupných metod a jejich zaměření, včetně možných zdrojů pro inventarizaci, bylo publikováno v literatuře [50] a uvádí jej *obr. 10*. V literatuře lze nalézt i další přehledy vhodných metod (např. [54]). Jak bude pokračovat vývoj v této oblasti, lze předpokládat, že budou v následujících letech vznikat jak nové metody, tak aktualizované přehledy existujících metod. Je proto vhodné provést před řešením studie literární rešerši aktuálních doporučených metod.

II.5.6 Popis vybraných modelů

Available Water Remaining

Metoda byla vyvinuta v rámci pracovní skupiny WULCA (Water Use in LCA) pod záštitou UNEP SETAC Life Cycle Initiative [38, 71]. Jedná se o metodu charakterizace užívání vod v řešeném území (povodí či jiný územní celek) pro potřeby LCIA (Life cycle Impact Assessment) postavenou na dostupnosti vody po odečtení potřeb vody pro společnost a ekosystémy vztáženou k ploše.

Myšlenka charakterizačního faktoru vychází z předpokladu, že čím méně vody zbývá k využití, tím je větší pravděpodobnost, že další uživatel bude omezen. V prvním kroku je spočítána dostupná voda po odečtení potřeb pro společnost a ekosystémy (AMD – Available-Minus-Demand) na plochu [$m^3 \cdot m^{-2} \cdot \text{měsíc}^{-1}$]. Ve druhém kroku je hodnota AMD vážena relativní spotřebou vody ve světě $AMD_{word\ avg}$, která byla spočtena hodnotou $0,0136\ m^3 \cdot m^{-2} \cdot \text{měsíc}^{-1}$. Ve třetím kroku je stanovena hodnota charakterizačního faktoru prostou inverzí. Hodnota charakterizačního faktoru je omezena na interval $\langle -0,1; 100 \rangle$. Převrácená hodnota AMD může být interpretována jako ekvivalentní množství času na plochu (STe – Surface-Time equivalent), které je nutné ke generování $1\ m^3$ nevyužité vody.

$$AMD_i = \frac{Availability - HWC - EWR}{Area} \quad (2)$$

Kde: *Availability* je dostupná voda

HWC spotřeba vody společností (Human Water Consumption),

EWR požadavky životního prostředí (Environmental Water Requirements).

$$STe_i = \frac{1}{AMD_i} \quad (3)$$

$$CF = \frac{STe_i}{STe_{world\ avg}} = \frac{AMD_{world\ avg}}{AMD_i} \quad (4)$$

$$AWARE = Max = 100 \text{ pro } AMD_i < 0.01 \times AMD_{world\ avg} \quad (5)$$

$$AWARE = Min = 0.1 \text{ pro } AMD_i > 10 \times AMD_{world\ avg} \quad (6)$$

V současnosti jsou na stránkách pracovní skupiny WULCA²⁸ k dispozici hodnoty charakterizačního faktoru AWARE pro více jak jedenáct tisíc hlavních povodí světa a pro jednotlivé země. Údaje pro jednotlivé země jsou pak přímo dostupné v některých LCA softwarech, např. SimaPro. Údaje pro jednotlivé země však nedoporučujeme používat, protože vznikly přepočtením údajů agregovaných na celá povodí přes plochu povodí v dané zemi²⁹. Pro vnitrozemské státy tak mohou být údaje značně nepřesné. Princip metody je však kvalitní a považujeme tento model za jeden z nejvhodnějších pro posuzování vlivu na dostupnost vodních zdrojů (water scarcity footprint), neboť jej lze vcelku snadno využít pro stanovení regionalizovaných hodnot charakterizačního faktoru (například [31]).

Mezi určitou nevýhodu charakterizačních faktorů AWARE můžeme zařadit nerozlišování mezi jednotlivými zdroji vod. Na tomto přístupu se dohodli experti v pracovní skupině WULCA z důvodu neexistence dostatečně robustních modelů propojujících povrchové a podzemní vody s ekosystémy. Dalším důvodem pro nerozlišování zdrojů vody v modelu AWARE je někdy problematické určení významnosti jednotlivých zdrojů vody [53].

Charakterizační model postavený na obnovitelnosti vodních zdrojů

Jedná se o metodu charakterizace užívání vod v řešeném území (povodí či jiný územní celek) postavenou na obnovitelnosti vodních zdrojů v řešeném území [37]. Na rozdíl od jiných metod (například [63]) nevyužívá tato metoda pro konstrukci charakterizačního faktoru hodnotu užívání vod v řešeném území, takže nemohou nastat situace, kdy je užívání vody započítáno „dvakrát“ [18]. Mezi další výhody metody patří schopnost prostorové a časové diferenciaci i rozlišení jednotlivých typů zdrojů. Model je využitelný pro posuzování vlivu na dostupnost vodních zdrojů (water scarcity footprint).

Myšlenka charakterizačního faktoru vychází z předpokladu, že dopad užití jednotkového množství vody je nepřímě úměrný schopnosti zdroje toto množství dodat/nahradit. V povodí s nedostatkem vody musí být k dispozici větší plocha nebo delší čas k vytvoření požadovaného množství vody. Jinými slovy potenciální dopad může být vyjádřen jako plocha povodí nebo doba potřebná k získání jednotkového množství vody v každém zdroji.

²⁸ <http://www.wulca-waterlca.org>

²⁹ To lze odvodit například z toho, že Maďarsko má stejnou hodnotu charakterizačního faktoru jako povodí Dunaje, ve kterém ostatně celé leží. Toto potvrdila i Anne-Marie Boulay v rámci konzultace této skutečnosti.

Charakterizační faktor je definován jako:

$$fwua_{x,l} = \frac{A_{x,l}}{A_{ref}} = \frac{T_{x,l}}{T_{ref}} \quad (7)$$

Kde: $fwua_{x,l}$ je charakterizační faktor „nedostupnosti vody“ pro zdroj x v místě,
 $A_{x,l}$ plocha potřebná k získání jednotkového množství vody v definovaném čase ve zdroji x v místě,
 A_{ref} plocha potřebná k získání jednotkového množství vody v definovaném čase za referenčních podmínek,
 $T_{x,l}$ čas potřebný k získání jednotkového množství vody z definované plochy ve zdroji x v místě,
 T_{ref} čas potřebný k získání jednotkového množství vody z definované plochy za referenčních podmínek.

Faktory $A_{x,l}$ a $T_{x,l}$ jsou definovány jako:

$$A_{x,l} = \frac{Q_{A,ref}}{P_{x,l}} \quad (8)$$

$$T_{x,l} = \frac{Q_{T,ref}}{P_{x,l}} \quad (9)$$

Kde: $Q_{A,ref}$ je referenční množství vody na jednotku času [$m^3 \cdot rok^{-1}$],
 $Q_{T,ref}$ referenční množství vody na jednotku plochy [$m^3 \cdot m^{-2}$],
 $P_{x,l}$ roční schopnost vodního cyklu obnovit zdroj x v místě [$m \cdot rok^{-1}$].

Referenční množství vody může mít libovolnou hodnotu. Autoři [37] při stanovení referenční hodnoty vychází z celosvětového průměru srážek na $1 m^2$ plochy zemského povrchu, který činí přibližně 1000 mm. Tuto hodnotu používají pro vyjádření charakterizačního faktoru jak pro srážky, tak pro zdroje povrchových a podzemních vod s vysvětlením, že veškeré zdroje sladké vody pocházejí ze srážek. Globální průměrnou hodnotu srážek tak považují za vhodný ukazatel pro vážení obnovitelných zdrojů³⁰. Za výhodu metody lze označit snadnou kalkulaci na základě lokálních hydrologických dat poskytovaných Českým hydrometeorologickým ústavem i srozumitelnou interpretaci výsledků, kdy užívané množství vody je podle rovnice (1) transformováno na ekvivalentní množství průměrných celosvětových srážek. Hodnoty charakterizačního faktoru pro srážky a celkový odtok pro hydrologická povodí III. řádu v ČR stanovené na základě hydrologického modelu BILAN uvádí příloha VIII.3. Jak však ukazuje provedená analýza [72], jsou tyto tabelované hodnoty pro

³⁰ Za obnovitelné zdroje nejsou v tomto smyslu považovány „fosilní“ podzemní vody bez možnosti doplnění ze srážek.

některá povodí relativně nepřesná a pro tato povodí by bylo vhodnější vycházet z údajů získaných od ČHMÚ. Údaje pro vybrané profily ČHMÚ uvádí příloha VIII.5. Odtok podzemních vod (subsurface runoff) lze považovat za odpovídající přirozené schopnosti obnovy podzemních vod ze srážek. V české hydrologické praxi tomuto pojmu odpovídá pojem přírodní zdroje podzemních vod, které jsou obvykle svázány s tzv. základním odtokem. Hodnoty charakterizačního faktoru pro jednotlivé hydrogeologické rajony uvádí příloha VIII.4.

Při srážkách $1000 \text{ mm} \cdot \text{rok}^{-1}$ je třeba 1 m^2 a doby jednoho roku k dosažení referenční hodnoty 1 m^3 . Faktor nedostupnosti vodních zdrojů $fwua = 1,0$. Jako příklad uvažujeme povodí o ploše 1 km^2 , srážkami $500 \text{ mm} \cdot \text{rok}^{-1}$, odtokem povrchových vod o velikosti $100\,000 \text{ m}^3 \cdot \text{rok}^{-1}$ a základním odtokem $50\,000 \text{ m}^3 \cdot \text{rok}^{-1}$ (viz obr. 11). V tomto povodí se srážkami $500 \text{ mm} \cdot \text{rok}^{-1}$ je potřeba k dosažení referenčního objemu 1 m^3 buďto plocha 2 m^2 , nebo doba 2 let. Charakterizační faktor srážek (*precipitation – p*) $fwua_p = 1000 / 500 = 2$. Pokud odtoková výška z povodí činí $100 \text{ mm} \cdot \text{rok}^{-1}$ (např. z povodí o ploše $1 \text{ km}^2 = 1\,000\,000 \text{ m}^2$ odteče za rok $100\,000 \text{ m}^3$), pak je charakterizační faktor odtoku povrchových vod (*surface water – sw*) $fwua_{sw} = 1000 / 100 = 10$. Obdobně charakterizační faktor podzemních vod (*ground water – gw*) $fwua_{gw} = 1000 / 50 = 20$. Potenciální dopad užívání vody v povodí pak může být vypočítán pro jednotlivé zdroje vydělením součtu užívání každého zdroje jeho charakterizačním faktorem:

$$WSF = \sum fwua_{x,l} \times WI_{x,l} \quad (10)$$

Kde: $fwua_{x,l}$ je charakterizační faktor „nedostupnosti vody“
pro zdroj x v místě l ,

WSF vodní stopa nedostatku vody (water scarcity footprint) založená
na potenciálním dopadu,

$WI_{x,l}$ výsledek inventarizační analýzy užívání vody vycházející ze
spotřeby vody ve zdroji x v místě l ,

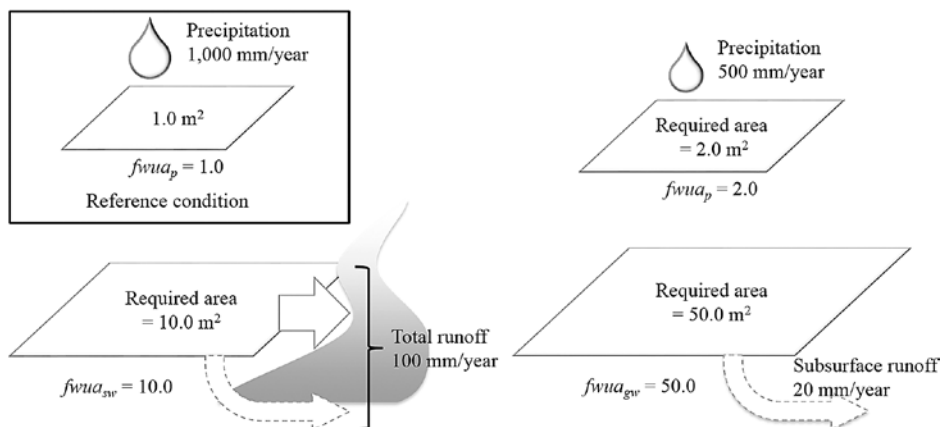
T_{ref} čas potřebný k získání jednotkového množství vody
z definované plochy za referenčních podmínek.

Pokud v našem ukázkovém povodí je produkován výrobek, k jehož výrobě je potřeba 4 m^3 vody z toho 2 m^3 dešťových srážek, $1,5 \text{ m}^3$ povrchových vod a $0,5 \text{ m}^3$ podzemních vod, pak jeho vodní stopa nedostatku vody činí $44 \text{ m}^3 \text{ H}_2\text{Oekv}$, kdy H_2Oekv představuje množství srážek spadlých na celém světě.

Výše popsaný princip lze snadno upravit pro rozdílné časové úseky (sezonní, měsíční).

Metoda Swiss Ecoscarcity

Metoda Swiss Ecoscarcity 2006 (water) [65, 73] byla doporučena [62] pro posuzování na úrovni midpoint, pro zohlednění dopadů s vyčerpáním zdrojů vody. Metoda byla v češtině popsána například v učebnici Posuzování životního cyklu



	Characterization factor		LCI	LCIA
	Annual rate of hydrological cycle (mm/year)	Water unavailability factor ($fwua$)	Water footprint inventory (m³/year)	Water scarcity footprint (m³ H ₂ Oeq/year)
Precipitation water	500	2.0	2.0	4.0
Surface water	100	10.0	1.5	15.0
Groundwater	20	50.0	0.5	25.0
Total	-	-	4.0	44.0

Obr. 11. Schéma principu charakterizačního modelu využívajícího obnovitelnost vodních zdrojů [37]

[11 kap. 7.6]. Metoda má velmi jednoduchý environmentální model, protože se vztahuje k použití vody k místnímu nedostatku vody. To umožňuje rozlišování různých úrovní dopadu způsobené odběrem vody. V roce 2013 byla metoda rozšířena o možnost další regionalizace nedostupnosti vody pomocí Google EarthTM vrstev a doporučila ekologický faktor pro užívání sladké vody vztahovat ke spotřebě (Consumption-to-Availability) namísto odběrů (Withdrawals-to-Availability) [58].

Metoda je založena na principu hodnocení míry dosažení cílové hodnoty „distance to target principle“. Předpokládáme, že každý zásah do životního prostředí nás přibližuje k určitému kritickému bodu – míry znečištění prostředí, který je neúnosný, limitní. Tyto limitní hodnoty pro jednotlivé environmentální zásahy jsou v podstatě konsenzuálně mezinárodně přijaté cílové hodnoty daných látek v prostředí, např. množství skleníkových plynů v atmosféře. Princip metody spočívá v porovnání velikosti současného toku znečišťující látky do prostředí s velikostí cílového – kritického toku. Čím vyšší je tok emise do prostředí ve srovnání s cílovou hodnotou, tím rychleji se blížíme do kritického bodu, a tím vyšší je environmentální dopad. Kritický tok je určen pro každou látku, pro kterou existují právní normy nebo politické cíle. Mějme proto na paměti, že se nejedná o skutečnou ekologickou relevanci, ale o významnost emisí z pohledu současného veřejného zájmu, stavu poznání a politické vůle, což se může s časem významně měnit. Zároveň stanovení ekofaktoru je možné pouze pro

ty látky, které mají limitní hodnoty podchyceny v legislativě národní nebo v rámci mezinárodních úmluv. Pokud neexistuje cílová limitní hodnota pro danou látku, je možné při definování ekofaktoru použít expertní odhad nebo odhad vycházející z modelování situace.

Ekofaktor se stanoví jako poměr současného a kritického toku.

$$Ekofaktor = \frac{1EP}{F_k} \times \frac{F}{F_k} \times c \quad (11)$$

Kde: EP (*ecopoint*) je bod environmentálního zatížení – jednotka ekofaktoru,
 F současný tok dané látky do prostředí (t/rok),
 F_k kritický roční tok látky (t/rok),
 c konstanta 10^{12} /rok.

Rovnice pak prošla ještě drobnými matematickými úpravami, vážením apod. Vyjádření environmentálních dopadů pomocí ekofaktoru/bodů environmentálního zatížení umožňuje jejich sčítání mezi různými kategoriemi dopadu a vyjádření celkového environmentálního zatížení jednou hodnotou. Každému environmentálnímu dopadu je přiřazen konkrétní ekofaktor, jenž je měřítkem potenciální škodlivosti dané emise. Ekofaktory jsou určeny pro složku atmosféra, půda s podzemními vodami a voda, přičemž látka může mít jinou hodnotu ekofaktoru v různých složkách prostředí. Vzhledem k tomu, že metoda byla vyvinuta a použita ve Švýcarsku za použití cílových hodnot kritických toků stanovených podle místní legislativy, jsou tyto hodnoty místně specifické a neodrážejí lokální dopady v jiných regionech. Některé evropské země proto definovaly své vlastní národní ekofaktory. Zároveň ekofaktory postavené na globálních hodnotách pro globální kategorie dopadu, jsou dobře použitelné i pro jiná území.

Charakterizační model zohledňující dopad spotřeby vody na biodiverzitu

Tato metoda je zatím nejnovějším přístupem zaměřeným na dopad spotřeby vody na biodiverzitu [74]. Cílem bylo vytvořit soubor charakterizačních faktorů pro potřebu LCIA (*Life cycle Impact Assessment*) určující pokles biodiverzity různých taxonomických druhů (např. ptáků, plazů, obojživelníků a savců) žijících v mokřadech. Dále postihuje i úbytek rostlinných druhů v terestrických ekosystémech v důsledku užívání vody. Charakterizační faktory jsou vyjádřeny jako globální frakce potenciální druhové extinkce na metr krychlový roční spotřeby vody. Data byla shromážděna a zpracována celosvětově podle dostupnosti regionálních dat, proto jednotlivé oblasti mají různou míru nepřesnosti. V potaz bylo bráno nejen geografické rozšíření druhů, ale také míra jejich ohrožení podle IUCN (International Union for Conservation of Nature), vyjádřená jako indikátor zranitelnosti (*vulnerability indicator*), který je součástí charakterizačního faktoru. Model byl pak aplikován pro posuzování dopadu celosvětové produkce pšenice, kukuřice, rýže a bavlny. Studie ukázala, že samotné určení spotřeby vody nestačí k odhadu míst s největším dopadem spotře-

by vody, ale je zapotřebí zohlednit druhovou bohatost a zranitelnost jednotlivých druhů. Verones [74] uvádí, že vytvořené globální faktory přináší relevantní informace i ve vysokém prostorovém rozlišení a jsou přímo použitelné pro potřeby LCA studií.

Charakterizační faktor pro živočišné druhy

Charakterizační faktory CF byly počítány na základě faktoru osudu FF (*fate factor*) a faktoru efektu EF (*effect factor*), které bývají běžně používány pro LCIA hodnocení kvality ekosystému. Pro každý mokřad k a každý taxon t byl CF počítán zvlášť a pak byl sdružen do celkového CF pro každý taxon. Jednotka $CF_{k,t}$ pro taxon je druhový ekvivalent $\cdot \text{rok}/\text{m}^3$ a vyjadřuje počet globálních druhových ekvivalentů potenciálně ztracených za rok díky spotřebě 1 m^3 vody. Verones používá druhový ekvivalent a ne pouze počet druhů, protože CF zahrnuje rozšíření o zranitelnost společenstev a indikátor potenciální globální extinkce.

$$CF_{k,t} = FF_k \times EF_{k,t} \quad (12)$$

Kde: $CF_{k,t}$ je charakterizační faktor pro mokřad k a taxon t ,
 FF_k faktor osudu pro mokřad k [$\text{m}^2 \cdot \text{rok}/\text{m}^3$], představuje změnu rozlohy mokřadu kvůli spotřebě $1\,000 \text{ m}^3$ vody za rok přímo z mokřadu nebo jeho povodí a byl spočítán pro každý mokřad zvlášť metodou zjednodušené vodní bilance [75],
 $EF_{k,t}$ faktor efektu pro mokřad k a taxon t [druhový ekvivalent/ m^2] definován jako potenciální ztráta taxonu t ($\Delta S_{k,t}$) na m^2 úbytku rozlohy mokřadu (ΔA_k) a počítán pro každý taxon t a každý mokřad k zvlášť:

$$EF_{k,t} = \frac{\Delta S_{k,t}}{\Delta A_k} \times VS_{k,t} \quad (13)$$

Kde: $\Delta S_{k,t}$ je míra zranitelnosti (vulnerability score) pro mokřad k a taxon t podle vztahu:

$$VS_{k,t} = \sum_j^{n_k} VS_{t,j} \quad (14)$$

Kde: n_k je počet pixelů připadajících na plochu mokřad k ,

$$VS_{t,j} = \frac{\sum_{i=1}^n VS_{i,j}}{S_{t,j}} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{TL_{i,j} \times GR_{i,j}}{\sum_{j=1}^m GR_{i,j}}}{S_{t,j}} \quad (15)$$

Kde: $VS_{i,j}$ je míra zranitelnosti druhu, i odpovídá plošnému podílu z celkové velikosti rozsahu příslušného druhu (součet $GR_{i,j}$ představující relevanci každého pixelu pro globální stanoviště daného druhu $GR_{i,j}$ je velikost pixelu),

TL (threat level) stupeň ohrožení druhu podle IUCN,
GR (geographic range) geografické rozšíření druhu.

Celková míra zranitelnosti $VS_{t,j}$ taxonu t v pixelu j je založena na míře ohroženosti $VS_{i,j}$ všech druhů i příslušného taxonu t . $VS_{t,j}$ nabývá hodnoty od 0 do 1. Maximální hodnota 1 značí přítomnost vysoce ohrožených, endemických druhů blízkých extinkci, zatímco nižší hodnoty znamenají nižší zranitelnost.

Z hodnot $CF_{k,t}$ získaných pro všechny mokřady a druhy byly agregovány hodnoty celkových $CF_{k,t}$ včetně vážení hodnot, založeném na míře zranitelnosti VS a globální druhové bohatosti (podrobněji Verones a kol. [76] a v suplementu k [74]). Výsledkem byly hodnoty PDF_{global} (*potentially disappeared fraction of species*) jako vyjádření celkové hodnoty $CF_{k,t}$ [$PDF_{global} \cdot \text{rok}/\text{m}^3$], udávající globální extinkci druhů vyvolanou spotřebou vody (PDF 1 znamená, že všechny druhy zvířat byly ztraceny).

Charakterizační faktor pro cévnaté rostliny

Při určení charakterizačních faktorů pro cévnaté rostliny [74] vycházejí z několika modelů, které také používají termín PDF v území ovlivněném významnou spotřebou vody. Vychází z předpokladu, že dostupnost vody je jedním z hlavních faktorů limitace růstu rostlin ve srovnání s ostatními klimatickými faktory růstu. Předpokládají, že veškerá voda je pro růst rostlin stejně relevantní, ať už voda přímo přijatá rostlinami, nebo odtok, který nakonec také bude využit k růstu rostlin dolů po proudu. Počítají faktor osudu pro rostliny FF_{plant} [$\text{m}^2 \cdot \text{rok}/\text{m}^3$] jako rozlohu ovlivněnou spotřebou vody za čas rovnající se převrácené hodnotě srážek pro každé povodí q .

Pfister a kol. [63] zavádí jednotku EF_{plant} jako obdobu PDF .

$$EF_{plant,j} = NPP_{wat-lim} \times Z_j \times S_{plant,j} \times VS_{plant,region} \quad (16)$$

$$VS_{plant,region} = \frac{ER_{plant,region}}{S_{plant,region}} \times TL_{plant} \quad (17)$$

Kde: $EF_{plant,j}$ [druhový eq/ m^2] je část čisté primární produkce, která je limitována vodou, neboli do jaké míry klima, potažmo dostupnosti vody, omezuje růst rostlin $NPP_{wat-lim}$
 Z_j prostorově vyjádřený druhově akumulací faktor, který určuje regionální rozdíly a nabývá hodnot od 0,2 do 0,5 m^2 jako funkce stavu ekosystému,
 S_{plant} druhová bohatost,
 $VS_{plant,region}$ míra zranitelnosti rostlin pro region a je počítána jako poměr bohatosti endemických druhů,
 $ER_{plant,region}$ k celkové druhové bohatosti v regionu a násobeno stupněm ohrožení TL_{plant} .

Verones dále rozlišuje různou situaci v podélném profilu toku a zavádí specifický charakterizační faktor:

$$CF_{\text{watershed}} = \frac{(EF_{\text{plant},j} \times FF_{\text{plant},j})}{S_{\text{plant,global}}} \quad (18)$$

Kde: $EF_{\text{plant},j}$ a $FF_{\text{plant},j}$ jsou průměrné hodnoty pro povodí,
 $S_{\text{plant,global}}$ globální druhová bohatost rostlin.

Více informací o modelech a jejich úpravě pro mapové analýzy viz [74].

Výsledek modelování, nejistoty a využití

Verones a kol. vypočítali CF pro vodní ekosystémy a jejich živočišné druhy, stejně tak i pro terestrické ekosystémy a jejich cévnaté rostliny. Vznikla celosvětová mapová vrstva CF a její využitelnost byla ukázána v případové studii potenciálního dopadu pěstování pšenice, rýže, kukuřice a bavlny, což jsou světově nejdůležitější a nejrozšířenější zemědělské plodiny. Podle očekávání má zemědělská produkce obrovský dopad z hlediska spotřeby vody, ale samotná hodnota spotřeby vody není dobrým ukazatelem největšího dopadu a škod. Jednotlivé oblasti a jejich ekosystémy jsou různě zranitelné, což lze postihnout právě pomocí této metody, která zahrnuje druhovou bohatost a její zranitelnost.

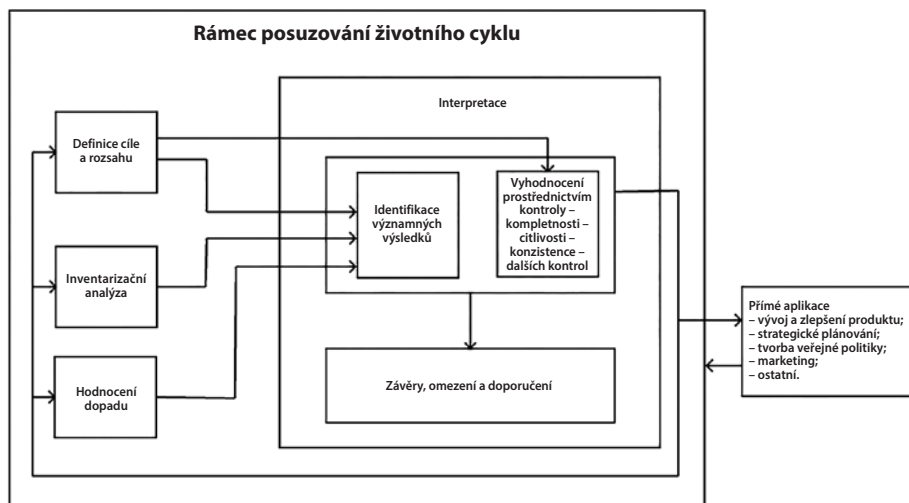
Mapová vrstva CF je dostupná jako ArcGIS shapefile pro využití v regionálních LCA posuzováních. Protože bylo použito modelování na globální úrovni, CF pro živočišné taxony zahrnují mnoho nepřesností díky určité míře zjednodušení. Největší nejistota plyne z modelování FF [75], a to hlavně u mokřadů závislých na podzemní vodě. Další nepřesnost plyne z ročního charakteru modelu a dat, kdy není postihnuta sezonní variabilita. Pro některé oblasti nebyla dostupná dostačující data, a proto nemohly být CF vypočteny. V České republice existují dostatečné informace jak o spotřebě vody, tak o areálech rozšíření druhů a o mokřadech mezinárodního, národního i lokálního významu. Těchto dat by se dalo využít při případném využití popsané metody a zpřesnění vypočtených CF pro území České republiky.

II.6 Interpretace výsledků

Interpretace výsledků má za cíl výstupy/data získaná během studie setřídít a následně vhodně a srozumitelně interpretovat. Fáze interpretace životního cyklu studie se skládá z několika prvků (viz obr. 12). Interpretace výsledků se zpravidla skládá z těchto činností:

- identifikace významných záležitostí založená na výsledcích posuzování vodní stopy, např. procesy s významným přispěním k vypočteným vodním stopám, nejvíce ovlivněný environmentální mechanismus (mechanismy), elementární toky, které nejvíce přispívají k výsledku (výsledkům) posuzování vodní stopy,
- hodnocení, které bere v úvahu kontroly úplnosti, citlivosti a konzistence,
- úvahy o geografických a časových aspektech,
- závěry posuzování vodní stopy,
- omezení posuzování vodní stopy,

- kvalitativní a/nebo kvantitativní posuzování nejistoty, například použitím simulace Monte Carlo,
- úvahy o analýze citlivosti s cílem poskytnout prostor v rozsahu uvedeném v zaznamenaných výsledcích.



Obr. 12. Vztahy prvků LCA v rámci interpretace výsledků

II.6.1 Identifikace významných zjištění

Pro usnadnění určení závažných problémů, ve shodě se stanovením cíle a rozsahu studie a interaktivně s vyhodnocovací částí, je zapotřebí strukturovat výsledky studie. Účelem této interakce je zohlednit důsledky použitých metod, vytvořených předpokladů atd. v předchozích fázích, jako jsou alokační pravidla, rozhodnutí o omezeních, vyčlenění kategorií dopadu, indikátorů kategorií a modelů.

Příklady závažných problémů jsou:

- inventarizační údaje, jako jsou energie, emise, odpad,
- kategorie dopadu, jako je použití zdroje, změna klimatu,
- závažné příspěvky stadií životního cyklu k výsledkům studie, jako například jednotlivé jednotkové procesy nebo skupiny procesů, jako je doprava a výroba energie.

K identifikaci environmentálních problémů a stanovení jejich závažnosti je vhodné využít rozmanitosti specifických přístupů, metod a nástrojů.

Z předchozích fází studie jsou požadovány tyto čtyři typy informací:

- zjištění z předchozích fází studie, která mají být shromážděna a strukturována spolu s informacemi o kvalitě údajů;
- volby metodologických postupů, jako jsou alokační pravidla, hranice produktového systému studie, indikátory kategorie a modely použité ve studii;

- volby hodnot ve studii použité, jak je uvedeno ve stanovení cíle a rozsahu;
- role a zodpovědnosti různých zainteresovaných stran, jak je uvedeno ve stanovení cíle a rozsahu ve vztahu k zadání, a také výsledky z procesu konkurenčního kritického přezkoumání, pokud je prováděno.

Po vytvoření závěrů z předchozích fází studie a jejich porovnání s požadavky cíle a rozsahu studie musí být určen význam těchto závěrů.

Všechny příslušné výsledky aktuálně dostupné musí být shromážděny a sjednoceny pro další analýzu, včetně informací o kvalitě údajů.

II.6.2 Kontrola úplnosti, citlivosti a konzistence

Analýza citlivosti slouží k posouzení, co se stane s výsledky, pokud se změní vstupní hodnoty, a tudíž k posouzení, které faktory a jakou měrou ovlivňují výsledek studie vodní stopy.

Obecně lze konstatovat, že faktory či vstupní data, která ovlivňují výsledek studie nejvýznamněji, by měly být identifikovány s co největší přesností, tj. použít buďto primární data⁹, nebo použít rozsah hodnot. Naopak pro vyjádření vstupních hodnot faktorů s malým vlivem na výsledky studie lze, bez nebezpečí významného ovlivnění studie, použít data sekundární.

Pokud byla stanovena vylučující kritéria, či byly ze studie vyloučeny nebo zanedbány některé faktory (viz princip Úplnosti v kapitole II.2), nebo přijaty předpoklady pro řešení studie (viz kapitolu II.3), musí citlivostní analýza prokázat, že stanovená cut-off kritéria a přijaté předpoklady nemají významný dopad na výsledky studie.

II.6.3 Závěry posuzování vodní stopy

Ze studie musí být vytvořeny závěry. Mělo by to být prováděno v interakci s ostatními aktivitami ve fázi interpretace životního cyklu. Následují logické postupy tohoto procesu:

- a. identifikace závažných problémů;
- b. vyhodnocení metodologie a výsledků pro komplexnost, citlivost a konzistenci;
- c. utvoření předběžných závěrů a kontrola, že jsou v souladu s požadavky cíle a rozsahu studie, zahrnující obzvláště požadavky na kvalitu údajů, předběžně definované předpoklady a hodnoty, metodologická omezení, omezení studie a požadavky na využití;
- d. pokud jsou závěry konzistentní, uvedou se jako úplné závěry, pokud ne, vrátí se podle potřeby ke krokům a), b) nebo c);
- e. doporučení by měla být založena na konečných závěrech studie a měla by odrážet logický a racionální důsledek závěrů;
- f. kdykoliv je to žádoucí s ohledem na cíl a rozsah studie, měla by být vysvětlena určitá doporučení adresovaná těm, kdo činí rozhodnutí;
- g. doporučení by se měla týkat zamýšleného použití studie vodní stopy.

II.6.4 Omezení posuzování vodní stopy

Posuzování vodní stopy samo o sobě nestačí k popsání celkových potenciálních environmentálních dopadů produktů, procesů nebo organizací. Rozhodnutí o dopadech, která jsou založena pouze na jediné environmentální záležitosti, mohou být v rozporu se záměry a cíli spojenými s jinými environmentálními záležitostmi. Někdy vodní stopa nedokáže prokázat významné rozdíly mezi kategoriemi dopadů a souvisejícími výsledky indikátorů alternativních produktů, procesů nebo organizací. To může být způsobeno:

- a. omezeními spojenými se stanovením funkční jednotky,
- b. omezeným vývojem charakterizačního modelu, analýzou citlivosti a analýzou nejistoty při posuzování dopadu vodní stopy,
- c. omezeními inventarizační analýzy vodní stopy, jako je např. stanovení hranice systému, která nezahrnují všechny možné jednotkové procesy pro produkt, proces nebo organizaci nebo nezahrnují všechny vstupy a výstupy každého jednotkového procesu, protože tam jsou omezení, chybějící údaje a související předpoklady,
- d. omezeními inventarizační analýzy vodní stopy, jako je např. nedostačující kvalita inventarizačních údajů vodní stopy, která může být způsobena například nejistotami nebo rozdíly v alokačních a agregačních postupech,
- e. omezeními v dostupnosti vhodných a reprezentativních inventarizačních údajů pro každou kategorii dopadu.

II.6.5 Posouzení nejistot

Nejistoty souvisejí s prostorovými a časovými charakteristikami každé kategorie dopadu. Rozdíly v prostorovém a časovém rozlišení mohou vést k různým výsledkům vodní stopy.

Základními typy a zdroji nejistot studií jsou:

- Nepřesnost dat způsobená chybou měření či vzorkování.
- Chybějící data při inventarizaci.
- Nereprezentativní hodnoty dat, která jsou použita v případě náhrady chybějících dat z podobných procesů/projektů, která však nevhodně reprezentují studovaný systém.
- Nejistoty modelů. Zjednodušené modely nemohou vystihnout komplexnost jevů i některých produktových systémů.
- Nejistoty zvolených předpokladů:
 - a. prostorová a časová proměnlivost dat: Shromažďovaná data potřebná pro fázi inventarizace se mohou měnit jak v čase, tak i v závislosti na geografickém umístění produktového systému nebo v závislosti na geografickém rozsahu zvolených hranic systému.
 - b. proměnlivost produktového systému: Každý produktový systém podléhá určitým změnám a odchylkám od svého normálního chování.

- c. citlivost cílových objektů: Mezi subjekty nepříznivého působení elementárních toků patří široká škála organismů s různou mírou citlivosti.
- d. epistemologická nejistota: Rozvoj lidského poznání je nikdy nekončícím procesem stejně jako neukončený vývoj metodiky vodní stopy.
- e. chyby: Lidský faktor.
- f. odhady nejistot: Samotný odhad nejistot studie je zdrojem nejistot.

V současné době neexistuje konsenzus týkající se jediné uznávané metodiky pro konzistentní a přesné propojování inventarizačních údajů s konkrétními potenciálními environmentálními dopady. Modely pro kategorie dopadů se nacházejí v různých etapách vývoje.

II.6.6 Podávání zpráv

Strategie podávání zpráv je integrální součástí LCA. Podávání zpráv o posuzování vodní stopy a o výsledcích vodní stopy se má řídit pravidly popsány v ISO 14044 [9]. Jestliže potenciální environmentální dopady související s vodou nebyly posuzovány komplexně, musí se termín vodní stopa uvádět pouze s rozlišujícím přívlastkem (viz kapitolu II.2.12).

Typ a formát zprávy musí být určen ve fázi stanovení cíle a rozsahu studie.

Výsledky a závěry posuzování vodní stopy musí být kompletně, přesně a nestranně zaznamenány a předloženy cílové skupině. Výsledky, údaje, metody, předpoklady a omezení musí být transparentní a musí být prezentovány dostatečně podrobně, aby čtenář pochopil složitosti a změny, které jsou spojeny s posuzováním vodní stopy. Zpráva musí rovněž umožňovat použití výsledků a interpretace způsobem, který je v souladu s cíli studie.

Typy zdrojů vody a potenciálních environmentálních dopadů související s vodou, které jsou řešeny použitou metodou (metodami) posuzování dopadu vodní stopy, musí být explicitní.

Podávání zpráv o inventarizaci vodní stopy má být transparentní s uvedením informací o každém elementárním toku (viz kapitolu II.1.13) a také o zdrojích údajů.

Podávání zpráv o inventarizaci vodní stopy má být transparentní.

Nadbytečné indikátory kategorie dopadu (tj. indikátory obsahující dvojí započtení) se nesmějí ve zprávě uvádět paralelně bez jasného označení nadbytečnosti.

Ve zprávě se musí uvést výsledky interpretace.

Je-li to možné, mají se ve zprávě uvést podněty pro zlepšení environmentální výkonnosti spojené s vodou v souvislosti s výrobky, procesy nebo organizacemi na různých místech během životního cyklu.

Když se porovnávají vodní stopy různých produktových systémů, procesů nebo organizací, má se provádět kontrola jednotnosti, jak je popsáno v ISO 14044 [9].

Zpracovatel studie vodní stopy má podle normy ČSN ISO/TS 14071 v kap. 4.4 [77] (v optimálním případě) obdržet pro účely zpětné vazby k zajištění souladu se studií vodní stopy všechny následné tiskové zprávy, konečné nebo jiné zkrácené souhrny vodní

stopy. Vzhledem k tomu, že toto doporučení není uvedeno v základních normativních dokumentech pro posuzování vodní stopy [7–9], doporučujeme toto explicitně uvést buď ve smlouvě o zpracování studie vodní stopy, nebo ve zprávě o výsledcích vodní stopy.

Dodatečné požadavky a návod pro zprávy třetí straně

Mají-li být výsledky posuzování vodní stopy oznámeny jakékoli třetí straně (tj. jiné zainteresované straně, než je zmocněnec nebo zpracovatel studie), musí se vypracovat zpráva třetí straně.

Zpráva třetí straně může být založena na dokumentaci studie obsahující důvěrné informace, které nesmějí být zahrnuty ve zprávě třetí straně.

Zpráva třetí straně představuje referenční dokument a musí být k dispozici té třetí straně, které je určeno posuzování vodní stopy a které se oznamují výsledky vodní stopy. Zpráva třetí straně musí zahrnovat tyto aspekty:

A. obecné aspekty:

1. objednatel nebo zpracovatel studie (interní nebo externí);
2. datum zprávy;
3. oznámení, že studie byla provedena podle požadavků této mezinárodní normy;

B. cíl studie:

1. důvody provádění studie;
2. zamýšlené použití;
3. cílové skupiny;
4. informace o tom, zda je studie součástí posuzování životního cyklu, kde je určeno porovnávací tvrzení;

C. rozsah studie:

1. funkce, včetně:
 - i. oznámení o charakteristikách výkonnosti;
 - ii. vynechání doplňujících funkcí při porovnáních;
2. funkční jednotka, včetně:
 - i. soulad s cílem a rozsahem;
 - ii. její definice;
 - iii. výsledku měření výkonnosti;
3. hranice systému, včetně:
4. geografických a časových dimenzí studie;
 - i. vynechání potřebných etap životního cyklu, procesů nebo údajů;
 - ii. kvantifikace energetických a materiálových vstupů a výstupů;
 - iii. předpokladů o výrobě elektrické energie, je-li to relevantní;
 - iv. typu vstupů a výstupů systému ve formě elementárních toků;
 - v. kritérií rozhodování;
 - vi. hranic organizace, je-li to relevantní;

4. omezující kritéria pro počáteční začlenění vstupů a výstupů, včetně:
 - i. popisu omezujících kritérií a předpokladů;
 - ii. vlivu výběru na výsledky;
 - iii. kritérií pro zařazení;
5. zdůvodnění všech úprav počátečního rozsahu;

D. inventarizační analýza vodní stopy:

1. postupy sběru údajů;
2. kvalitativní a kvantitativní popis jednotkových procesů, včetně podrobností o jednotlivých údajích;
3. zdroje údajů, včetně použitého modelu (modelů) a publikované literatury;
4. výpočtové postupy;
5. validace údajů, včetně:
 - i. požadavků na kvalitu údajů;
 - ii. posouzení kvality údajů;
 - iii. nakládání s chybějícími údaji;
6. analýza citlivosti pro zpřesnění hranic systému;
7. alokační zásady a postupy, včetně:
 - i. dokumentace a zdůvodnění alokačních postupů;
 - ii. jednotného použití alokačních postupů;
8. inventarizace použitého období jako základu, je-li relevantní;

E. posuzování dopadu vodní stopy, přichází-li to v úvahu:

1. postupy posuzování dopadu, výpočty a výsledky studie;
2. omezení výsledků posuzování dopadu ke stanovenému cíli a rozsahu;
3. vztah výsledků posuzování dopadu ke stanovenému cíli a rozsahu;
4. vztah výsledků posuzování dopadu k inventarizačním výsledkům;
5. uvažované kategorie dopadů a indikátory kategorií, včetně zdůvodnění jejich výběru a odkazu na jejich zdroj;
6. popisy všech charakterizačních modelů, charakterizačních faktorů a použitých metod nebo odkaz na ně, včetně všech předpokladů a omezení;
7. popisy všech výběrů hodnot použitých ve vztahu ke kategoriím dopadů, k charakterizačním modelům, charakterizačním faktorům, normalizaci, seskupování, vážení a kdekoli při posuzování vodní stopy nebo odkaz na ně, zdůvodnění jejich použití a jejich vlivu na výsledky, závěry a doporučení;
8. prohlášení, že výsledky posuzování dopadu jsou relativní vyjádření a nepředávají dopady na konečné body kategorií, překračování prahových hodnot, bezpečnostních mezí nebo rizik;
9. jedná-li se o součást posuzování vodní stopy, pak také:
 - i. popis a zdůvodnění tohoto stanovení a popis všech kategorií dopadů, indikátorů dopadů nebo charakterizačních modelů použitých při posuzování dopadu;
 - ii. oznámení a zdůvodnění všech seskupení kategorií dopadů;

- iii. všechny další postupy, které přeměňují výsledky indikátorů, a zdůvodnění vybraných odkazů, váhových faktorů atd.;
- iv. jakákoli analýza výsledků indikátorů, např. analýza citlivosti a nejistoty nebo použití environmentálních údajů včetně každého vlivu na výsledky;
- v. nejistota metody posuzování dopadu vodní stopy;
- vi. údaje a výsledky indikátorů dosažené před normalizací, seskupováním nebo vážením musí být k dispozici spolu s normalizovanými, seskupenými nebo váženými výsledky;

F. interpretace:

- 1. výsledky;
- 2. závěry;
- 3. předpoklady a omezení související s interpretací výsledků ve vztahu jak k metodice, tak k údajům;
- 4. posuzování kvality údajů;
- 5. transparentnost, pokud jde o výběry hodnot, zdůvodnění a odborných posudků;
- 6. popřípadě popis pozitivních aspektů, existují-li.

Příkladem pozitivního aspektu může být výrobní závod, který čerpá říční vodu a před jejím použitím v procesech odstraňuje z vody organické látky. Většina upravené vody se vrací do řeky s nižším obsahem organických látek.

G. kritické přezkoumání, přichází-li to v úvahu:

- 1. jméno a institucionální příslušnost posuzovatelů;
- 2. zprávy z kritického přezkoumání;
- 3. reakce na doporučení.

II.7 Kritické přezkoumání

Kromě požadavků na kritické přezkoumání uvedených v normách ISO 14046, 14040 a 14044 se posuzovatel kritického přezkoumání řídí též normou ISO 14071 [77]. Při zpracování studie vodní stopy je proto vhodné přihlížet k požadavkům této normy. Cílem kritického přezkoumání je ověření, že informace vztahující se k vodní stopě jsou pravdivé a korektně vykázané. Proto osoba³¹ nebo tým provádějící kritické přezkoumání (dále jen „posuzovatel“) musí být vždy nezávislý na zpracovateli studie vodní stopy. Kritické přezkoumání se buďto provádí „ex post“, tj. po zpracování studie vodní stopy, nebo v průběhu zpracování studie vodní stopy. Souběžná přezkoumání mohou pomoci vyloučit významné korekce studie na konci procesu, které mohou znamenat práci navíc a zpoždění. Zpracovatel studie vodní stopy by měl do výstupů zahrnout takové informace, aby v rámci procesu kritického přezkoumání mohlo být zkontrolováno, že:

³¹ Norma ISO 14044 v kap. 6.2 [9] umožňuje kritické přezkoumání interním či externím odborníkem nezávislým na LCA s výjimkou porovnávacích tvrzení přístupných veřejnosti, kdy je požadováno přezkoumání týmem zainteresovaných stran. Blíže jsou pojmy nezávislý expert definovány v normě ISO 14071 [77].

- metody použité pro určování vodních stop jsou v souladu s normou ČSN ISO 14046 [7], resp. s ČSN ISO 14044 [9],
- metody a inventarizační modelování použité pro posuzování vodní stopy jsou vědecky i technicky platné,
- použité údaje a výsledky modelu s ohledem na cíl a rozsah studie jsou vhodné a dostatečné,
- interpretace výsledků vodní stopy odrážejí identifikovaná omezení a cíl dané studie,
- zpráva o studii je transparentní a v souladu s cílem a rozsahem studie vodní stopy.

To zahrnuje všechny aspekty LCA včetně vhodnosti a přiměřenosti údajů, výpočtových postupů, inventarizace životního cyklu, metodiky posuzování dopadů, charakterizačních faktorů, vypočtené LCI a výsledků analýzy inventarizace vodní stopy a interpretace. Při kritickém přezkoumání na konci studie se všechny úkoly v rámci přezkoumání provádějí, když je předán posuzovateli návrh zprávy o posuzování vodní stopy. Při kritickém přezkoumání souběžném s prováděním posuzování/studie vodní stopy se předkládají jednotlivé výstupy studie vodní stopy posuzovateli k připomínkám a doporučením při dosažení následujících milníků:

- a. stanovení cíle a rozsahu,
- b. inventarizační analýza včetně sběru údajů a modelování,
- c. posuzování dopadu,
- d. interpretace životního cyklu,
- e. návrh zprávy z posuzování/studie vodní stopy.

Výstupem z kritického přezkoumání je Zpráva o kritickém přezkoumání. Ve zprávě z kritického přezkoumání musí být zaznamenán celý proces přezkoumání. V prohlášení o kritickém přezkoumání je pak zaznamenán konečný výstup z procesu kritického přezkoumání po konečném vypořádání všech přezkumných připomínek.

III. Zdůvodnění novosti přístupů

V České republice v současné době neexistuje vypracovaná metodika pro sestavení studií posuzování vodní stopy podle normy ČSN ISO 14046. Tato norma popisuje pouze obecný rámec pro posuzování vodní stopy produktů, procesů či organizací. Nad rámec normativních dokumentů (ČSN ISO 14046, ČSN ISO 14040 a ČSN ISO 14044) metodika obsahuje:

- výklady pojmů spojených s posuzováním dopadů užívání vody a jejich aplikaci s využitím datových zdrojů dostupných v České republice,
- přehled aktuálních modelů používaných pro posuzování vodní stopy,
- byl navržen koncept regionalizace a zpracovány regionalizované údaje charakterizačních faktorů pro vybrané doporučované modely.

IV. Popis uplatnění metodiky

Tato metodika specifikuje principy a požadavky na sestavení vodní stopy. Metodika je určena primárně zpracovatelům studií vodní stopy avšak nenahrazuje ani samotnou normu ČSN ISO 14046 a související normativní dokumenty o LCA, ani není učebnicí vodní stopy či LCA. Metodika předpokládá, že zpracovatel studie vodní stopy zná a má k dispozici normativní dokumenty (přinejmenším [7–9]), zná principy LCA a tuto metodiku využívá jako doplňkový podklad pro nalezení způsobu řešení jednotlivých fází sestavení studie vodní stopy spojených s užíváním vody, pro které nedávají výše zmíněné normativní dokumenty vodítko.

Výsledky studií vodní stopy lze využít nejen v rozhodovacím procesu, ale i k optimalizaci výrobního řetězce posuzovaných výrobků či služeb z pohledu množství vypouštěného znečištění do životního prostředí v průběhu celého životního cyklu a z pohledu množství potřebné vody pro produkci posuzovaných výrobků, služeb a další. Uživatelé výsledku jsou pak kromě zpracovatelů studií vodní stopy také zájemci o vodní stopu z řad firem, institucí veřejné správy i odborné veřejnosti, ale i ověřovatelé vodní stopy.

S ohledem na cíle projektu QJ1520322, jehož je metodika výstupem, a v souladu s politikou Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka, v. v. i., v oblasti transferu know-how do praxe je metodika volně dostupná k využití všem zájemcům ve významných knihovnách České republiky a elektronicky na stránkách projektu³², resp. v rámci Hydroekologického informačního systému³³.

³² <http://vodnistopa.vuv.cz>

³³ <http://heis.vuv.cz>

V. Ekonomické aspekty aplikace metodiky

V.1 Předpokládané náklady aplikace metodiky

Náklady na zavedení postupů uvedených v metodice jsou minimální. Sběr údajů a dat o celém výrobním řetězci produktu, původu surovin, meziproduktů a dalších aspektech je obvykle prováděn v rámci již zavedených systémů ve společnosti (např. management kvality a environmentální management). Předložená metodika pak umožňuje využít tato data k sestavení studií vodní stopy, posoudit kvalitu zaznamenaných dat a vyhodnotit jejich úplnost, přesnost a reprezentativnost.

V případě sestavování studií vodní stopy „vlastními silami“ jsou náklady na aplikaci metodiky v praxi spojeny zejména s náklady na:

- zaměstnance, kteří budou podkladová data shromažďovat a analyzovat,
- pořízení dalších dat, např. LCI databáze, hydrologická data apod.

V případě sestavování studie vodní stopy „na klíč“ dodavatelem je třeba počítat s náklady na službu tohoto dodavatele.

Protože cíle a rozsah studií vodní stopy se mohou pohybovat od relativně malých studií zaměřených na konkrétní proces či problém v rámci životního cyklu až po vysoce komplexní studie zahrnující rozsáhlé produktové systémy, nelze ani přibližně stanovit náklady na zavedení metodiky do praxe. Lze však odhadnout, že náklady na jednu studii se budou pohybovat v desítkách tisíc až jednotkách statisíců korun.

V.2 Předpokládané přínosy aplikace metodiky

Ekonomický přínos pro uživatele vyplývá ze získaných znalostí o využívání vody v jednotlivých procesech a jejich využití pro zvýšení efektivity jejího využívání. Další ekonomický přínos může vyplývat z opatření přijatých na základě interpretace vodní stopy a následné efektivní propagace firmy jako společensky odpovědné na základě přijatých opatření. To může nepřímě přinést vyšší prestiž firmy a vyšší tržby, resp. více zakázek apod. Zejména v rozvinutých zemích je aplikace standardů environmentálního managementu a společenské odpovědnosti vyžadována na úrovni burz a kapitálových trhů, kdy aplikace postupů environmentálního managementu je chápána jako nástroj předcházení možných rizik a neočekávaných budoucích nákladů spojených s ekologickou újmou např. v rámci aplikace směrnice 2004/35/ES o odpovědnosti za životní prostředí v souvislosti s prevencí a nápravou škod na životním prostředí.

Kromě samotných ekonomických přínosů nelze opomenout další přínosy, např. přínos v oblasti životního prostředí, vzdělání, výzkumu a v oblasti sociální, které je však obtížné vyčíslit.

VI. Seznam použité a související literatury

VI.1 Použitá literatura

- [1] MEKONNEN, Mesfin M. a Arjen Y. HOEKSTRA. Four billion people facing severe water scarcity. *Science Advances* [online]. 2016, 2(2), e1500323. ISSN 2375-2548. Dostupné z: doi:10.1126/sciadv.1500323
- [2] HOEKSTRA, Arjen Y. Virtual Water Trade – Proceedings of the international expert meeting on Virtual Water Trade [online]. Value of Water Research Report Series No. 12. Delft: IHE. 2003. Dostupné z: <http://waterfootprint.org/media/downloads/Report12.pdf>
- [3] FRONTIER ECONOMICS. The concept of „virtual water” – a critical review [online]. text. Melbourne: Frontier Economics Pty Ltd. 2008 [vid. 2015-05-05]. Dostupné z: <http://www.frontier-economics.com.au/documents/2014/06/concept-virtual-water-critical-review.pdf>
- [4] BERGER, Markus a Matthias FINKBEINER. Methodological Challenges in Volumetric and Impact-Oriented Water Footprints. *Journal of Industrial Ecology* [online]. 2013, 17(1), 79–89 [vid. 2016-06-08]. ISSN 1530-9290. Dostupné z: doi:10.1111/j.1530-9290.2012.00495.x
- [5] GAWEL, Erik a Kristina BERNSEN. What is Wrong with Virtual Water Trading? On the Limitations of the Virtual Water Concept. *Environment and Planning C: Government and Policy* [online]. 2013, 31(1), 168–181 [vid. 2016-02-26]. ISSN 0263-774X, 1472-3425. Dostupné z: doi:10.1068/c11168
- [6] ISO 14046. Environmental management – Water footprint – Principles, requirements and guidelines. Geneva: International Organization for Standardization. 2014.
- [7] ČSN ISO 14046. Environmentální management – Vodní stopa – Zásady, požadavky a směrnice. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. 2016.
- [8] ČSN ISO 14040. Environmentální management – Posuzování životního cyklu – Zásady a osnova. Praha: Český normalizační institut. 2006.
- [9] ČSN ISO 14044. Environmentální management – Posuzování životního cyklu – Požadavky a směrnice. Praha: Český normalizační institut. 2006.
- [10] ČSN ISO 14025. Environmentální značky a prohlášení – Environmentální prohlášení typu III – Zásady a postupy. Praha: Český normalizační institut. 2006.
- [11] KOČÍ, Vladimír. Posuzování životního cyklu Life Cycle Assessment – LCA. Chruvim: Vodní zdroje Ekomonitor, 2009. ISBN 978-80-86832-42-5.
- [12] ISO 14073. Environmental management – Water footprint – Illustrative examples on how to apply ISO 14046. Geneva: International Organization for Standardization. 2017.

- [13] REMTOVÁ, Květa. Posuzování životního cyklu – metoda LCA. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2003. ISBN 978-80-7212-232-5.
- [14] ČSN ISO 14064-1. Skleníkové plyny – Část 1: Specifikace s návodem pro stanovení a vykazování emisí a propadů skleníkových plynů pro organizace. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. 2012.
- [15] ČSN ISO 14067. Skleníkové plyny – Uhlíková stopa – Požadavky a směrnice pro kvantifikaci a komunikaci. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. 2015.
- [16] ČSN ISO 11074. Kvalita půdy – Slovník. Praha: Český normalizační institut. 2007.
- [17] HOEKSTRA, Arjen Y., Ashok Kumar CHAPAGAIN, Maite Martinez ALDAYA a Mesfin M. MEKONNEN. The water footprint assessment manual: setting the global standard. London; Washington, DC: Earthscan, 2011. ISBN 978-1-84971-279-8.
- [18] HOEKSTRA, Arjen Y. A critique on the water-scarcity weighted water footprint in LCA. Ecological Indicators [online]. 2016, 66, 564–573 [vid. 2016-07-24]. ISSN 1470-160X. Dostupné z: doi:10.1016/j.ecolind.2016.02.026
- [19] HOEKSTRA, Arjen Y. Water footprint assessment: evolution of a new research field. Water Resources Management [online]. 2017, 31(10), 3061–3081. ISSN 0920-4741, 1573-1650. Dostupné z: doi:10.1007/s11269-017-1618-5
- [20] UNEP/SEATC. Towards a Life Cycle Sustainability Assessment: Making informed choices on products [online]. Paris, France: UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, 2011 [vid. 2017-08-25]. ISBN 978-92-807-3175-0. Dostupné z: <http://www.life-cycleinitiative.org/wp-content/uploads/2012/12/2011%20-%20Towards%20LCSA.pdf>
- [21] MZE. Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 431/2001 Sb., o obsahu vodní bilance, způsobu jejího sestavení a o údajích pro vodní bilanci [online]. 12. březen 2001. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-MZe_uplna-zneni_vyhlaska-2001-431-voda.html
- [22] PČR. Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) [online]. 28. červen 2001. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-MZe_uplna-zneni_zakon-2001-254-viceoblasti.html
- [23] HUPPES, Gjalt, Laurant VAN OERS, EUROPEAN COMMISSION, JOINT RESEARCH CENTRE a INSTITUTE FOR ENVIRONMENT AND SUSTAINABILITY. Background Review of existing weighting approaches in Life Cycle Impact Assessment (LCIA). Luxembourg: Publications Office, 2011. ISBN 978-92-79-21751-7.
- [24] JOHNSEN, Fredrik Moltu a Søren LØKKE. Review of criteria for evaluating LCA weighting methods. The International Journal of Life Cycle Assessment [online].

- ne]. 2013, 18(4), 840–849 [vid. 2017-08-31]. ISSN 0948-3349, 1614-7502. Dostupné z: doi:10.1007/s11367-012-0491-y
- [25] FINNVEDEN, Göran. A critical review of operational valuation/weighting methods for life cycle assessment, survey. AFR-report. 253. Stockholm: Swedish Environmental Protection Agency. 1999.
- [26] GRUBERT, Emily. Implicit prioritization in life cycle assessment: text mining and detecting metapatterns in the literature. *The International Journal of Life Cycle Assessment* [online]. 2017, 22(2), 148–158 [vid. 2017-08-31]. ISSN 0948-3349, 1614-7502. Dostupné z: doi:10.1007/s11367-016-1153-2
- [27] ROSENDORF, Pavel, Libor ANSORGE, Tomáš DOSTÁL, Vlastimil ZAHŘÁDKA, Josef KRÁSA a Jiří BERÁNEK. Metodika pro posuzování vlivů zdrojů znečištění na eutrofizaci vodních nádrží. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i., 2015. ISBN 978-80-87402-48-1.
- [28] ANSORGE, Libor a Jiří DLABAL. Srovnávací studie dopadů JE Temelín a JE Dukovany na vodní zdroje: verze pro veřejnost [online]. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, 2016. Projekt QJ1520322 Postupy sestavení a ověření vodní stopy v souladu s mezinárodními standardy. ISBN 978-80-87402-55-9. Dostupné z: http://heis.vuv.cz/data/webmap/datovesady/projekty/vodnistopa/dokumenty/soubory/wf_study_npp.pdf
- [29] WICHELNS, Dennis. Volumetric water footprints, applied in a global context, do not provide insight regarding water scarcity or water quality degradation. *Ecological Indicators* [online]. 2017, 74, 420–426. ISSN 1470-160X. Dostupné z: doi:10.1016/j.ecolind.2016.12.008
- [30] WMO. Technical regulations: Basic Documents No. 2 Volume I – General Meteorological Standards and Recommended Practices. 2015 edition updated in 2016. Geneva, Switzerland: World Meteorological Organization, 2016. ISBN 978-92-63-10049-8.
- [31] ANSORGE, Libor a Tereza BERÁNKOVÁ. LCA Water Footprint AWARE characterization factor based on local specific conditions. *European Journal of Sustainable Development* [online]. 2017, 6(4), 13–20. ISSN 2239-5938. Dostupné z: doi:10.14207/ejsd.2017.v6n4p13
- [32] SOLOMON, Susan, Dahe QIN, Martin MANNING, Melinda MARQUIS, Kristen AVERYT, Melinda M. B. TIGNOR, Henry LeRoy Jr. MILLER a Zhenlin CHEN, ed. *Climate change 2007: the physical science basis: contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge; New York: Cambridge University Press, 2007. ISBN 978-0-521-88009-1.
- [33] PATOUIILLARD, Laure, Cécile BULLE a Manuele MARGNI. Ready-to-use and advanced methodologies to prioritise the regionalisation effort in LCA. *Matériaux & Techniques* [online]. 2016, 104(1), 105 [vid. 2017-09-09]. ISSN 0032-6895, 1778-3771. Dostupné z: doi:10.1051/mattech/2016002

- [34] EU. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES ze dne 23. října 2000, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky [online]. 23. říjen 2000. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2000/60/oj>
- [35] PFISTER, Stephan, Samuel VIONNET, Tereza LEVOVA a Sebastien HUMBERT. Ecoinvent 3: assessing water use in LCA and facilitating water footprinting. *The International Journal of Life Cycle Assessment* [online]. 2016, 21(9), 1349–1360. ISSN 0948-3349, 1614-7502. Dostupné z: doi:10.1007/s11367-015-0937-0
- [36] ERÚ. Roční zprávy o provozu [online]. 2003–2016. Dostupné z: <http://www.eru.cz/cs/elektrina/statistika-a-sledovani-kvality/rocní-zpravy-o-provozu>
- [37] YANO, Shinjiro, Naota HANASAKI, Norihiro ITSUBO a Taikan OKI. Water Scarcity Footprints by Considering the Differences in Water Sources. *Sustainability* [online]. 2015, 7(8), 9753–9772 [vid. 2016-07-28]. Dostupné z: doi:10.3390/su7089753
- [38] BOULAY, Anne-Marie, Jane BARE, Lorenzo BENINI, Markus BERGER, Michael J. LATHUILLIÈRE, Alessandro MANZARDO, Manuele MARGNI, Masaharu MOTO-SHITA, Montserrat NÚÑEZ, Amandine Valerie PASTOR, Bradley RIDOUTT, Taikan OKI, Sebastien WORBE a Stephan PFISTER. The WULCA consensus characterization model for water scarcity footprints: assessing impacts of water consumption based on available water remaining (AWARE). *The International Journal of Life Cycle Assessment* [online]. 2018, 368–378. ISSN 0948-3349, 1614-7502. Dostupné z: doi:10.1007/s11367-017-1333-8
- [39] ANSORGE, Libor a Martin ZEMAN. Metodika pro stanovení potřeb vody na základě indikátorů hnacích sil potřeby vody [online]. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i., 2015. ISBN 978-80-87402-34-4. Dostupné z: <http://heis.vuv.cz/data/webmap/datovesady/projekty/socioekonomzmeny-spotrebavody/download.asp?id=1>
- [40] DUDA, Jiří, Ondřej LÍPA a Tomáš PETR, ed. Vodovody a kanalizace ČR 2013. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2014. ISBN 978-80-7434-162-5.
- [41] HANASAKI, Naota, Toshiyuki INUZUKA, Shinjiro KANAE a Taikan OKI. An estimation of global virtual water flow and sources of water withdrawal for major crops and livestock products using a global hydrological model. *Journal of Hydrology* [online]. 2010, 384(3–4), Green-Blue Water Initiative (GBI), 232–244. ISSN 0022-1694. Dostupné z: doi:10.1016/j.jhydrol.2009.09.028
- [42] PFISTER, Stephan, Peter BAYER, Annette KOEHLER a Stefanie HELLWEG. Environmental Impacts of Water Use in Global Crop Production: Hotspots and Trade-Offs with Land Use. *Environmental Science & Technology* [online]. 2011, 45(13), 5761–5768 [vid. 2017-10-09]. ISSN 0013-936X. Dostupné z: doi:10.1021/es1041755
- [43] VYSKOČ, Petr, Hana PRCHALOVÁ, Tomáš MIČANÍK, Pavel ROSENDORF, Alena KRISTOVÁ, Jitka SVOBODOVÁ a Vít KODEŠ. Metodika u emisí na vodní prostředí

- [online]. certifikovaná metodika. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka. 2014. Dostupné z: http://heis.vuv.cz/data/webmap/datovesady/projekty/emisevoda/dokumenty/soubory/KUSEmise_Metodika.pdf
- [44] EC. Technical guidance on the preparation of an inventory of emissions, discharges and losses of priority and priority hazardous substances No. 28 [online]. Brussels: European Commission, 2012 [vid. 2017-10-09]. ISBN 978-92-79-23823-9. Dostupné z: doi:10.2779/2764
- [45] EC. Concept paper on the control of emissions, discharges and losses of priority substances and priority hazardous substances in the framework of article 16 of Directive 2000/60/EC (Water Framework Directive) [online]. technical background documents. COM (2006) 397 FINAL and COM (2006) 398 FINAL. 2005 [vid. 2017-10-09]. Dostupné z: <https://circabc.europa.eu/sd/a/20d87536-bbcd-49d8-b36b-c76f27e687e6/Concept%20paper%20-%20emission%20controls.pdf>
- [46] VYSKOČ, Petr, Hana PRCHALOVÁ, Pavel ROSENDORF a Alena KRISTOVÁ. Metodické postupy pro hodnocení významnosti jednotlivých zdrojů znečištění s ohledem na aplikaci imisně-emisního přístupu v oblasti ochrany vod. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka. 2012.
- [47] ČSN ISO 14047. Environmentální management – Posuzování životního cyklu – Příklady aplikace ISO 14042. Praha: Český normalizační institut. 2004.
- [48] MILÀ I CANALS, Llorenç, Jonathan CHENOWETH, Ashok CHAPAGAIN, Stuart ORR, Assumpció ANTÓN a Roland CLIFT. Assessing freshwater use impacts in LCA: Part I–inventory modelling and characterisation factors for the main impact pathways. The International Journal of Life Cycle Assessment [online]. 2009, 14(1), 28–42 [vid. 2017-10-03]. ISSN 0948-3349, 1614-7502. Dostupné z: doi:10.1007/s11367-008-0030-z
- [49] BAYART, Jean-Baptiste, Cécile BULLE, Louise DESCHÊNES, Manuele MARGNI, Stephan PFISTER, Francois VINCE a Annette KOEHLER. A framework for assessing off-stream freshwater use in LCA. The International Journal of Life Cycle Assessment [online]. 2010, 15(5), 439–453 [vid. 2015-05-14]. ISSN 0948-3349, 1614-7502. Dostupné z: doi:10.1007/s11367-010-0172-7
- [50] KOUNINA, Anna, Manuele MARGNI, Jean-Baptiste BAYART, Anne-Marie BOULAY, Markus BERGER, Cecile BULLE, Rolf FRISCHKNECHT, Annette KOEHLER, Llorenç Milà i CANALS, Masaharu MOTOSHITA, Montserrat NÚÑEZ, Gregory PETERS, Stephan PFISTER, Brad RIDOUTT, Rosalie van ZELM, Francesca VERNES a Sebastien HUMBERT. Review of methods addressing freshwater use in life cycle inventory and impact assessment. The International Journal of Life Cycle Assessment [online]. 2013, 18(3), 707–721 [vid. 2015-05-06]. ISSN 0948-3349, 1614-7502. Dostupné z: doi:10.1007/s11367-012-0519-3
- [51] LOUBET, Philippe, Philippe ROUX, Montserrat NÚÑEZ, Gilles BELAUD a Véronique BELLON-MAUREL. Assessing Water Deprivation at the Sub-river Basin

- Scale in LCA Integrating Downstream Cascade Effects. *Environmental Science & Technology* [online]. 2013, 47(24), 14242–14249 [vid. 2017-10-03]. ISSN 0013-936X. Dostupné z: doi:10.1021/es403056x
- [52] BOULAY, Anne-Marie, Masaharu MOTOSHITA, Stephan PFISTER, Cécile BULLE, Ivan MUÑOZ, Helen FRANCESCHINI a Manuele MARGNI. Analysis of water use impact assessment methods (part A): evaluation of modeling choices based on a quantitative comparison of scarcity and human health indicators. *The International Journal of Life Cycle Assessment* [online]. 2015, 20(1), 139–160 [vid. 2016-07-24]. ISSN 0948-3349, 1614-7502. Dostupné z: doi:10.1007/s11367-014-0814-2
- [53] BOULAY, Anne-Marie, Jane BARE, Camillo DE CAMILLIS, Petra DÖLL, Francis GASSERT, Dieter GERTEN, Sebastien HUMBERT, Atsushi INABA, Norihiro ITSU-BO, Yann LEMOINE, Manuele MARGNI, Masaharu MOTOSHITA, Montse NÚÑEZ, Amandine V. PASTOR, Brad RIDOUTT, Urs SCHENCKER, Naoki SHIRAKAWA, Samuel VIONNET, Sebastien WORBE, Sayaka YOSHIKAWA a Stephan PFISTER. Consensus building on the development of a stress-based indicator for LCA-based impact assessment of water consumption: outcome of the expert workshops. *The International Journal of Life Cycle Assessment* [online]. 2015, 20(5), 577–583 [vid. 2015-05-06]. ISSN 0948-3349, 1614-7502. Dostupné z: doi:10.1007/s11367-015-0869-8
- [54] SALA, Serenella, Lorenzo BENINI, Valentina CASTELLANI, Beatriz VIDAL a Rana PANT. Environmental Footprint – Update of Life Cycle Impact Assessment methods [online]. 2016 [vid. 2016-10-24]. Dostupné z: http://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/pdf/JRC_DRAFT_EFLCIA_resources_water_landuse.pdf
- [55] EUROPEAN COMMISSION, JOINT RESEARCH CENTRE a INSTITUTE FOR ENVIRONMENT AND SUSTAINABILITY. Framework and requirements for life cycle impact assessment models and indicators. Luxembourg: Publications Office, 2011. International reference Life Cycle Data System (ILCD) handbook. ISBN 978-92-79-17539-8.
- [56] MELDRUM, James, Syndi NETTLES-ANDERSON, Gavin HEATH a Jordan MACK-NICK. Life cycle water use for electricity generation: a review and harmonization of literature estimates. *Environmental Research Letters* [online]. 2013, 8(1), 015031 [vid. 2013-06-26]. ISSN 1748-9326. Dostupné z: doi:10.1088/1748-9326/8/1/015031
- [57] GUINÉE, Jeroen, ed. Handbook on life cycle assessment: operational guide to the ISO standards. Dordrecht; Boston: Kluwer Academic Publishers, 2002. Eco-efficiency in industry and science, 7. ISBN 978-1-4020-0228-1.
- [58] FRISCHKNECHT, Rolf a Sybille BÜSSER KNÖPFEL. Swiss Eco-Factors 2013 according to the Ecological Scarcity Method. Methodological fundamentals and their application in Switzerland. [online]. Environmental Studies. 1330. Bern: Federal Office for the Environment. 2013. Dostupné z: www.bafu.admin.ch/uw-1330-e

- [59] HAUSCHILD, Michael a José POTTING, ed. Spatial differentiation in Life Cycle impact assessment – The EDIP2003 methodology [online]. Copenhagen: Danish Environmental Protection Agency, 2005. Environmental News, 80. ISBN 978-87-7614-579-8. Dostupné z: <https://www2.mst.dk/udgiv/publications/2005/87-7614-579-4/pdf/87-7614-580-8.pdf>
- [60] JOLLIET, Olivier, Manuele MARGNI, Raphaël CHARLES, Sébastien HUMBERT, Jérôme PAYET, Gerald REBITZER a Ralph ROSENBAUM. IMPACT 2002+: A new life cycle impact assessment methodology. The International Journal of Life Cycle Assessment [online]. 2003, 8(6), 324–330 [vid. 2015-05-11]. ISSN 0948-3349, 1614-7502. Dostupné z: doi:10.1007/BF02978505
- [61] GOEDKOOP, Mark, Reinout HEIJUNGS, Mark A. J. HUIJBREGTS, An DE SCHRYVER, Jaap STRUIJS a Rosalie VAN ZELM. ReCiPe 2008 - A life cycle impact assessment method which comprises harmonised category indicators at the midpoint and the endpoint level [online]. l. 2013. Dostupné z: http://www.leidenuniv.nl/cml/ssp/publications/recipe_characterisation.pdf
- [62] EUROPEAN COMMISSION, JOINT RESEARCH CENTRE a INSTITUTE FOR ENVIRONMENT AND SUSTAINABILITY. Recommendations for Life Cycle Impact Assessment in the European context. Luxembourg: Publications Office, 2011. International reference Life Cycle Data System (ILCD) handbook. ISBN 978-92-79-17451-3.
- [63] PFISTER, Stephan, Annette KOEHLER a Stefanie HELLWEG. Assessing the Environmental Impacts of Freshwater Consumption in LCA. Environmental Science & Technology [online]. 2009, 43(11), 4098–4104 [vid. 2015-05-06]. ISSN 0013-936X, 1520-5851. Dostupné z: doi:10.1021/es802423e
- [64] RIDOUTT, Bradley G. a Stephan PFISTER. A revised approach to water footprinting to make transparent the impacts of consumption and production on global freshwater scarcity. Global Environmental Change [online]. 2010, 20(1), Adaptive Capacity to Global Change in Latin America, 113–120 [vid. 2016-08-02]. ISSN 0959-3780. Dostupné z: doi:10.1016/j.gloenvcha.2009.08.003
- [65] FRISCHKNECHT, Rolf, Roland STEINER a Niels JUNGBLUTH. The Ecological Scarcity Method: Eco-Factors 2006: A method for impact assessment in LCA [online]. UW-0906-E. Bern: Federal Office for the Environment. 2009. Environmental studies. Dostupné z: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/en/home/topics/economy-consumption/economy-and-consumption--publications/publications--economy-and-consumption/ecological-scarcity-ethod-eco-factors-2006.html>
- [66] PFISTER, Stephan a Peter BAYER. Monthly water stress: spatially and temporally explicit consumptive water footprint of global crop production. Journal of Cleaner Production [online]. 2014, 73, Towards eco-efficient agriculture and food systems: Selected papers from the Life Cycle Assessment (LCA) Food Conference, 2012, in Saint Malo, France, 52–62 [vid. 2016-07-26]. ISSN 0959-6526. Dostupné z: doi:10.1016/j.jclepro.2013.11.031

- [67] MOTOSHITA, Masaharu, Yuya ONO, Stephan PFISTER, Anne-Marie BOULAY, Markus BERGER, Keisuke NANSAL, Kiyotaka TAHARA, Norihiro ITSUBO a Atsushi INABA. Consistent characterisation factors at midpoint and endpoint relevant to agricultural water scarcity arising from freshwater consumption. The International Journal of Life Cycle Assessment [online]. 2014, 1–12 [vid. 2017-10-13]. ISSN 0948-3349, 1614-7502. Dostupné z: doi:10.1007/s11367-014-0811-5
- [68] BOULAY, Anne-Marie, Cécile BULLE, Jean-Baptiste BAYART, Louise DESCHÊNES a Manuele MARGNI. Regional Characterization of Freshwater Use in LCA: Modeling Direct Impacts on Human Health. Environmental Science & Technology [online]. 2011, 45(20), 8948–8957 [vid. 2015-05-11]. ISSN 0013-936X, 1520-5851. Dostupné z: doi:10.1021/es1030883
- [69] HOEKSTRA, Arjen Y., Mesfin M. MEKONNEN, Ashok K. CHAPAGAIN, Ruth E. MATHEWS a Brian D. RICHTER. Global Monthly Water Scarcity: Blue Water Footprints versus Blue Water Availability. PLOS ONE [online]. 2012, 7(2), e32688 [vid. 2016-08-02]. ISSN 1932-6203. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0032688
- [70] BERGER, Markus. Water Footprint – Assessing Impacts of Water Use along Product Life Cycles [online]. Berlin, 2014. Disertační práce. Technischen Universität Berlin. Dostupné z: <http://d-nb.info/1065669860/34>
- [71] FRISCHKNECHT, Rolf a Olivier JOLLIET, ed. Global Guidance for Life Cycle Impact Assessment Indicators: Volume 1 [online]. Paris: United Nations Environment Programme, 2016. ISBN 978-92-807-3630-4. Dostupné z: <http://www.lifecycleinitiative.org/training-resources/global-guidance-lcia-indicators-v-1/>
- [72] ANSORGE, Libor. Aplikace charakterizačního faktoru nedostatku vody ve studiích LCA v podmínkách České republiky – Application of the water unavailability factor for characterisation of water use in LCA studies in the Czech Republic. Vodohospodářské technicko-ekonomické informace [online]. 2016, 58(6), 41–52. ISSN 0322-8916. Dostupné z: <http://www.vtei.cz/2016/12/aplikace-charakterizacniho-faktoru-nedostatku-vody-ve-studiich-lca-v-podminkach-ceske-republiky/>
- [73] FRISCHKNECHT, Rolf, Roland STEINER, Braunschweig ARTHUR, Egli NORBERT a Hildesheimer GABI. Swiss Ecological Scarcity Method: The New Version 2006 [online]. 2006. Dostupné z: <http://www.esu-services.ch/fileadmin/download/Frischknecht-2006-EcologicalScarcity-Paper.pdf>
- [74] VERONES, Francesca, Stephan PFISTER, Rosalie van ZELM a Stefanie HELLWEG. Biodiversity impacts from water consumption on a global scale for use in life cycle assessment. The International Journal of Life Cycle Assessment [online]. 2017, 22(8), 1247–1256. ISSN 0948-3349, 1614-7502. Dostupné z: doi:10.1007/s11367-016-1236-0
- [75] VERONES, Francesca, Stephan PFISTER a Stefanie HELLWEG. Quantifying Area Changes of Internationally Important Wetlands Due to Water Consumption in

- LCA. Environmental Science & Technology [online]. 2013, 47(17), 9799–9807 [vid. 2017-09-12]. ISSN 0013-936X. Dostupné z: doi:10.1021/es400266v
- [76] VERONES, Francesca, Mark A. J. HUIJBREGTS, Abhishek CHAUDHARY, Laura DE BAAN, Thomas KOELLNER a Stefanie HELLWEG. Harmonizing the Assessment of Biodiversity Effects from Land and Water Use within LCA. Environmental Science & Technology [online]. 2015, 49(6), 3584–3592 [vid. 2017-09-12]. ISSN 0013-936X. Dostupné z: doi:10.1021/es504995r
- [77] ČSN ISO/TS 14071. Environmentální management – Posuzování životního cyklu – Procesy kritického přezkoumání a kompetence posuzovatele: Dodatečné požadavky a směrnice. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. 2016.
- [78] VANHAM, D., A. Y. HOEKSTRA, Y. WADA, F. BOURAOUI, A. DE ROO, M. M. MEKONNEN, W. J. VAN DE BUND, O. BATELAAN, P. PAVELIC, W. G. M. BASTIAANSEN, M. KUMMU, J. ROCKSTRÖM, J. LIU, B. BISSELINK, P. RONCO, A. PISTOCCHI a G. BIDOGLIO. Physical water scarcity metrics for monitoring progress towards SDG target 6.4: An evaluation of indicator 6.4.2 “Level of water stress” Science of The Total Environment [online]. 2018, 613(Supplement C), 218–232 [vid. 2017-10-06]. ISSN 0048-9697. Dostupné z: doi:10.1016/j.scitotenv.2017.09.056
- [79] HIRJI, Rafik a Richard DAVIS. Environmental Flows in Water Resources Policies, Plans, and Projects: Findings and Recommendations [online]. B.m.: World Bank Publications, 2009 [vid. 2017-02-04]. ISBN 978-0-8213-8012-3. Dostupné z: doi:10.1596/978-0-8213-7940-0
- [80] EUROPEAN COMMISSION a DIRECTORATE-GENERAL FOR THE ENVIRONMENT. Ecological flows in the implementation of the Water Framework Directive [online]. Luxembourg: Publications Office, 2015. CIS guidance document, 31. ISBN 978-92-79-45758-6. Dostupné z: doi:10.2779/775712
- [81] MZE. Metodický pokyn pro sestavení vodohospodářské bilance oblasti povodí [online]. 28. srpen 2002. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/file/17604/MP25248.pdf>
- [82] KAŠPÁREK, Ladislav a K. KREJČOVÁ. Modely chronologické hydrologické bilance BILAN a POBIL. Vodohospodářské technicko-ekonomické informace. 1994, 36(6), 171. ISSN 0322-8916.
- [83] VIZINA, Adam, Stanislav HORÁČEK a Martin HANEL. Nové možnosti modelu Bilan. Vodohospodářské technicko-ekonomické informace [online]. 2015, 57(4–5), 7–10. ISSN 0322-8916. Dostupné z: <http://www.vtei.cz/2015/08/nove-moznosti-modelu-bilan/>
- [84] BALVÍN, Pavel, Adam VIZINA, Magdaléna NESLÁDKOVÁ a Martin HANEL. Stanovení minimálních zůstatkových průtoků v České republice. In: Václav DAVIDOVÁ a Tereza DAVIDOVÁ, ed. Rybníky 2016: Rybníky 2016: sborník příspěvků odborné konference [online]. Praha: Česká společnost krajinných inženýrů,

- 2016, s. 128–138. ISBN 978-80-01-05978-4. Dostupné z: http://www.cski-cr.cz/wp-content/uploads/2017/03/Rybniky_2016_sbornik.pdf
- [85] VYSKOČ, Petr a Václav ZEMAN. Metodický postup zpracování vodohospodářské bilance současného a výhledového stavu množství povrchových vod. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka. 2008.
- [86] PICEK, Jiří, Petr VYSKOČ, Pavel ROSENDORF a Jitka SVOBODOVÁ. Nástroje pro hodnocení množství a jakosti vod. Vodohospodářské technicko-ekonomické informace [online]. 2011, 53(5), 15–19. ISSN 0322-8916. Dostupné z: http://www.vtei.cz/wp-content/uploads/2015/08/vtei_2011_5.pdf
- [87] PICEK, Jiří, Petr VYSKOČ a Václav ZEMAN. Simulační model množství povrchových vod: zásobní funkce vodohospodářské soustavy. Uživatelský manuál a instalační CD. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka. 2008.
- [88] KRÁSNÝ, Jiří, Milena CÍSLEROVÁ, Stanislav ČURDA, Josef V. DATEL, Jaroslav DVOŘÁK, Arnošt GRMELA, Zbyněk HRKAL, Hubert KŘÍŽ, Henryk MARSZAŁEK, Jaromír ŠANTRŮČEK a Jan ŠILAR, ed. Podzemní vody České republiky: regionální hydrogeologie prostých a minerálních vod. Praha: Česká geologická služba, 2012. ISBN 978-80-7075-797-0.
- [89] ANSORGE, Libor. Scénáře budoucích potřeb vody v sektoru veřejných vodovodů. Vodohospodářské technicko-ekonomické informace [online]. 2016, 58(3), 12–20. ISSN 0322-8916. Dostupné z: <http://www.vtei.cz/2016/06/scenare-budoucich-potreb-vody-v-sektoru-verejnych-vodovodu/>
- [90] ANSORGE, Libor, Jiří DLABAL, Martin HANEL, Jiří KUČERA, Lubomír PETRUŽELA a Martin ZEMAN. Scénáře potřeb vody pro období 2030-50 - Sektory veřejných vodovodů a energetiky: Případová studie [online]. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i., 2015. ISBN 978-80-87402-45-0. Dostupné z: <http://heis.vuv.cz/data/webmap/datovesady/projekty/socioekonomzmeny-spotrebavody/download.asp?id=3>
- [91] BERAN, Adam a Martin HANEL. Definování zranitelných oblastí z hlediska nedostatku vody na území České republiky. Vodohospodářské technicko-ekonomické informace [online]. 2015, 57(4–5), 23–26. ISSN 0322-8916. Dostupné z: <http://www.vtei.cz/2015/08/definovani-zranitelnych-oblasti-z-hlediska-nedostatku-vody-na-uzemi-ceske-republiky/>
- [92] KAŠPÁREK, Ladislav, Josef V. DATEL, Martin HANEL, Anna HRABÁNKOVÁ, Martina PELÁKOVÁ a Miroslav KNĚŽEK. Rebilance zásob podzemních vod. Metodika a výsledky zpracování podkladů pro hodnocení kvantitativního stavu útvarů podzemních vod. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka. 2013.
- [93] TENNANT, Donald Leroy. Instream Flow Regimens for Fish, Wildlife, Recreation and Related Environmental Resources. Fisheries [online]. 1976, 1(4), 6–10 [vid. 2016-07-11]. ISSN 0363-2415. Dostupné z: doi:10.1577/1548-8446(1976)001<0006:IFRFFW>2.0.CO;2

VII. Seznam publikací, které předcházely metodice

ANSORGE, Libor, 2016. Aplikace charakterizačního faktoru nedostatku vody ve studiích LCA v podmínkách České republiky – Application of the water unavailability factor for characterisation of water use in LCA studies in the Czech Republic. Vodohospodářské technicko-ekonomické informace [online]. 58(6), 41–52. ISSN 0322–8916. Dostupné z: <http://www.vtei.cz/2016/12/aplikace-charakterizacniho-faktoru-nedostatku-vody-ve-studiich-lca-v-podminkach-ceske-republiky>

ANSORGE, Libor, 2016. Vodní stopa – jeden pojem, dva přístupy. In: Voda a krajina 2016: Sborník příspěvků odborné konference Voda a krajina 2016 [online]. Praha: České vysoké učení technické, s. 5–15. ISBN 978-80-01-06024-7. Dostupné z: http://vodakrajina.fsv.cvut.cz/konference/2016/Sbornik_Voda_a_krajina_2016.pdf

ANSORGE, Libor a Jiří DLABAL, 2016. Srovnávací studie dopadů JE Temelín a JE Dukovany na vodní zdroje: verze pro veřejnost [online]. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka. Projekt QJ1520322 Postupy sestavení a ověření vodní stopy v souladu s mezinárodními standardy. ISBN 978-80-87402-55-9. Dostupné z: http://heis.vuv.cz/data/webmap/datovesady/projekty/vodnistopa/dokumenty/soubory/wf_study_npp.pdf

ANSORGE, Libor, 2017. Dosavadní zkušenosti s vodní stopou podle ISO 14046. Odpadové fórum: odborný měsíčník pro průmyslovou a komunální ekologii. 18(5), 21–23. ISSN 1212-7779.

ANSORGE, Libor, 2017. Vodní stopa podle ISO 14046 a příklady z praxe. In: Účetnictví a reporting udržitelného rozvoje: Účetnictví a reporting udržitelného rozvoje. s. 36–42. ISBN 978-80-85990-31-7.

ANSORGE, Libor a Tereza BERÁNKOVÁ, 2017. LCA Water Footprint AWARE characterization factor based on local specific conditions. European Journal of Sustainable Development [online]. 6(4), 13–20. ISSN 2239-5938. Dostupné z: [doi:10.14207/ejsd.2017.v6n4p13](https://doi.org/10.14207/ejsd.2017.v6n4p13)

ANSORGE, Libor a Jiří DLABAL, 2017. Comparative water scarcity footprint study of two nuclear power plants. Scientific Review – Engineering and Environmental Sciences [online]. 26(4), 489–497. ISSN 1732-9353. Dostupné z: [doi:10.22630/PNIKS.2017.26.4.47](https://doi.org/10.22630/PNIKS.2017.26.4.47)

Pilotní studie, které předcházeli metodice

Srovnávací studie dopadů JE Temelín a JE Dukovany na vodní zdroje

Studie sběrového papíru LeoCzech spol. s r. o.

Vodní stopa potravinářských obalů z nasávané kartonáže

Studie vodní stopy výrobku „Krušovická 12“

Pilotní studie vodní stopy 2 betonáren SKANSKA Transbeton

VIII. Summary

The methodology specifies the principles and requirements for the development of the water footprint assessment. The methodology is intended for authors of water footprint assessment, but does not replace ISO 14046 and related normative documents, nor is it a textbook of a water footprint or LCA. The methodology assumes that the author of water footprint assessment knows and has available normative documents (ISO 14046, 14040 and 14044), knows the principles of LCA and uses the methodology as a basis for finding solutions to the individual phases of the water footprint assessment, for which the normative documents do not provide a guide.

Beyond the requirements of normative documents the methodology includes:

- Explanation of concepts related to the assessment of impacts related to water use and their application using data sources available in the Czech Republic.
- Overview of the current models used for water footprint assessment.
- The concept of regionalization and regionalized characterization factor data for selected models.

IX. Přílohy

IX.1 Dostupnost vody (water availability) z pohledu jednotlivých zdrojů vod

Jak bylo uvedeno v kapitole Dostupnost vs. (ne)dostatek vody, lze k pojmu dostupnost vody přistupovat různě. V současnosti nejaktuálnější přístup [78] vyjadřuje dostupné zdroje vody jako celkové množství obnovitelných zdrojů po odečtení environmentálních potřeb (Environmental flow requirements). Environmentální potřeby jsou pak popsány jako množství a kvalita vody, které je potřebné k udržení složek, funkcí, procesů a životaschopnosti vodních ekosystémů poskytujících užítky lidstvu [79].

IX.1.1 Povrchové vody

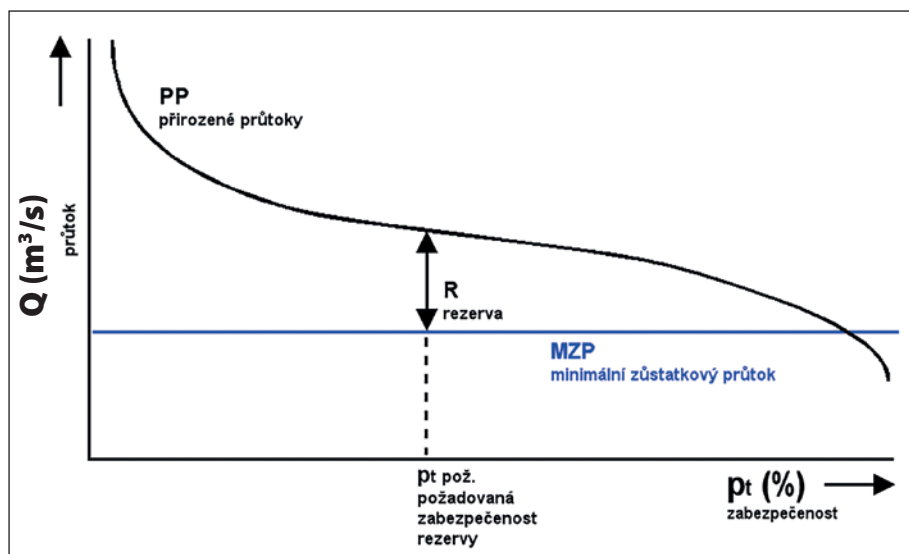
Průtok v kterémkoliv říčním profilu je determinován srážkami v povodí nad tímto profilem, průměrným součinitelem odtoku z povodí, změnami v odtoku způsobenými akumulacemi na říční síti, odběry a vypouštěními vody. Průtok Q v čase t tak představuje ve sledovaném profilu okamžitou dostupnost vody po uspokojení potřeb společnosti na užívání vody v povodí nad profilem (tj. HWR_{up} podle metodiky AWARE) v čase t .

Vzhledem k stochastickému charakteru průtoků ve vodních tocích je účelné vyjadřovat dostupnost zdrojů povrchových vod pro potřeby jejich využití (např. odběry) v termínech pravděpodobnosti. V praxi jsou v Česku využívány zejména charakteristiky zabezpečení popsané ČSN 75 2405 Vodohospodářská řešení vodních nádrží. Norma zároveň uvádí doporučené hodnoty zabezpečení podle trvání (zjednodušeně podíl času, kdy je požadavek plně zabezpečen, k celkové posuzované časové délce) v závislosti na třídě významnosti užívání (A až D) v rozsahu 95,0 až 99,5 %. Jako minimální délku posuzovaného hydrologického období doporučuje dobu 30 let, v praxi je převážně aplikováno řešení v měsíčním časovém kroku. Užívání vod je zároveň limitováno požadavky na zachování ekologické funkce povrchových vod [80] – nebo obecněji požadavky na zachování či dosažení dobrého stavu vod (podle směrnice 2000/60/ES [34]) – při kterém jsou zohledněny velikost a dynamika proudění v řekách, úroveň hladin a doba zdržení v jezerech či vodních nádržích, včetně souvislosti s podzemními vodami. V Česku jsou dosud tyto požadavky uplatňovány pomocí vodním zákonem [22] definovaných tzv. minimálních zůstatkových průtoků a minimálních hladin podzemních vod.

Při vyhodnocení dostupnosti vodních zdrojů vzhledem k požadavkům na jejich užívání lze v České republice využívat nástroje a datovou základnu vodní bilance. Vodní bilance je definována vodním zákonem a vyhláškou č. 431/2001 Sb., o obsahu vodní bilance, způsobu jejího sestavení a o údajích pro vodní bilanci. V souvislosti se zde řešenou problematikou je relevantní vodohospodářská bilance (jako jedna ze složek vodní bilance), která se zabývá porovnáním kapacit vodních zdrojů vzhledem k požadavkům na jejich užívání. Postup jejího zpracování dále podrobněji specifikuje příslušný metodický pokyn [81]. V rámci vodohospodářské bilance jsou (od roku 1979) v měsíčním kroku evidovány údaje o odběrech povrchových vod a podzemních vod a akumulaci povrchových vod ve vodních nádržích s objemem větším než 1 mil. m³.

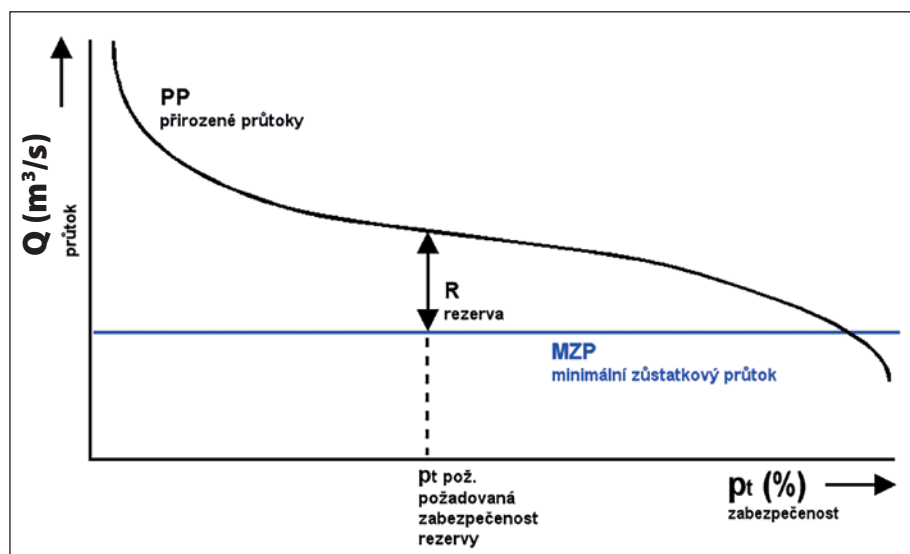
Podle těchto údajů a naměřených průtoků jsou následně v profilech vodoměrných stanic (cca 500 profilů) rekonstruovány přirozené průměrné měsíční průtoky (včetně započtení odběrů podzemních vod projekcí jejich vlivu na vodní tok). Tyto řady lze dále buď přímo využívat při zpracování vodohospodářské bilance, nebo je použít jako jeden ze vstupních údajů při modelování řad přirozených průtoků (např. modelem BILAN [82, 83]). V dalších profilech na říční síti lze potom časové řady přirozených průtoků z profilů vodoměrných stanic odvodit pomocí hydrologické analogie. Dostupnost údajů v měsíčním kroku umožňuje v řešení dostatečně reflektovat sezonní variabilitu jak na straně průtoků, tak na straně požadavků na užívání vod.

Při posouzení dostupnosti vodních zdrojů v určitém profilu na říční síti vzhledem k přírodním (člověkem neovlivněným) podmínkám tak lze vycházet ze statistického vyhodnocení reprezentativní časové řady přirozených (viz výše) průměrných měsíčních průtoků a po odečtení požadavků na minimální zůstatkové průtoky vyhodnotit hodnotu (pro odběry) disponibilního průtoku dosaženého se zvolenou pravděpodobností (zabezpečeností). *Obrázek 13* ilustruje pomocí čáry překročení průtoku hodnotu disponibilního průtoku. Minimální zůstatkový průtok je zde zjednodušeně zobrazen jednou hodnotou, v současné době navrhovaný postup jeho určení nicméně předpokládá sezonní variabilitu [84]. V Česku nejsou významná přírodní jezera, která by plnila zásobní funkci, určení disponibilních zdrojů povrchových vod je tak relevantní pouze pro vodní toky.



Obr. 13. Rezerva vztažená k přirozeným průtokům v toku

Pokud je při vyhodnocení dostupnosti vodních zdrojů (resp. potenciální disponibilní kapacity pro odběr vody) potřebné zohlednit v povodí již existující či plánované užívání vod – tj. vliv skutečných, povolených či plánovaných odběrů a vypouštění vod a vliv regulace průtoku (akumulace a nadlepšování průtoků vodními nádržemi, převody vody) v povodí posuzovaného profilu nebo vliv případného využití dostupné kapacity v posuzovaném profilu na (omezení) užívání vody níže na vodním toku – je účelné při zpracování vodohospodářské bilance aplikovat nástroje (např. simulačního) modelování zásobní funkce vodohospodářských soustav [85]. Při simulaci zásobní funkce vodohospodářské soustavy je postup zhruba následující [86, 87]: Model simuluje chování soustavy v diskrétních časových krocích (měsících) na základě znalosti časových řad přirozených průtoků (viz výše), požadavků užívání vody (odběry a vypouštění), technických parametrů prvků soustavy (kapacit vodních nádrží a převodů vody) a do modelu zavedených pravidel regulace odtoku (manipulačních pravidel). Výstupem jsou mj. časové řady průtoků a hladin ve vodních nádržích ovlivněných simulovaným užíváním vody a regulací průtoku. Tyto časové řady lze následně statisticky vyhodnotit (zabezpečení požadavků na užívání a další charakteristiky). Iterativním postupem tak lze vyhodnotit pro posuzovanou disponibilní kapacitu (resp. hodnotu potenciálního odběru) její příslušnou zabezpečenosť. Obrázek 14 pomocí čáry překročení průtoku zjednodušeně ilustruje hodnotu disponibilního průtoku po započtení vlivu dalších užívání vod v povodí hodnoceného profilu. Tento postup lze aplikovat i na disponibilní kapacitu v zásobním prostoru vodních nádrží.



Obr. 14. Rezerva vztažená k ovlivněným průtokům v toku

IX.1.2 Podzemní vody

Nejkomplikovanější a zároveň nejvýznamnější je z pohledu podzemních vod určení „water availability“. Tzv. dostupná podzemní voda může být stanovována různě. Přírodní zdroje podzemní vody představují množství vody za přírodních poměrů dlouhodobě doplňované infiltrací do hydrogeologického kolektoru nebo zvodněného systému – v české vodní bilanci je kvantifikace „přírodních zdrojů“ podzemních vod stanovena přes základní odtok. Celý základní odtok však nemůže být skutečně využit, neboť na rozdíl od povrchových vod není proveditelné odebrat všechnu podzemní vodu, která se odvodňuje povrchovými vodami kvůli jejímu nerovnoměrnému rozdělení v ploše nebo kvůli možnostem jímacích zařízení. I kdyby to možné bylo, koncept přírodních zdrojů nezahrnuje požadavky souvisejících povrchových vod či suchozemských ekosystémů na vodu tak, jak požaduje směrnice 2000/60/ES. V praxi se to řeší tak, že podíl skutečně odebraných odběrů vůči přírodním zdrojům by neměl překročit 40 % – tato hodnota se může lišit podle stanovení percentilu základního odtoku či podle porovnávání s dlouhodobými či aktuálními hodnotami přírodních zdrojů. Takto zjednodušená hodnota „dostupných zdrojů“ podzemních vod je však příliš generalizovaná – pro některé mělké hydrogeologické struktury s nesoustředěným odvodněním je příliš tvrdá (i když zároveň platí, že v těchto strukturách je technické hledisko nejvíce omezující), naopak pro některé hluboké struktury může být příliš měkká. Zároveň v sobě nezohledňuje požadavky na související povrchové vody a vzhledem k tomu, že se přírodní zdroje stanovují pro hydrogeologické rajony, jejichž plocha může v některých případech dosahovat cca 6 000 km², má také příliš malou plošnou přesnost. Řešením by mohlo být jednak stanovování přírodních zdrojů na menší plochy (nejlépe podle požadavků na odběry a existenci souvisejících suchozemských ekosystémů), dále zohlednění typů hydrogeologických struktur a hlavně snížení přírodních zdrojů o minimální a režimové průtoky povrchových vod. Vazba na závislé útvary povrchových vod by měla být zjednodušena faktem, že přírodní zdroje se stanovují také z průtoků povrchových vod, problémem však zůstává značná nepřesnost stanovení základního odtoku a rozdílné hranice povodí útvarů povrchových vod a vymezení útvarů podzemních vod.

Požadavky závislých terestrických ekosystémů se více vztahují k hladinám podzemních vod a měly by tedy být řešeny individuálně – podle typu ochrany a existence odběrů podzemních vod.

Využitelné množství podzemní vody představuje množství podzemní vody, které je možné racionálně využít z hydrogeologického kolektoru nebo ze zvodněného systému, aniž dojde k negativnímu ovlivnění podzemní vody anebo okolního životního prostředí. Při stanovení využitelného množství podzemní vody se po celkové analýze hydrogeologických poměrů vychází z možností jímání podzemní vody, určených hydraulickými parametry příslušného prostředí a výši disponibilních přírodních, popř. indukovaných či umělých zdrojů podzemní vody a zásob podzemní vody a její kvality, z rozboru ekonomických a technických možností jímání a s přihléd-

nutím k ekologické a sociální situaci v posuzovaném území a příslušným právním předpisům [88].

IX.2 Veřejný vodovod/kanalizace jako zdroj/recipient vody

IX.2.1 Určení zdroje vody

V rámci inventarizační analýzy dojde často k identifikaci veřejného vodovodu jako zdroje pitné vody, popř. veřejné kanalizace jako zdroje pro vypouštění odpadních vod. *Obrázek 15* uvádí typické schéma vstupů a výstupů systému veřejného vodovodu a kanalizace. Zejména v případě veřejných vodovodů může být reálný zdroj vody vzdálen i desítky kilometrů daleko (viz například zásobování Prahy a středočeského kraje z úpravní vody Želivka) a mohou být využity různé zdroje vody (opět jako příklad uveďme Prahu, která je zásobována jednak ze Želivky a jednak z úpravní vody Kárané či v případě potřeby z úpravní vody v Podolí). V případě použití lokálních charakterizačních faktorů je tak třeba podrobně identifikovat polohu místa zdroje či recipientu.

Informace o zdrojích vody a recipientech odpadních vod pro jednotlivé části obcí jsou obsaženy v plánech rozvoje vodovodů a kanalizací jednotlivých krajů. V případě napojení obce na nadregionální vodovod je možno informace o zdrojích vody pro nadregionální vodovod dohledat v Plánu rozvoje vodovodů a kanalizací České republiky. Pomocí těchto informací lze každé obci alespoň orientačně přiřadit jednotlivé zdroje povrchových a podzemních vod, včetně jejich prostorové lokalizace.

IX.2.2 Stanovení množství

Množství vody odebrané z veřejného vodovodu, resp. vypuštěné do veřejné kanalizace není shodné s množstvím vody odebrané ze zdroje povrchové či podzemní vody nebo vypuštěné veřejným kanalizačním systémem do povrchových vod.

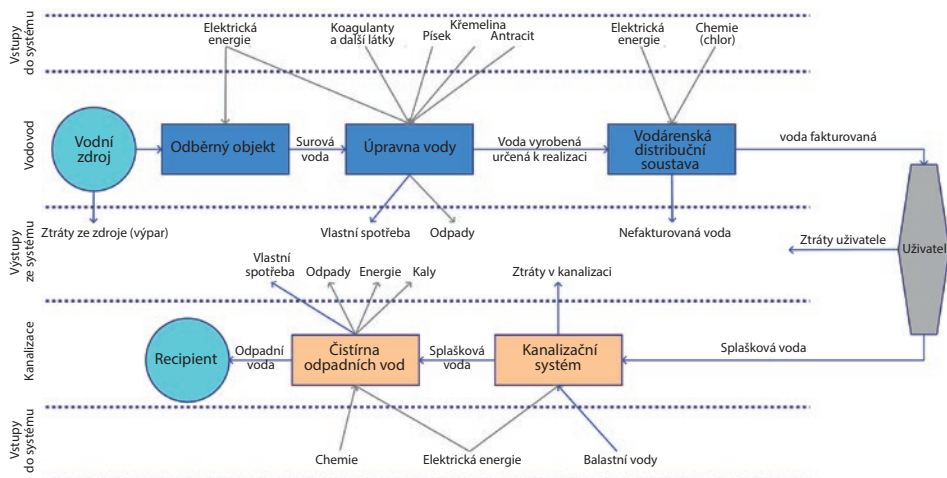
V případě veřejného vodovodu je k množství vody dodané z veřejného vodovodu (tzv. voda fakturovaná) nutno připočítat další vodu „spotřebovanou/užitou“ v systému veřejného vodovodu. Voda dodaná (fakturovaná) odběratelům představuje pouze část vody vyrobené vodárenskými společnostmi. Takzvaná nefakturovaná voda v sobě zahrnuje ztráty ve vodovodní síti, vlastní spotřebu vody vodárenskými společnostmi a ostatní nefakturovanou vodu. Ztráty vody ve vodovodní síti v ČR se daří průběžně snižovat z 31,5 % z fakturované vody v roce 2002 na 20,5 % z fakturované vody v roce 2015³⁴. Oproti tomu se množství ostatní nefakturované vody pohybuje na úrovni cca 3,8 % fakturované vody. Dále je rozdíl mezi množstvím vody vyrobené tak, jak je ČSÚ reportují vodárenské společnosti, a množstvím vody odebrané z vodních zdrojů tak, jak je evidováno

³⁴ Jednotlivé kraje jsou však na tom různě.

ve vodní bilanci. Vlastní spotřeba úpravami vody představuje v období 2002 až 2014 průměrně 3,6 % množství odebrané z povrchových a podzemních vod [89, 90].

Obdobně je třeba uvažovat úniky odpadních vod v kanalizačním systému či naopak uvažovat vstup dešťových a balastních vod do kanalizačního systému, spotřebu vody na čistírně (obvykle především výpar).

Data pro stanovení množství vody užitého v rámci systémů veřejných vodovodů a kanalizací jde získat na ČSÚ pro úroveň jednotlivých krajů a České republiky.



Obr. 15. Schéma životního cyklu pitné vody ve veřejném vodovodu/kanalizaci

IX.3 Charakterizační faktor $fwua$ pro hydrologická povodí III. řádu

Hodnoty jsou stanoveny pro roční krok na základě modelu BILAN [91]. Základní charakteristiky vypočítané modelem BILAN a použité pro zpracování charakterizačního faktoru jsou údaje o srážkách a celkovém odtoku vztažené k příslušnému dílčímu povodí III. řádu. Pro tyto charakteristiky byly spočítány hodnoty charakterizačního faktoru srážek $fwua_p$ a povrchových vod $fwua_{sw}$. Podrobné informace o stanovených hodnotách $fwua$ jsou popsány v literatuře [72].

Hodnota charakterizačního faktoru $fwua_{sw}$ pro libovolný profil na říční síti se počítá jako plochou vážená průměrná hodnota charakterizačních faktorů všech povodí ležících nad příslušným profilem. Hodnota $fwua_{sw}$ pro celou Českou republiku je 5,31012. Hodnota $fwua_p$ pro celou Českou republiku je 1,45551.

ČHP III	Plocha povodí	Srážky		Celkový odtok		ČHP III	Plocha povodí	Srážky		Celkový odtok	
	km ²	mm	fwua _p	mm	fwua _{sw}		km ²	mm	fwua _p	mm	fwua _{sw}
1-01-01	711,59	855	1,16996	412	2,42755	1-14-03	1193,81	731	1,36781	260	3,85189
1-01-02	512,87	822	1,21609	375	2,66352	1-14-04	71,44	602	1,65987	135	7,42777
1-01-03	610,99	777	1,28665	300	3,32993	1-14-05	220,05	731	1,36781	260	3,85189
1-01-04	290,80	788	1,26934	315	3,17697	1-15-01	387,68	731	1,36781	260	3,85189
1-02-01	777,35	817	1,22385	362	2,76225	1-15-02	209,21	602	1,65987	135	7,42777
1-02-02	758,31	778	1,28466	307	3,25486	1-15-03	518,32	705	1,41920	278	3,60204
1-02-03	502,78	788	1,26955	266	3,76372	1-15-04	153,36	705	1,41920	278	3,60204
1-03-01	243,32	749	1,33475	290	3,44249	1-15-05	213,54	705	1,41920	278	3,60204
1-03-02	736,72	698	1,43178	207	4,82225	2-01-01	1616,13	720	1,38858	223	4,49038
1-03-03	867,14	714	1,40073	238	4,20856	2-02-01	944,62	672	1,48863	187	5,35352
1-03-04	650,42	679	1,47264	230	4,34405	2-02-02	900,00	720	1,38948	220	4,55149
1-03-05	591,15	701	1,42715	206	4,84719	2-02-03	242,85	698	1,43361	188	5,33024
1-04-01	607,65	652	1,53485	207	4,83134	2-02-04	40,31	695	1,43810	192	5,19572
1-04-02	645,43	668	1,49747	173	5,76808	2-03-01	826,29	955	1,04670	434	2,30301
1-04-03	379,44	646	1,54734	134	7,46594	2-03-02	150,40	695	1,43810	192	5,19572
1-04-04	172,73	650	1,53912	152	6,59177	2-03-03	1112,18	1026	0,97443	496	2,01615
1-04-05	685,08	615	1,62501	123	8,12581	2-04-01	438,33	695	1,43810	192	5,19572
1-04-06	543,04	672	1,48845	205	4,88243	2-04-02	479,45	695	1,43947	223	4,47679
1-04-07	604,78	672	1,48845	205	4,88243	2-04-03	538,82	753	1,32731	286	3,49911
1-05-01	782,08	1000	0,99953	536	1,86695	2-04-04	773,68	864	1,15758	378	2,64208
1-05-02	1166,03	804	1,24371	331	3,01677	2-04-05	110,22	753	1,32731	286	3,49911
1-05-03	244,07	768	1,30175	289	3,46465	2-04-06	121,11	964	1,03772	490	2,04047
1-05-04	630,33	634	1,57627	167	5,99855	2-04-07	376,92	1003	0,99672	517	1,93278
1-06-01	1862,79	785	1,27329	307	3,25799	2-04-08	190,06	749	1,33586	264	3,78679
1-06-02	978,81	712	1,40505	213	4,68469	2-04-09	111,50	1003	0,99672	517	1,93278
1-06-03	750,19	711	1,40643	226	4,43191	2-04-10	324,10	964	1,03772	490	2,04047
1-07-01	588,63	701	1,42707	188	5,32872	4-01-01	19,20	668	1,49606	194	5,16043
1-07-02	1128,33	692	1,44576	179	5,58062	4-01-02	305,07	668	1,49606	194	5,16043
1-07-03	998,06	709	1,40963	235	4,26204	4-01-03	193,59	736	1,35858	205	4,87432
1-07-04	1519,53	671	1,48957	181	5,52255	4-02-01	106,77	736	1,35858	205	4,87432
1-07-05	326,83	652	1,53281	198	5,04200	4-02-02	160,56	736	1,35858	205	4,87432
1-08-01	1288,71	855	1,17023	372	2,69013	4-03-01	90,95	736	1,35858	205	4,87432
1-08-02	724,78	758	1,31980	268	3,72792	4-04-01	299,88	736	1,35858	205	4,87432

ČHP III	Plocha povodí	Srážky		Celkový odtok		ČHP III	Plocha povodí	Srážky		Celkový odtok	
	km ²	mm	fwua _p	mm	fwua _{sw}		km ²	mm	fwua _p	mm	fwua _{sw}
1-08-03	981,40	680	1,47133	190	5,25438	4-04-02	153,55	736	1,35858	205	4,87432
1-08-04	845,39	631	1,58458	152	6,59870	4-04-03	19,45	707	1,41472	224	4,46907
1-08-05	1325,42	584	1,71271	116	8,61802	4-10-01	821,00	889	1,12518	398	2,51110
1-09-01	1508,89	710	1,40906	202	4,94132	4-10-02	1319,95	726	1,37818	240	4,17500
1-09-02	1188,57	705	1,41806	188	5,33174	4-10-03	1436,20	672	1,48920	210	4,75354
1-09-03	1653,52	665	1,50307	184	5,43022	4-11-01	988,69	899	1,11255	380	2,63063
1-09-04	171,59	610	1,64028	164	6,11445	4-11-02	631,55	817	1,22374	309	3,23415
1-10-01	1824,13	648	1,54222	178	5,62989	4-12-01	812,59	600	1,66705	118	8,49815
1-10-02	1268,35	685	1,45932	190	5,25512	4-12-02	1423,38	626	1,59846	165	6,04434
1-10-03	915,41	753	1,32884	244	4,10172	4-13-01	1314,56	732	1,36540	214	4,67239
1-10-04	26,71	595	1,68190	137	7,28644	4-13-02	975,00	656	1,52497	207	4,83836
1-10-05	755,91	641	1,55989	152	6,57838	4-13-03	760,97	656	1,52497	207	4,83836
1-11-01	740,88	640	1,56353	162	6,18957	4-14-01	1404,13	666	1,50162	176	5,67712
1-11-02	1520,85	612	1,63416	153	6,51683	4-14-02	2187,98	609	1,64281	138	7,23578
1-11-03	603,91	545	1,83517	92	10,86357	4-14-03	1014,94	538	1,85801	76	13,08706
1-11-04	641,26	592	1,69041	132	7,57473	4-15-01	1730,65	653	1,53228	168	5,94014
1-11-05	558,13	578	1,72871	132	7,59928	4-15-02	1155,42	628	1,59145	136	7,35675
1-12-01	429,00	602	1,66192	145	6,90142	4-15-03	1233,11	590	1,69531	100	10,01972
1-12-02	975,12	533	1,87723	86	11,64605	4-16-01	1206,21	655	1,52564	177	5,64846
1-12-03	887,24	619	1,61572	171	5,85519	4-16-02	870,08	638	1,56774	176	5,67853
1-13-01	2471,03	701	1,42755	266	3,75963	4-16-03	583,99	573	1,74395	114	8,78400
1-13-02	1147,13	735	1,36054	289	3,45541	4-16-04	333,35	584	1,71095	110	9,05780
1-13-03	1262,68	630	1,58810	155	6,44661	4-17-01	1720,72	581	1,72078	100	9,97182
1-13-04	725,29	633	1,57880	180	5,55985	4-21-06	269,90	1026	0,97443	496	2,01615
1-13-05	253,67	608	1,64600	151	6,63501	4-21-07	150,40	770	1,29806	233	4,28717
1-14-01	1082,64	615	1,62597	169	5,92719	4-21-08	451,94	770	1,29806	233	4,28717
1-14-02	282,02	602	1,65987	135	7,42777	4-21-09	302,90	744	1,34348	207	4,83429

IX.4 Charakterizační faktor fwua pro hydrogeologické rajony

Hodnoty jsou stanoveny pro roční krok na základě hodnot přírodních zdrojů. Hodnoty přírodních zdrojů byly spočítány různými hydrologickými metodami pro všechny hydrogeologické rajony v České republice pro druhé plány povodí [92]. Pro hydrogeologické rajony, pro které nebyly k dispozici hodnoty přírodních zdrojů, byly uvažovány hodnoty na úrovni 80% zabezpečení podle ČHMÚ.

ID rajonu	Název rajonu	Plocha [km ²]	CF fwua
1110	Kvartér Orlice	295	13,259
1121	Kvartér Labe po Hradec Králové	146	13,427
1122	Kvartér Labe po Pardubice	128	13,659
1130	Kvartér Loučné a Chrudimky	182	13,371
1140	Kvartér Labe po Týnci	147	14,536
1151	Kvartér Labe po Kolín	88	21,125
1152	Kvartér Labe po Nymburku	239	24,564
1160	Kvartér Urbanické brány	105	17,411
1171	Kvartér Labe po Jizeru	89	25,350
1172	Kvartér Labe po Vltavu	294	28,807
1180	Kvartér Labe po Lovosici	58	31,067
1190	Kvartér a neogén odraťské části Chebské pánve	127	11,832
1211	Kvartér Lužnice	27	21,557
1212	Kvartér Nežárky	33	19,441
1230	Kvartér Otavy a Blanice	95	21,125
1310	Kvartér Úhlavy	26	11,523
1320	Kvartér Radbuzy	12	34,746
1330	Kvartér Mže	17	41,261
1410	Kvartér Liberecké kotliny	21	8,252
1420	Kvartér a miocén Žitavské pánve	21	10,255
1430	Kvartér Frýdlantského výběžku	172	8,383
1510	Kvartér Odry	263	16,504
1520	Kvartér Opavy	125	19,089
1550	Kvartér Opavské pahorkatiny	302	14,339
1610	Kvartér Horní Moravy	92	20,577
1621	Pliopleistocén Hornomoravského úvalu – severní část	357	30,765
1622	Pliopleistocén Hornomoravského úvalu – jižní část	289	44,631
1623	Pliopleistocén Blatý	100	56,586

ID rajonu	Název rajonu	Plocha [km ²]	CF fwua
1624	Kvartér Valové, Romže a Hané	84	73,693
1631	Kvartér Horní Bečvy	52	16,504
1632	Kvartér Dolní Bečvy	53	29,341
1641	Kvartér Dyje	167	117,363
1642	Kvartér Jevišovky	102	90,537
1643	Kvartér Svratky	152	90,537
1644	Kvartér Jihlavy	51	93,200
1651	Kvartér Dolnomoravského úvalu	168	45,269
1652	Kvartér soutokové oblasti Moravy a Dyje	217	56,586
2110	Chebská pánev	329	18,726
2120	Sokolovská pánev	302	14,130
2131	Mostecká pánev – severní část	542	97,623
2132	Mostecká pánev – jižní část	488	316,881
2140	Třeboňská pánev – jižní část	551	15,993
2151	Třeboňská pánev – severní část	260	20,183
2152	Třeboňská pánev – střední část	202	27,146
2160	Budějovická pánev	449	18,975
2211	Bečevská brána	169	19,561
2212	Oderská brána	307	15,924
2220	Hornomoravský úval	1257	28,293
2230	Vyškovská brána	734	40,418
2241	Dyjsko-svratecký úval	1461	58,465
2242	Kuřimská kotlina	80	21,704
2250	Dolnomoravský úval	1417	59,235
2261	Ostravská pánev – ostravská část	250	9,025
2262	Ostravská pánev – karvinská část	139	7,799
3110	Pavlovské vrchy a okolí	62	45,792
3211	Flyš v povodí Olše	515	5,458
3212	Flyš v povodí Ostravice	700	5,317
3213	Flyš v mezipovodí Odry	555	9,361
3221	Flyš v povodí Bečvy	1292	9,348
3222	Flyš v povodí Moravy	1682	17,923
3223	Flyš v povodí Váhu – severní část	317	11,687
3224	Flyš v povodí Váhu – jižní část	110	9,501
3230	Středomoravské Karpaty	1174	44,884

ID rajonu	Název rajonu	Plocha [km ²]	CF fwua
4110	Polická pánev	214	6,415
4210	Hronovsko-poříčská křída	40	7,581
4221	Podorlická křída v povodí Úpy a Metuje	253	11,650
4222	Podorlická křída v povodí Orlice	434	11,607
4231	Ústecká synklinála v povodí Orlice	176	10,390
4232	Ústecká synklinála v povodí Svitavy	358	5,689
4240	Královédvorská synklinála	145	9,699
4250	Hořicko-miletínská křída	435	11,197
4261	Kyšperská synklinála v povodí Orlice	171	7,301
4262	Kyšperská synklinála –jižní část	236	9,550
4270	Vysokomýtská synklinála	800	7,599
4280	Velkoopatovická křída	50	16,504
4291	Králický prolom – severní část	61	5,262
4292	Králický prolom – jižní část	45	5,452
4310	Chrudimská křída	596	22,797
4320	Dlouhá mez – jižní část	66	6,226
4330	Dlouhá mez – severní část	60	10,927
4340	Čáslavská křída	276	29,615
4350	Velimská křída	279	25,050
4360	Labská křída	2846	26,385
4410	Jizerská křída pravobřežní	685	6,800
4420	Jizerský coniak	152	8,450
4430	Jizerská křída levobřežní	899	16,250
4510	Křída severně od Prahy	603	30,735
4521	Křída Košáteckého potoka	338	14,339
4522	Křída Liběchovky a Pšovky	335	14,146
4523	Křída Obrtky a Úštěckého potoka	309	18,531
4530	Roudnická křída	406	47,104
4540	Ohárecká křída	476	58,719
4550	Holedeč	28	30,179
4611	Křída Dolního Labe po Děčín – levý břeh, jižní část	280	31,929
4612	Křída Dolního Labe po Děčín – levý břeh, severní část	332	13,659
4620	Křída Dolního Labe po Děčín – pravý břeh	290	15,383
4630	Děčínský Sněžník	98	5,720
4640	Křída Horní Ploučnice	833	6,024

ID rajonu	Název rajonu	Plocha [km ²]	CF fwua
4650	Křída Dolní Ploučnice a Horní Kamenice	481	6,376
4660	Křída Dolní Kamenice a Křínice	180	3,946
4710	Bazální křídový kolektor na Jizeře	1882	352,090
4720	Bazální křídový kolektor v od Hamru po Labe	1340	194,405
4730	Bazální křídový kolektor v benešovské synklinále	949	186,401
5110	Plzeňská pánev	467	73,938
5120	Manětínská pánev	226	21,013
5131	Rakovnická pánev	941	44,454
5132	Žihelská pánev	88	31,688
5140	Kladenská pánev	569	49,513
5151	Podkrkonošský permokarbon	863	7,474
5152	Náchodský perm	60	10,356
5161	Dolnoslezská pánev – západní část	147	6,980
5162	Dolnoslezská pánev – východní část	171	9,720
5211	Poorlický perm – severní část	72	9,431
5212	Poorlický perm – jižní část	210	14,975
5221	Boskovická brázda – severní část	323	31,085
5222	Boskovická brázda – jižní část	129	52,768
6111	Krystalinikum Smrčin a západní části Krušných hor	701	5,936
6112	Krystalinikum Slavkovského lesa	523	9,640
6120	Krystalinikum v mezipovodí Ohře po Kadaň	991	9,811
6131	Krystalinikum Krušných hor od Chomutovky po Moldavu	457	5,868
6132	Krystalinikum východní části Krušných hor	101	6,467
6133	Teplický ryolit	134	7,105
6211	Krystalinikum Českého lesa v povodí Kateřinského potoka	219	6,287
6212	Krystalinikum v povodí Mže po Stříbro a Radbuzy po Staňkov	1821	13,427
6213	Krystalinikum Českého lesa v povodí Schwarzbach	189	7,038
6221	Krystalinikum v mezipovodí Mže pod Stříbrem	752	20,806
6222	Krystalinikum a proterozoikum v povodí Úhlavy a dolního toku Radbuzy	1278	17,943
6230	Krystalinikum, proterozoikum a paleozoikum v povodí Berounky	2863	21,542
6240	Svrchní silur a devon Barrandienu	259	29,726
6250	Proterozoikum a paleozoikum v povodí přítoků Vltavy	1182	27,092
6310	Krystalinikum v povodí Horní Vltavy a Úhlavy	5860	7,381
6320	Krystalinikum v povodí Střední Vltavy	5727	20,107
6411	Krystalinikum Šluknovské pahorkatiny	189	9,028

ID rajonu	Název rajonu	Plocha [km ²]	CF fwua
6412	Krystalinikum Lužických hor	94	9,106
6413	Krystalinikum Jizerských hor v povodí Lužické Nisy	702	5,046
6414	Krystalinikum Jizerských hor a Krkonoš v povodí Jizery	900	3,024
6420	Krystalinikum Orlických hor	567	4,426
6431	Krystalinikum severní části Východních Sudet	923	4,137
6432	Krystalinikum jižní části Východních Sudet	1423	4,276
6510	Krystalinikum v povodí Lužnice	1534	13,484
6520	Krystalinikum v povodí Sázavy	2677	11,205
6531	Kutnohorské krystalinikum	817	28,807
6532	Krystalinikum Železných hor	726	12,675
6540	Krystalinikum v povodí Dyje	1823	27,555
6550	Krystalinikum v povodí Jihlavy	2569	23,227
6560	Krystalinikum v povodí Svatky	1608	11,619
6570	Krystalinikum brněnské jednotky	501	34,000
6611	Kulm Nizkého Jeseníku v povodí Odry	2866	17,421
6612	Kulm Nizkého Jeseníku v povodí Moravy	791	17,392
6620	Kulm Dražanské vrchoviny	1216	28,394
6630	Moravský kras	89	14,947
6640	Mladečský kras	75	20,577

IX.5 Charakterizační faktor $fwua$ pro vybrané bilanční profily povrchových vod Českého hydrometeorologického ústavu

Hodnoty jsou stanoveny na základě průměrných průtoků v jednotlivých profilech v letech 1981 až 2010 podle rovnice:

$$fwua_{sw} = \frac{Q_{A,ref}}{d \times 86\,400 \times Q_{prům}} \times A \quad (19)$$

Kde: $fwua_{sw}$ je průměrný charakterizační faktor „nedostupnosti vody“ stanovený na základě údajů ČHMÚ,

d počet dní v měsíci či roce,

$Q_{prům}$ průměrný měsíční či roční průtok stanic ČHMÚ [$m^3 \cdot s^{-1}$],

A plocha povodí [km^2],

$Q_{A,ref}$ referenční hodnota $1/12 m^3 \cdot m^{-2} \cdot měsíc^{-1}$, resp. $1 m^3 \cdot m^{-2} \cdot rok^{-1}$.

ID stanice	Tok	Vodoměrná stanice	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec	Rok
016000	Labe	Jaroměř	1,982	2,197	1,257	1,270	1,646	3,501	3,213	3,999	3,551	3,575	2,827	2,432	2,254
037000	Orlice	Týniště n. Orlicí	2,022	2,159	1,309	1,657	2,884	4,154	3,781	4,453	4,531	4,541	3,379	2,683	2,660
042000	Labe	Němčice	2,356	2,482	1,485	1,788	2,696	4,462	4,088	4,723	4,443	4,641	3,737	3,113	2,898
061000	Labe	Přelouč	2,845	2,898	1,789	2,172	3,248	5,152	4,732	5,432	5,278	5,516	4,515	3,713	3,454
075000	Cidlina	Sány	4,212	4,238	2,799	6,223	10,115	19,905	18,986	21,259	15,179	14,419	10,919	6,707	7,426
080000	Labe	Nymburk	3,327	3,342	2,118	2,759	4,101	6,369	5,831	6,823	6,488	6,765	5,534	4,387	4,190
091000	Jizera	Železný Brod	1,335	1,592	0,794	0,693	1,407	2,524	2,159	2,382	2,298	2,437	1,679	1,500	1,468
111000	Vltava	Břeží-Kamenný Újezd	2,901	3,020	2,117	2,348	2,974	3,503	3,766	3,242	4,358	4,013	3,252	3,095	3,093
115000	Malše	Roudné	6,473	7,235	3,027	3,012	4,405	4,918	5,352	3,674	6,895	5,738	7,248	6,331	4,878
115100	Vltava	České Budějovice	3,554	3,689	2,227	2,475	3,115	3,705	3,865	3,006	4,776	4,246	3,815	3,710	3,367
123000	Lužnice	Frahelž	13,141	12,787	7,999	8,312	14,819	21,867	18,451	9,611	16,308	9,532	16,106	15,007	12,422

ID stanice	Tok	Vodoměrná stanice
129000	Nežárka	Hamr nad Nežárkou
131000	Lužnice	Klenovice
133000	Lužnice	Bechyně
141000	Otava	Katovice
150000	Blanice	Heřmaň
151000	Otava	Písek
152000	Lomnice	Dolní Ostrovec
153000	Skalice	Varvažov
159000	Skalice	Varvažov
165000	Skalice	Varvažov
169000	Vltava	Zbraslav
174000	Mže	Stříbro
179900	Radbuza	Lhota
183000	Úhlava	Štěnovice
186000	Berounka	Plzeň-Bílá Hora
187000	Úslava	Plzeň-Koterov
Leden		
Únor		
Březen		
Duben		
Květen		
Červen		
Červenec		
Srpen		
Září		
Říjen		
Listopad		
Prosinec		
Rok		

ID stanice	Tok	Vodoměrná stanice	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec	Rok
190000	Střela	Plasy	6,209	6,119	3,532	5,382	11,312	14,141	17,661	17,909	20,852	13,418	10,303	8,471	8,555
198000	Berounka	Beroun	5,482	5,687	3,614	5,191	8,064	8,917	11,254	9,568	13,550	10,520	8,082	6,813	7,073
200100	Vltava	Praha-Chuchle	5,334	5,323	3,286	3,858	6,220	6,682	7,839	6,258	9,468	8,236	7,272	6,563	5,843
202300	Bakovský potok	Velvary	16,496	23,121	17,497	20,545	21,229	17,432	19,997	17,053	19,437	14,615	18,213	16,815	18,263
204000	Labe	Mělník	4,392	4,471	2,894	3,378	5,261	6,792	6,982	7,917	8,328	7,638	6,554	5,533	5,254
214000	Ohře	Karlovy Vary	2,223	2,589	1,761	2,207	4,063	4,934	5,575	5,553	5,484	4,485	3,222	2,810	3,211
219000	Ohře	Louny	3,072	3,318	2,266	2,711	4,972	6,457	7,756	7,142	7,526	5,888	4,546	4,076	4,240
221000	Labe	Ústí nad Labem	4,329	4,410	2,893	3,354	5,346	6,883	7,227	6,839	8,451	7,612	6,415	5,473	5,202
226000	Bílina	Trmice	3,497	3,604	2,595	2,800	4,315	5,076	4,948	4,744	5,592	5,161	4,340	3,945	3,995
239000	Ploučnice	Benešov nad Pl.	3,274	3,406	2,516	3,701	4,645	5,486	5,122	4,852	4,778	4,364	3,943	3,623	3,956
252000	Odra	Bartošovice	3,975	3,875	1,953	2,861	3,720	5,276	5,190	8,118	7,300	7,628	5,927	4,444	4,275
257000	Odra	Svinov	4,147	4,080	2,058	2,910	3,474	4,399	4,112	5,857	5,900	6,615	5,655	4,440	4,044
266000	Opava	Opava	6,272	5,966	2,980	2,693	3,251	4,390	3,726	6,056	5,738	7,045	6,934	6,800	4,597
275000	Opava	Děhylov	5,354	5,177	2,750	2,695	3,547	4,888	4,655	7,039	6,604	7,143	7,145	6,375	4,713
293000	Ostravice	Ostrava	2,675	2,679	1,494	1,398	1,665	1,830	1,619	2,179	2,292	3,443	3,058	2,807	2,081
294000	Odra	Bohumín	3,987	3,939	2,124	2,345	2,902	3,563	3,208	4,597	4,550	5,567	5,168	4,439	3,556

ID stanice	Tok	Vodoměrná stanice	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec	Rok
303000	Olše	Věřňovice	2,375	2,272	1,358	1,619	1,974	2,005	1,898	2,481	2,478	3,715	2,894	2,495	2,155
320000	Nisa	Hrádek nad Nisou	1,890	2,020	1,220	1,474	2,410	2,874	2,496	2,572	2,966	3,321	2,588	2,081	2,151
355000	Morava	Moravičany	2,796	2,820	1,507	1,520	2,399	3,628	3,439	5,051	4,938	5,102	4,023	3,516	2,894
367000	Morava	Olomouc-Nové sady	3,639	3,580	1,943	2,203	3,557	4,989	4,892	7,139	7,321	7,369	5,677	4,767	3,991
382000	Vsetínská Bečva	Jarcová	2,442	2,234	1,077	1,540	2,427	2,969	2,849	4,467	3,749	4,700	3,304	2,737	2,446
387000	Rožnovská Bečva	Krásno	2,324	2,243	1,072	1,337	1,943	2,364	1,862	3,110	2,727	4,149	3,026	2,514	2,109
390000	Bečva	Dluhonice	2,940	2,762	1,365	1,911	2,685	3,324	3,118	4,947	4,352	5,485	4,046	3,285	2,914
403000	Morava	Kroměříž	4,094	3,990	2,106	2,588	3,828	5,071	5,132	7,533	7,347	8,008	6,209	5,068	4,346
421500	Morava	Strážnice	4,591	4,460	2,369	2,955	4,216	5,539	5,725	8,528	8,476	9,039	7,145	5,751	4,889
429000	Moravská Dyje	Janov	5,368	4,834	2,483	3,379	6,402	8,283	9,213	8,967	13,424	9,563	9,585	7,138	5,963
430000	Dyje	Podhradí	6,084	5,551	2,706	3,823	6,944	8,172	8,417	7,661	13,672	10,246	9,891	7,420	6,322
437000	Dyje	Trávní Dvůr	9,842	9,431	5,384	5,693	10,294	11,852	11,072	10,907	16,968	15,119	15,643	13,063	10,016
440000	Jevišovka	Božice	23,367	20,792	11,621	15,458	25,315	25,920	30,745	29,907	43,305	27,300	29,675	29,494	23,391
448000	Svatka	Veverská Bítýška	5,341	4,652	2,535	3,347	5,294	7,239	7,162	9,667	11,187	9,812	8,545	6,764	5,656

ID stanice	Tok	Vodoměrná stanice	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec	Rok
457000	Svitava	Bílovice nad Svitavou	8,604	8,291	4,216	5,714	7,040	8,737	8,972	11,257	12,323	12,426	12,649	10,454	8,321
462000	Svatka	Židlochovice	7,821	7,318	4,234	5,311	7,440	9,369	9,814	12,642	14,135	12,553	11,419	10,162	8,290
469000	Jihlava	Ptáčov	5,335	4,742	2,504	3,320	5,391	7,689	8,267	8,329	10,375	8,776	9,057	6,855	5,655
474000	Oslava	Oslavany	7,611	6,168	3,094	4,646	7,440	9,943	12,534	15,050	16,616	12,275	14,103	10,192	7,875
477000	Rokytná	Moravský Krumlov	12,906	10,920	5,483	8,674	12,045	14,499	18,806	19,859	25,428	18,368	19,439	15,412	12,871
478000	Jihlava	Ivančice	8,360	7,181	3,864	4,691	7,376	9,514	11,399	11,844	14,551	12,218	12,127	10,889	8,171
480500	Dyje	Břeclav-Ladná	11,143	9,896	5,595	6,192	10,615	13,359	12,992	14,892	18,166	14,164	14,234	13,462	10,768

IX.6 Charakterizační faktor AWARE pro hydrologická povodí III. řádu

Hodnoty jsou stanoveny pro roční krok na základě modelu BILAN [91]. Základní charakteristiky vypočítané modelem BILAN a použité pro zpracování charakterizačního faktoru jsou údaje o celkovém odtoku vztahené k příslušnému dílčímu povodí III. řádu. Pro tyto charakteristiky byly spočítány hodnoty charakterizačního faktoru povrchových vod CF_{AWARE} . Hodnota požadavků na zajištění ekologických potřeb (EWR) byla uvažována na úrovni 30 % celkového odtoku.

Hodnota charakterizačního faktoru CF_{AWARE} pro libovolný profil na říční síti se spočítá jako plochou vážená průměrná hodnota charakterizačních faktorů všech povodí ležících nad příslušným profilem. Hodnota CF_{AWARE} pro celou Českou republiku je 1,23802.

ČHP III	Plocha povodí	Celkový odtok		ČHP III	Plocha povodí	Celkový odtok		ČHP III	Plocha povodí	Celkový odtok	
	km ²	mm	AWARE _{sw}		km ²	mm	AWARE _{sw}		km ²	mm	AWARE _{sw}
1-01-01	712	412	0,56596	1-10-01	1824	178	1,31257	2-04-05	110	286	0,81579
1-01-02	513	375	0,62098	1-10-02	1268	190	1,22519	2-04-06	121	490	0,47572
1-01-03	611	300	0,77635	1-10-03	915	244	0,95629	2-04-07	377	517	0,45061
1-01-04	291	315	0,74069	1-10-04	27	137	1,69878	2-04-08	190	264	0,88286
1-02-01	777	362	0,64400	1-10-05	756	152	1,53370	2-04-09	112	517	0,45061
1-02-02	758	307	0,75885	1-11-01	741	162	1,44305	2-04-10	324	490	0,47572
1-02-03	503	266	0,87748	1-11-02	1521	153	1,51935	4-01-01	19	194	1,20312
1-03-01	243	290	0,80259	1-11-03	604	92	2,53276	4-01-02	305	194	1,20312
1-03-02	737	207	1,12427	1-11-04	641	132	1,76599	4-01-03	194	205	1,13641
1-03-03	867	238	0,98120	1-11-05	558	132	1,77172	4-02-01	107	205	1,13641
1-03-04	650	230	1,01279	1-12-01	429	145	1,60902	4-02-02	161	205	1,13641
1-03-05	591	206	1,13009	1-12-02	975	86	2,71519	4-03-01	91	205	1,13641
1-04-01	608	207	1,12639	1-12-03	887	171	1,36510	4-04-01	300	205	1,13641
1-04-02	645	173	1,34479	1-13-01	2471	266	0,87653	4-04-02	154	205	1,13641
1-04-03	379	134	1,74063	1-13-02	1147	289	0,80560	4-04-03	19	224	1,04193
1-04-04	173	152	1,53682	1-13-03	1263	155	1,50298	4-10-01	821	398	0,58544
1-04-05	685	123	1,89447	1-13-04	725	180	1,29624	4-10-02	1320	240	0,97337
1-04-06	543	205	1,13830	1-13-05	254	151	1,54691	4-10-03	1436	210	1,10825
1-04-07	605	205	1,13830	1-14-01	1083	169	1,38188	4-11-01	989	380	0,61331
1-05-01	782	536	0,43527	1-14-02	282	135	1,73173	4-110-2	632	309	0,75402
1-05-02	1166	331	0,70334	1-14-03	1194	260	0,89804	4-120-1	813	118	1,98128

ČHP III	Plocha povodí	Celkový odtok		ČHP III	Plocha povodí	Celkový odtok		ČHP III	Plocha povodí	Celkový odtok	
	km ²	mm	AWARE _{sw}		km ²	mm	AWARE _{sw}		km ²	mm	AWARE _{sw}
1-05-03	244	289	0,80776	1-14-04	71	135	1,73173	4-120-2	1423	165	1,40919
1-05-04	630	167	1,39852	1-14-05	220	260	0,89804	4-130-1	1315	214	1,08934
1-06-01	1863	307	0,75958	1-15-01	388	260	0,89804	4-130-2	975	207	1,12803
1-06-02	979	213	1,09220	1-15-02	209	135	1,73173	4-130-3	761	207	1,12803
1-06-03	750	226	1,03327	1-15-03	518	278	0,83979	4-14-01	1404	176	1,32358
1-07-01	589	188	1,24235	1-15-04	153	278	0,83979	4-14-02	2188	138	1,68697
1-07-02	1128	179	1,30108	1-15-05	214	278	0,83979	4-14-03	1015	76	3,05115
1-07-03	998	235	0,99366	2-01-01	1616	223	1,04690	4-15-01	1731	168	1,38490
1-07-04	1520	181	1,28754	2-02-01	945	187	1,24814	4-15-02	1155	136	1,71517
1-07-05	327	198	1,17551	2-02-02	900	220	1,06115	4-15-03	1233	100	2,33603
1-08-01	1289	372	0,62718	2-02-03	243	188	1,24271	4-16-01	1206	177	1,31690
1-08-02	725	268	0,86914	2-02-04	40	192	1,21134	4-16-02	870	176	1,32391
1-08-03	981	190	1,22502	2-03-01	826	434	0,53693	4-16-03	584	114	2,04793
1-08-04	845	152	1,53844	2-03-02	150	192	1,21134	4-16-04	333	110	2,11176
1-08-05	1325	116	2,00923	2-03-03	1112	496	0,47005	4-17-01	1721	100	2,32486
1-09-01	1509	202	1,15203	2-04-01	438	192	1,21134	4-21-06	270	496	0,47005
1-09-02	1189	188	1,24306	2-04-02	479	223	1,04373	4-21-07	150	233	0,99952
1-09-03	1654	184	1,26602	2-04-03	539	286	0,81579	4-21-08	452	233	0,99952
1-09-04	172	164	1,42554	2-04-04	774	378	0,61598	4-21-09	303	207	1,12708

IX.7 Charakterizační faktor AWARE pro vybrané bilanční profily povrchových vod Českého hydrometeorologického ústavu

Hodnoty jsou stanoveny na základě měsíčních průtoků v jednotlivých profilech v letech 1981 až 2010. Hodnota požadavků na zajištění ekologických potřeb (*EWR*) byla uvažována na úrovni 30 % Q_a [93] podle rovnice:

$$AWARE = \frac{AMD_{world\ avg}}{d \times 86\,400 \times (Q_{prům} - 0,3 \times Q_a)} \quad (20)$$

$$1\,000\,000 \times A$$

Kde: *AWARE* je průměrný charakterizační faktor „nedostupnosti vody“ stanovený na základě údajů ČHMÚ,

d je počet dní v měsíci či roce,

$Q_{prům}$ je průměrný měsíční či roční průtok stanicí ČHMÚ [$m^3 \cdot s^{-1}$],

Q_a průměrný roční průtok stanicí ČHMÚ [$m^3 \cdot s^{-1}$],

A plocha povodí [km^2],

$AMD_{world\ avg}$ referenční hodnota $0,0136\,m^3 \cdot m^{-2} \cdot měsíc^{-1}$, resp. $0,1632\,m^3 \cdot m^{-2} \cdot rok^{-1}$.

ID stanice	Tok	Vodoměrná stanice	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec	Rok
016000	Labe	Jaroměř	0,442	0,492	0,247	0,249	0,346	1,056	0,929	1,425	1,085	1,132	0,733	0,583	0,526
037000	Orlice	Týniště n. Orlicí	0,430	0,455	0,251	0,331	0,704	1,260	1,091	1,488	1,490	1,549	0,883	0,624	0,620
042000	Labe	Němčice	0,512	0,532	0,287	0,357	0,615	1,337	1,173	1,535	1,327	1,483	0,986	0,745	0,676
061000	Labe	Přelouč	0,621	0,617	0,347	0,435	0,744	1,504	1,329	1,707	1,571	1,759	1,201	0,888	0,805
075000	Cidlina	Sány	0,832	0,822	0,516	1,350	2,828	15,665	14,163	27,700	6,263	5,786	3,153	1,493	1,731
080000	Labe	Nymburk	0,717	0,701	0,409	0,559	0,955	1,888	1,655	2,216	1,953	2,179	1,482	1,037	0,977
091000	Jizera	Železný Brod	0,302	0,372	0,155	0,131	0,325	0,838	0,640	0,772	0,699	0,807	0,414	0,351	0,342
111000	Vltava	Březi-Kamenný Újezd	0,664	0,677	0,437	0,494	0,687	0,859	0,978	0,778	1,219	1,085	0,770	0,717	0,721
115000	Malše	Roudné	1,777	2,011	0,609	0,601	0,993	1,143	1,314	0,779	1,933	1,462	2,110	1,676	1,137
115100	Vltava	České Budějovice	0,856	0,866	0,456	0,516	0,709	0,896	0,972	0,675	1,343	1,127	0,936	0,898	0,785

ID stanice	Tok	Vodoměrná stanice	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec	Rok
123000	Lužnice	Frahelž	3,169	2,925	1,625	1,691	3,805	7,443	5,513	2,054	4,350	2,032	4,263	3,810	2,896
129000	Nežárka	Hamr nad Nežárkou	0,795	0,702	0,279	0,315	0,755	0,967	0,951	0,904	1,243	0,607	1,309	1,062	0,663
131000	Lužnice	Klenovice	1,476	1,345	0,580	0,673	1,562	2,178	2,154	1,468	2,339	1,096	2,271	1,913	1,309
133000	Lužnice	Bechyně	1,471	1,391	0,569	0,701	1,618	2,174	2,319	1,599	2,555	1,233	2,301	1,860	1,351
141000	Otava	Katovice	0,675	0,775	0,348	0,289	0,382	0,628	0,787	0,752	1,158	1,043	0,828	0,686	0,589
150000	Blanice	Heřman	1,744	2,011	0,671	0,739	1,613	1,210	1,635	1,121	3,212	1,871	2,396	1,755	1,382
151000	Otava	Písek	1,028	1,119	0,472	0,458	0,683	0,872	1,117	0,975	1,807	1,494	1,327	1,056	0,882
152000	Lomnice	Dolní Ostrovec	1,623	1,393	0,616	1,160	2,747	3,844	5,340	3,118	4,855	1,566	2,884	2,060	1,813
153000	Skalice	Varvažov	1,278	1,219	0,548	1,292	2,802	4,779	6,726	3,973	7,373	3,151	2,795	1,518	1,810
159000	Skalice	Varvažov	0,323	0,265	0,128	0,216	0,432	0,632	0,566	0,698	0,942	1,101	0,814	0,462	0,378
165000	Skalice	Varvažov	0,180	0,146	0,100	0,100	0,213	0,315	0,304	0,324	0,477	0,601	0,384	0,248	0,196
169000	Vltava	Zbraslav	1,136	1,066	0,659	0,717	1,298	1,602	1,792	1,976	2,530	2,080	1,809	1,549	1,297
174000	Mže	Stříbro	0,759	0,800	0,477	0,757	1,510	2,398	4,893	7,790	6,335	2,142	1,406	1,116	1,247
179900	Radbuza	Lhota	1,087	1,177	0,745	1,328	2,157	2,521	3,470	3,062	5,884	2,947	2,260	1,471	1,723
183000	Úhlava	Štěnovice	0,866	0,852	0,589	0,815	1,202	1,361	1,619	1,309	2,526	2,177	1,541	1,070	1,129
186000	Berounka	Plzeň-Bílá Hora	0,999	1,049	0,657	1,003	1,825	2,230	3,556	2,745	4,471	2,779	1,731	1,367	1,500

ID stanice	Tok	Vodoměrná stanice	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec	Rok
187000	Úslava	Plzeň-Koterov	1,351	1,215	0,690	1,236	1,804	2,181	2,371	1,556	4,422	2,362	2,668	1,463	1,579
190000	Střela	Plasy	1,302	1,247	0,660	1,079	3,098	4,514	7,805	8,109	12,183	4,205	2,611	1,955	1,995
198000	Berounka	Beroun	1,172	1,196	0,699	1,082	2,019	2,320	3,574	2,661	5,100	3,147	1,992	1,555	1,649
200100	Vltava	Praha-Chuchle	1,207	1,164	0,648	0,782	1,504	1,648	2,168	1,518	2,966	2,361	1,878	1,604	1,362
202300	Bakovský p.	Velvary	3,718	5,828	4,037	5,024	5,373	3,964	4,904	3,894	4,629	3,157	4,215	3,771	4,258
204000	Labe	Mělník	0,963	0,956	0,568	0,681	1,237	1,794	1,919	2,394	2,558	2,243	1,695	1,311	1,225
214000	Ohře	Karlovy Vary	0,460	0,545	0,345	0,452	1,081	1,476	1,938	1,922	1,808	1,277	0,748	0,619	0,749
219000	Ohře	Louny	0,644	0,692	0,442	0,546	1,264	1,917	2,869	2,401	2,585	1,669	1,086	0,929	0,989
221000	Labe	Ústí nad Labem	0,947	0,942	0,569	0,676	1,272	1,845	2,049	1,866	2,654	2,247	1,648	1,297	1,213
226000	Bílina	Trmice	0,779	0,786	0,528	0,576	1,051	1,327	1,299	1,215	1,557	1,392	1,043	0,909	0,931
239000	Ploučnice	Benešov nad Pl.	0,715	0,731	0,510	0,835	1,182	1,518	1,383	1,267	1,213	1,074	0,913	0,811	0,922
252000	Odra	Bartošovice	0,906	0,846	0,371	0,582	0,827	1,356	1,346	3,157	2,407	2,737	1,640	1,047	0,997
257000	Odra	Svinov	0,986	0,926	0,398	0,603	0,769	1,058	0,974	1,715	1,693	2,158	1,574	1,073	0,943
266000	Opava	Opava	1,755	1,524	0,607	0,532	0,677	0,999	0,808	1,654	1,484	2,162	2,043	1,972	1,072
275000	Opava	Děhylov	1,338	1,217	0,546	0,529	0,752	1,151	1,088	2,113	1,840	2,171	2,114	1,734	1,099
293000	Ostravice	Ostrava	0,719	0,681	0,312	0,285	0,360	0,404	0,347	0,523	0,555	1,136	0,883	0,762	0,485
294000	Odra	Bohumín	0,990	0,930	0,424	0,476	0,631	0,826	0,723	1,240	1,194	1,742	1,479	1,148	0,829

ID stanice	Tok	Vodoměrná stanice	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec	Rok
303000	Olše	Věřňovice	0,584	0,525	0,274	0,340	0,447	0,451	0,424	0,625	0,613	1,281	0,784	0,619	0,502
320000	Nisa	Hrádek nad Nisou	0,422	0,446	0,241	0,302	0,598	0,776	0,631	0,661	0,817	1,026	0,656	0,476	0,501
355000	Morava	Moravičany	0,647	0,632	0,292	0,294	0,524	0,941	0,881	1,766	1,627	1,805	1,115	0,896	0,675
367000	Morava	Olomouc-Nové sady	0,823	0,779	0,372	0,430	0,798	1,292	1,277	2,570	2,612	2,760	1,599	1,203	0,930
382000	Vsetínská Bečva	Jarcová	0,573	0,489	0,203	0,309	0,568	0,756	0,722	1,649	1,119	1,857	0,898	0,667	0,570
387000	Rožnovská Bečva	Krásno	0,572	0,520	0,207	0,268	0,441	0,577	0,416	0,924	0,721	1,697	0,858	0,634	0,492
390000	Bečva	Dluhonice	0,694	0,612	0,260	0,387	0,610	0,819	0,756	1,677	1,272	2,106	1,120	0,804	0,679
403000	Morava	Kroměříž	0,938	0,875	0,403	0,513	0,855	1,264	1,311	2,613	2,397	2,991	1,755	1,262	1,013
421500	Morava	Strážnice	1,051	0,976	0,454	0,587	0,934	1,359	1,455	2,981	2,839	3,391	2,054	1,439	1,140
429000	Moravská Dyje	Janov	1,209	1,019	0,464	0,662	1,555	2,294	2,848	2,707	6,552	3,060	2,981	1,803	1,390
430000	Dyje	Podhradí	1,406	1,199	0,508	0,760	1,706	2,159	2,316	1,985	6,187	3,312	3,004	1,854	1,474
437000	Dyje	Trávní Dvůr	2,295	2,086	1,051	1,117	2,449	2,975	2,729	2,668	5,549	4,580	4,744	3,470	2,335
440000	Jevišovka	Božice	5,489	4,509	2,236	3,135	6,173	6,291	8,385	8,010	15,615	6,925	7,750	7,675	5,454
448000	Svatka	Veverská Bítýška	1,225	0,985	0,479	0,662	1,210	1,901	1,906	3,302	4,398	3,408	2,520	1,708	1,319

ID stanice	Tok	Vodoměrná stanice	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec	Rok
457000	Svitava	Bílovice nad Svitavou	2,053	1,873	0,814	1,170	1,550	2,068	2,184	3,131	3,578	3,730	3,750	2,714	1,940
462000	Svratka	Židlochovice	1,793	1,584	0,819	1,069	1,673	2,297	2,509	3,864	4,652	3,813	3,144	2,601	1,933
469000	Jihlava	Ptáčov	1,223	1,010	0,473	0,656	1,241	2,098	2,438	2,472	3,701	2,724	2,808	1,744	1,318
474000	Oslava	Oslavany	1,763	1,287	0,574	0,918	1,707	2,589	3,982	5,903	7,210	3,825	4,892	2,695	1,836
477000	Rokytná	Moravský Krumlov	3,037	2,333	1,029	1,768	2,753	3,548	5,545	6,132	9,980	5,315	5,732	3,894	3,001
478000	Jihlava	Ivančice	1,985	1,552	0,737	0,922	1,662	2,368	3,242	3,470	5,016	3,671	3,527	2,933	1,905
480500	Dyje	Břeclav-Ladná	2,659	2,170	1,086	1,218	2,479	3,443	3,358	4,209	5,915	3,865	3,814	3,485	2,511

IX.8 Charakterizační faktor AWARE pro hydrogeologické rajony

Hodnoty jsou stanoveny pro roční krok na základě hodnot přírodních zdrojů a průměrných odběrů v období 2007–2012. Hodnoty přírodních zdrojů byly spočítány různými hydrologickými metodami pro všechny hydrogeologické rajony v České republice pro druhé plány povodí [92]. Pro hydrogeologické rajony, pro které nebyla k dispozici hodnota přírodního zdroje, byla uvažována hodnota na úrovni 80 % zabezpečení podle ČHMÚ. Hodnota disponibilních zdrojů byla uvažována na úrovni 40 % rozdílu mezi přírodními zdroji a průměrnými odběry.

ID rajonu	Název rajonu	Plocha [km ²]	CF AWARE
1110	Kvartér Orlice	295	2,322
1121	Kvartér Labe po Hradec Králové	146	2,261
1122	Kvartér Labe po Pardubice	128	2,713
1130	Kvartér Loučné a Chrudimky	182	2,431
1140	Kvartér Labe po Týnci	147	2,514
1151	Kvartér Labe po Kolíně	88	3,542
1152	Kvartér Labe po Nymburku	239	6,980
1160	Kvartér Urbanické brány	105	2,941
1171	Kvartér Labe po Jizerě	89	100,000
1172	Kvartér Labe po Vltavě	294	14,223
1180	Kvartér Labe po Lovosicích	58	100,000
1190	Kvartér a neogén odravské části Chebské pánve	127	2,602
1211	Kvartér Lužnice	27	3,584
1212	Kvartér Nežárky	33	3,183
1230	Kvartér Otavy a Blanice	95	5,108
1310	Kvartér Úhlavy	26	1,881
1320	Kvartér Radbuzy	12	5,799
1330	Kvartér Mže	17	9,785
1410	Kvartér Liberecké kotliny	21	1,452
1420	Kvartér a miocén Žitavské pánve	21	1,690
1430	Kvartér Frýdlantského výběžku	172	1,385
1510	Kvartér Odry	263	5,088
1520	Kvartér Opavy	125	6,799
1550	Kvartér Opavské pahorkatiny	302	2,509
1610	Kvartér Horní Moravy	92	8,668
1621	Pliopleistocén Hornomoravského úvalu – severní část	357	14,359

ID rajonu	Název rajonu	Plocha [km ²]	CF AWARE
1622	Pliopleistocén Hornomoravského úvalu – jižní část	289	100,000
1623	Pliopleistocén Blatý	100	100,000
1624	Kvartér Valové, Romže a Hané	84	18,446
1631	Kvartér Horní Bečvy	52	4,024
1632	Kvartér Dolní Bečvy	53	5,215
1641	Kvartér Dyje	167	25,989
1642	Kvartér Jevišovky	102	16,203
1643	Kvartér Svratky	152	100,000
1644	Kvartér Jihlavy	51	100,000
1651	Kvartér Dolnomoravského úvalu	168	100,000
1652	Kvartér soutokové oblasti Moravy a Dyje	217	100,000
2110	Chebská pánev	329	3,111
2120	Sokolovská pánev	302	2,306
2131	Mostecká pánev – severní část	542	19,002
2132	Mostecká pánev – jižní část	488	59,352
2140	Třeboňská pánev – jižní část	551	2,734
2151	Třeboňská pánev – severní část	260	4,588
2152	Třeboňská pánev – střední část	202	4,493
2160	Budějovická pánev	449	3,458
2211	Bečevská brána	169	3,302
2212	Oderská brána	307	2,641
2220	Hornomoravský úval	1257	5,118
2230	Vyškovská brána	734	7,854
2241	Dyjsko-svratecký úval	1461	11,143
2242	Kuřimská kotlina	80	5,904
2250	Dolnomoravský úval	1417	11,034
2261	Ostravská pánev – ostravská část	250	1,893
2262	Ostravská pánev – karvinská část	139	1,305
3110	Pavlovské vrchy a okolí	62	8,205
3211	Flyš v povodí Olše	515	0,900
3212	Flyš v povodí Ostravice	700	0,874
3213	Flyš v mezipovodí Odry	555	1,549

ID rajonu	Název rajonu	Plocha [km²]	CF AWARE
3221	Flyš v povodí Bečvy	1292	1,556
3222	Flyš v povodí Moravy	1682	3,012
3223	Flyš v povodí Váhu – severní část	317	1,919
3224	Flyš v povodí Váhu – jižní část	110	1,563
3230	Středomoravské Karpaty	1174	7,621
4110	Polická pánev	214	1,244
4210	Hronovsko-poříčská křída	40	1,295
4221	Podorlická křída v povodí Úpy a Metuje	253	1,995
4222	Podorlická křída v povodí Orlice	434	2,505
4231	Ústecká synklinála v povodí Orlice	176	2,037
4232	Ústecká synklinála v povodí Svitavy	358	1,867
4240	Královédvorská synklinála	145	1,811
4250	Hořicko-miletínská křída	435	1,987
4261	Kyšperská synklinála v povodí Orlice	171	1,255
4262	Kyšperská synklinála – jižní část	236	1,702
4270	Vysokomýtská synklinála	800	1,304
4280	Velkoopatovická křída	50	5,213
4291	Králický prolom – severní část	61	0,880
4292	Králický prolom – jižní část	45	0,923
4310	Chrudimská křída	596	4,402
4320	Dlouhá mez – jižní část	66	1,310
4330	Dlouhá mez – severní část	60	2,262
4340	Čáslavská křída	276	5,164
4350	Velimská křída	279	4,376
4360	Labská křída	2846	4,499
4410	Jizerská křída pravobřežní	685	1,274
4420	Jizerský coniak	152	1,648
4430	Jizerská křída levobřežní	899	2,975
4510	Křída severně od Prahy	603	5,255
4521	Křída Košáteckého potoka	338	2,430
4522	Křída Liběchovky a Pšovky	335	5,352
4523	Křída Obrtky a Úštěckého potoka	309	4,166

ID rajonu	Název rajonu	Plocha [km ²]	CF AWARE
4530	Roudnická křída	406	9,010
4540	Ohárecká křída	476	10,364
4550	Holedeč	28	100,000
4611	Křída Dolního Labe po Děčín – levý břeh, jižní část	280	5,830
4612	Křída Dolního Labe po Děčín – levý břeh, severní část	332	2,434
4620	Křída Dolního Labe po Děčín – pravý břeh	290	2,843
4630	Děčínský Sněžník	98	1,093
4640	Křída Horní Ploučnice	833	1,035
4650	Křída Dolní Ploučnice a Horní Kamenice	481	1,109
4660	Křída Dolní Kamenice a Křinice	180	0,680
4710	Bazální křídový kolektor na Jizeře	1882	77,813
4720	Bazální křídový kolektor v od Hamru po Labe	1340	31,757
4730	Bazální křídový kolektor v benešovské synklinále	949	38,254
5110	Plzeňská pánev	467	24,742
5120	Manětínská pánev	226	3,515
5131	Rakovnická pánev	941	8,424
5132	Žihelská pánev	88	6,100
5140	Kladenská pánev	569	8,815
5151	Podkrkonošský permokarbon	863	1,262
5152	Náchodský perm	60	1,926
5161	Dolnoslezská pánev – západní část	147	1,155
5162	Dolnoslezská pánev – východní část	171	1,614
5211	Poorlický perm – severní část	72	1,638
5212	Poorlický perm – jižní část	210	2,562
5221	Boskovická brázda – severní část	323	5,607
5222	Boskovická brázda – jižní část	129	17,893
6111	Krystalinikum Smrčin a západní části Krušných hor	701	0,978
6112	Krystalinikum Slavkovského lesa	523	1,586
6120	Krystalinikum v mezíporodí Ohře po Kadaň	991	1,638
6131	Krystalinikum Krušných hor od Chomutovky po Moldavu	457	0,969
6132	Krystalinikum východní části Krušných hor	101	1,064
6133	Teplický ryolit	134	1,255

ID rajonu	Název rajonu	Plocha [km²]	CF AWARE
6211	Krystalinikum Českého lesa v povodí Kateřinského potoka	219	1,030
6212	Krystalinikum v povodí Mže po Stříbro a Radbuzy po Staňkov	1821	2,260
6213	Krystalinikum Českého lesa v povodí Schwarzach	189	1,162
6221	Krystalinikum v mezipovodí Mže pod Stříbrem	752	3,446
6222	Krystalinikum a proterozoikum v povodí Úhlavy a dolního toku Radbuzy	1278	2,986
6230	Krystalinikum, proterozoikum a paleozoikum v povodí Berounky	2863	3,649
6240	Svrchní silur a devon Barrandienu	259	5,307
6250	Proterozoikum a paleozoikum v povodí přítoků Vltavy	1182	4,735
6310	Krystalinikum v povodí Horní Vltavy a Úhlavy	5860	1,216
6320	Krystalinikum v povodí Střední Vltavy	5727	3,363
6411	Krystalinikum Šluknovské pahorkatiny	189	1,525
6412	Krystalinikum Lužických hor	94	1,522
6413	Krystalinikum Jizerských hor v povodí Lužické Nisy	702	0,833
6414	Krystalinikum Jizerských hor a Krkonoš v povodí Jizery	900	0,501
6420	Krystalinikum Orlických hor	567	0,727
6431	Krystalinikum severní části Východních Sudet	923	0,682
6432	Krystalinikum jižní části Východních Sudet	1423	0,707
6510	Krystalinikum v povodí Lužnice	1534	2,229
6520	Krystalinikum v povodí Sázavy	2677	1,868
6531	Kutnohorské krystalinikum	817	4,895
6532	Krystalinikum Železných hor	726	2,115
6540	Krystalinikum v povodí Dyje	1823	4,563
6550	Krystalinikum v povodí Jihlavy	2569	3,934
6560	Krystalinikum v povodí Svratky	1608	1,939
6570	Krystalinikum brněnské jednotky	501	6,691
6611	Kulm Nizkého Jeseníku v povodí Odry	2866	2,875
6612	Kulm Nizkého Jeseníku v povodí Moravy	791	2,950
6620	Kulm Drahanské vrchoviny	1216	4,831
6630	Moravský kras	89	2,875
6640	Mladečský kras	75	8,800

EDICE VÝZKUM PRO PRAXI

ISSN 1211-3751

METODIKA SESTAVENÍ VODNÍ STOPY V SOULADU S ISO 14046

Vydal Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i., v roce 2017,
vydání první

POVĚŘENÝ ŘÍZENÍM:

Ing. Petr Bouška, Ph.D.

REDAKČNÍ RADA:

Ing. Libor Ansorge, Ph.D., RNDr. Dana Baudišová, Ph.D., (předsedkyně),
Ing. Adam Beran, Ing. Petr Bouška, Ph.D., Ing. Jiří Kučera,
RNDr. Diana Marešová, Ph.D., Ing. Miloš Rozkošný, Ph.D.,
RNDr. Přemysl Soldán, Ph.D., Ing. Michal Vaculík, Mgr. Aleš Zbořil

Počet stran: 118, náklad: 50 výtisků
Odpovědný redaktor: Eliška Königová
Návrh obálky: Abalon, s. r. o.
Grafické zpracování: PAPAVER
Tisk: VAMB, s. r. o.
ISBN 978-80-87402-59-7 (brož.)
ISBN 978-80-87402-60-3 (on-line, pdf)