



Vodní stopa

O čem to dnes bude?

- Krátké představení
- Důležité pojmy
- Vysvětlení přístupů k vodní stopě
- Omezení vodní stopy
- Data pro výpočty vodní stopy
- Dotazy?

Rodina environmentálních stop

Environmentální stopy umožňují nahlížet na „problémy“ spojené se užíváním přírodních zdrojů lidskou společností

90. léta – Ekologická stopa

Uhlíková/GHGs stopa

Vodní stopa

...

Co je vodní stopa?

(Jeden pojem = dva významy)

1997 Prof. Allan – koncept virtuální vody

2002 Prof. Hoekstra – „bilanční“ vodní stopa

2009 LCA komunita – „dopadová“ vodní stopa

„Bilanční“ vodní stopa

- Zaměřena na spotřebu vody v životním cyklu
- Skládá se ze zelené, modré a šedé stopy
- Cílový uživatel = vodohospodář

LCA (Dopadová) vodní stopa

- Zaměřena na dopady užívání vody
- Rozlišujeme vodní stopu dostatku, dostupnosti nebo „degradativní“ vodní stopy
- Cílový uživatel = manažer ŽP

Fáze studie vodní stopy

Bilanční vodní stopa	LCA vodní stopa
Nastavení cílů a rozsahu	Stanovení cílů a rozsahu
Bilancování vodní stopy	Inventarizační analýza
Posouzení udržitelnosti	Hodnocení dopadů
Formulace závěrů	Interpretace životního cyklu

Užívání „sladké“ vody

- Odběr
- Vypouštění
- Spotřeba = nelze použít jiným uživatelem ve stejném povodí
- Emise (přímé i nepřímé)

Typ užívání vody

- Přímé
- Nepřímé

Zdroje vody

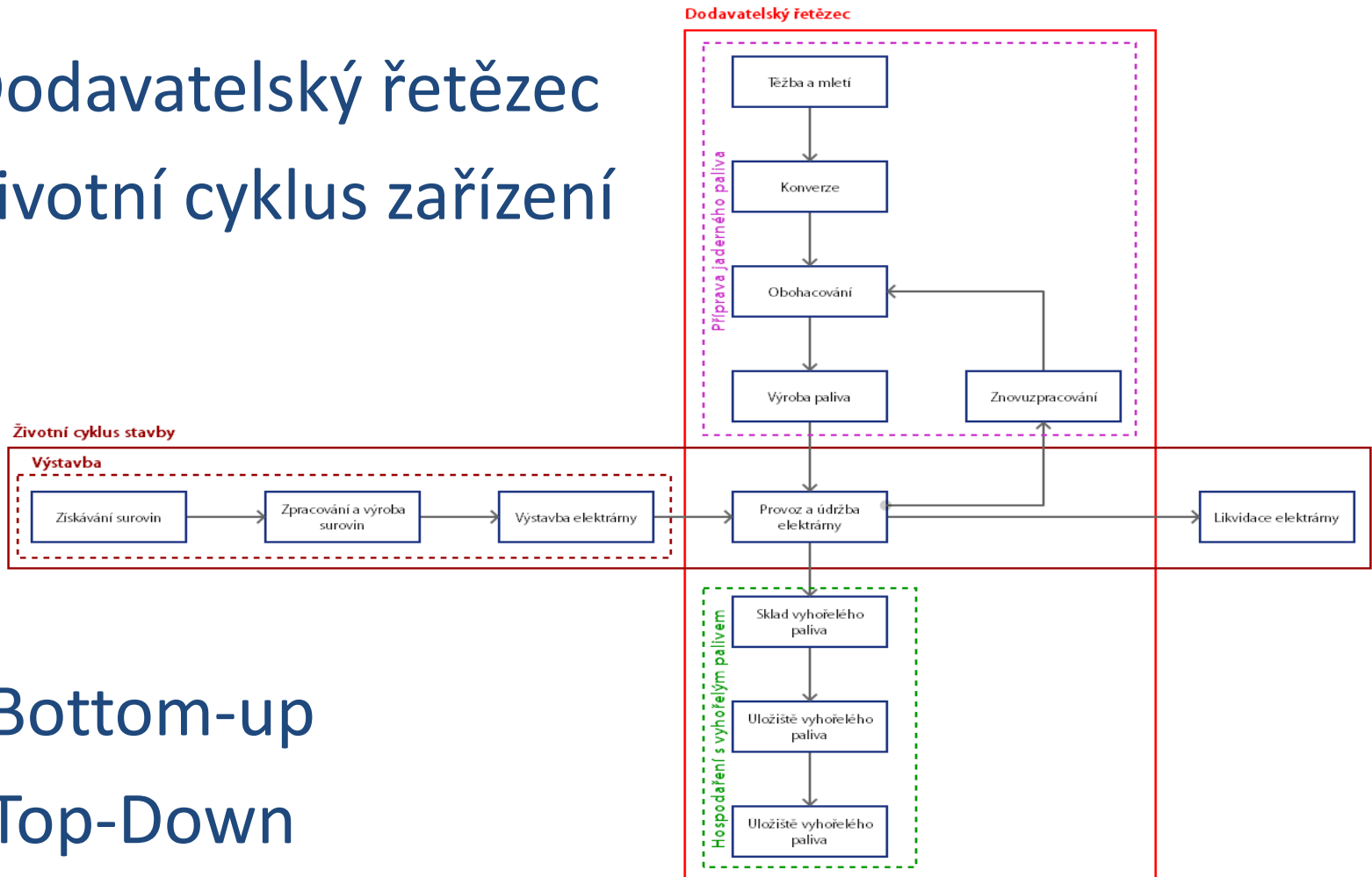
- Povrchové vody (vodní nádrže, řeky, jezera)
- Podzemní vody
- Srážky a „voda v půdě“
- Veřejné VaK
- Recyklované vody

Dostupnost vodních zdrojů

- Teoretická vs. reálná
- Prostorová variabilita
 - Dostupnost dat
(hydrologická data vs. socio-ekonomická)
- Časová variabilita
 - Doporučené řešení po měsících

Životní cyklus systému

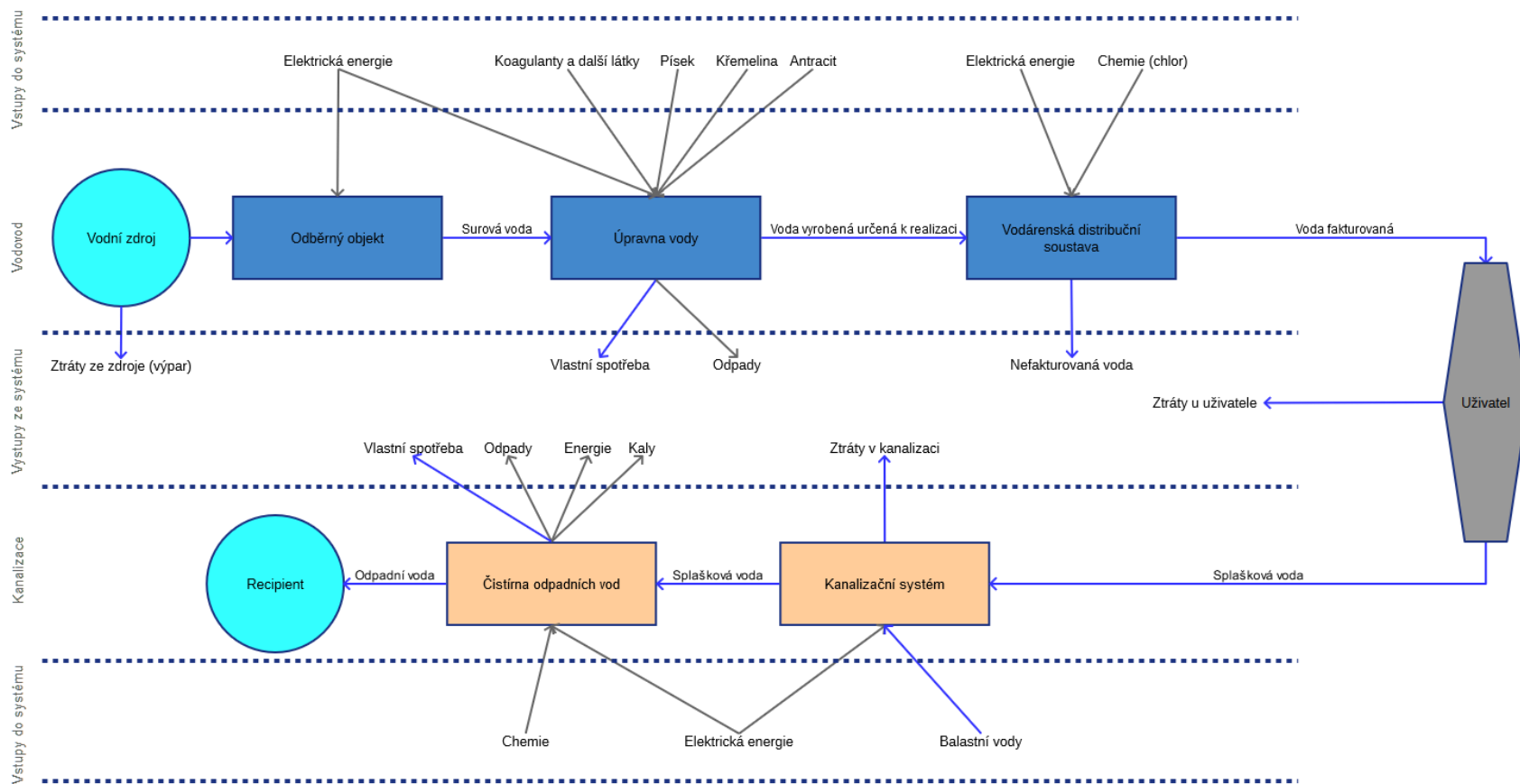
- Dodavatelský řetězec
- Životní cyklus zařízení



- Bottom-up
- Top-Down

Veřejné vodovody a kanalizace

Schéma životního cyklu pitné vody



„Bilanční“ vodní stopa



2011 Hoekstra et al. Water footprint assessment manual (Water Footprint Network)

- Zelená vodní stopa
= dešťové srážky, voda v půdě
- Modrá vodní stopa
= povrchové a podzemní vody
- Šedá vodní stopa
= voda nutná k naředění znečištění na úroveň neškodící životnímu prostředí

Stanovení „bilanční“ vodní stopy

VODNÍ STOPA

KOLIK VODY JE POTŘEBA NA VÝROBU POTRAVIN A NÁPOJŮ



Zelená vodní stopa

- Množství srážek
- Evaporace a evapotranspirace

Modrá vodní stopa

- Měření (bilance)
- Modely

SPOTŘEBA VODY V EVROPĚ

V KM³ ZA ROK



Stanovení šedé vodní stopy

Šedá vodní stopa

$$WF_{grey} = \text{Max} \{WF_{grey,1}, WF_{grey,2}, \dots, WF_{grey,n}\}$$

$$WF_{grey,i} = \frac{L_i}{c_{max,i} - c_{nat,i}}$$

$c_{max} - c_{nat}$ (asimilační kapacita)

Zdroj c_{max} , c_{nat} :

- ČSN 75 7221 (hodnoty pro I. a II. třídu kvality vody)
- Plány povodí (hodnoty pro velmi dobrý a dobrý stav vodních útvarů)
- Environmental Quality Standards / Ambient Water Quality Criteria / Water Quality Guidelines (<https://echa.europa.eu/>)
- Predicted no-effect concentration (NORMAN Ecotoxicology Database)

VODNÍ STOPA

KOLIK VODY JE POTŘEBA NA VÝROBU POTRAVIN A NÁPOJŮ



SPOTŘEBA VODY V EVROPĚ

V KM³ ZA ROK



Posouzení udržitelnosti – modrá VS

= Porovnání BWS s dostupnými zdroji

VODNÍ STOPA

KOLIK VODY JE POTŘEBA NA VÝROBU POTRAVIN A NÁPOJŮ



SPOTŘEBA VODY V EVROPĚ

V KM³ ZA ROK

61 KM³

204 KM³

109 KM³

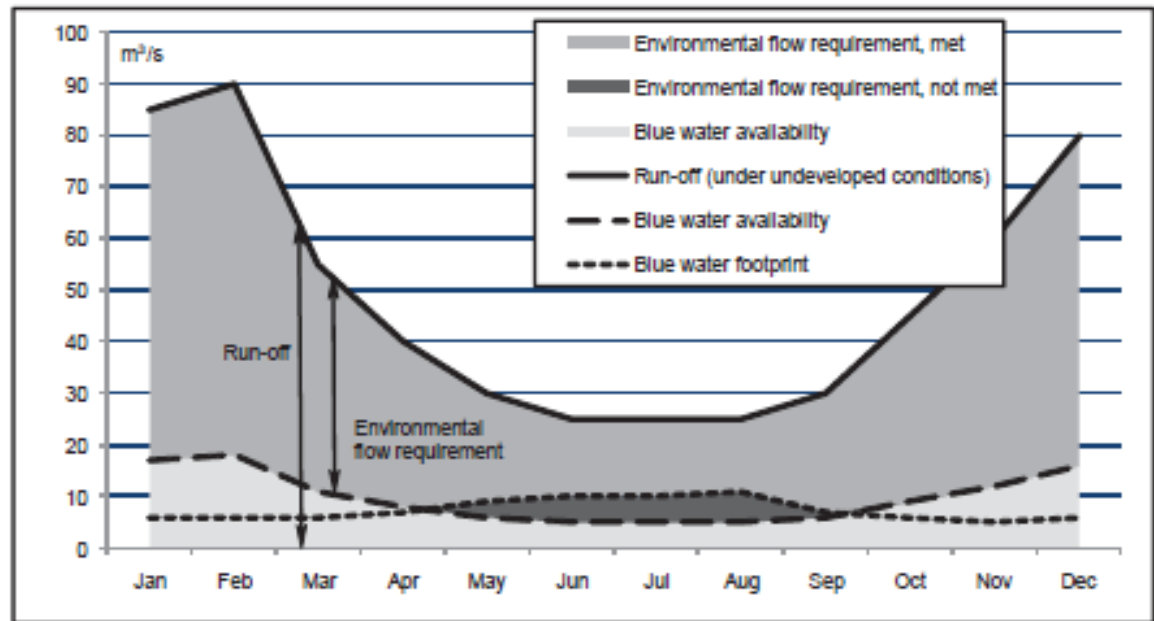
KOMUNÁLNÍ OBLAST
DOMY, KANCELÁŘE ATD.

PRŮMYSL

ZEMĚDĚLSTVÍ



+7 MILIARD
SVĚTOVÁ POPULACE



Převzato z Water Footprint Assessment Manual

Posouzení udržitelnosti – šedá VS



= Porovnání vodní stopy s průtoky

„water pollution level“ (WPL):

$$WPL = \frac{GWF}{R_{act}}$$

Pokud:

WPL < 0, X = udržitelné

0, X < WPL < 1, Y - potenciálně rizikové

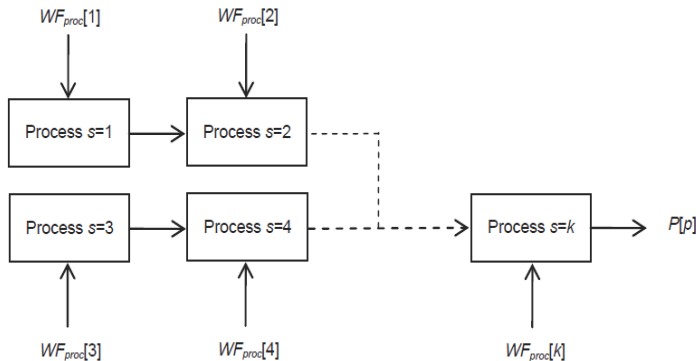
WPL > 1, Y - neudržitelné



Vodní stopa produktu

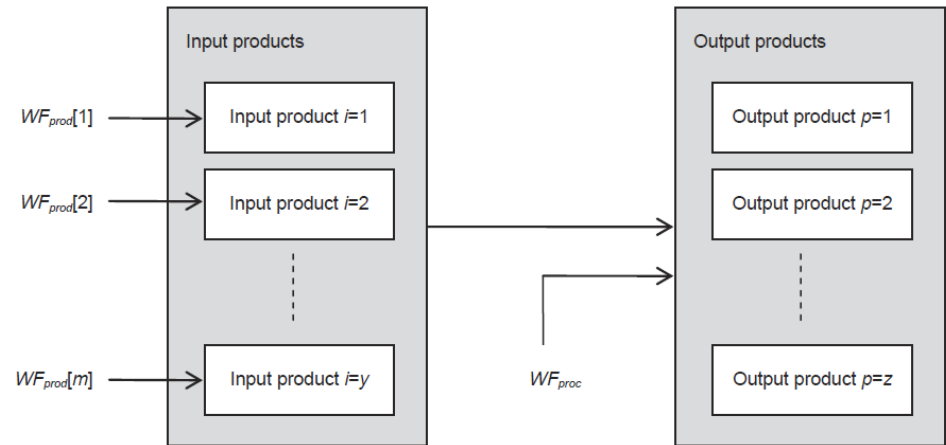
Procesní přístup

$$WF_{prod[p]} = \frac{\sum WF_{proc[s]}}{P_p}$$



Produktový přístup

$$WF_{prod[p]} = \left(WF_{proc[p]} + \frac{\sum WF_{prod[i]}}{f_p[p]} \right) \times f_v[p]$$



Vodní stopa spotřebitele(ů)

- Vodní stopa spotřebitele je množství spotřebované a znečištěné vody nutné pro produkci výrobků a služeb spotřebovaných spotřebitelem

$$WF_{cons} = WF_{cons,dir} + WF_{cons,indir} = \sum C_{[p]} \times WF_{prod[p]}^1$$

- Produkty mají často různé místo původu (x):

$$WF_{prod[p]}^1 = \frac{\sum (C_{[x,p]} \times WF_{prod[x,p]}^1)}{\sum C_{[x,p]}}$$

Vodní stopa v ohraničeném území

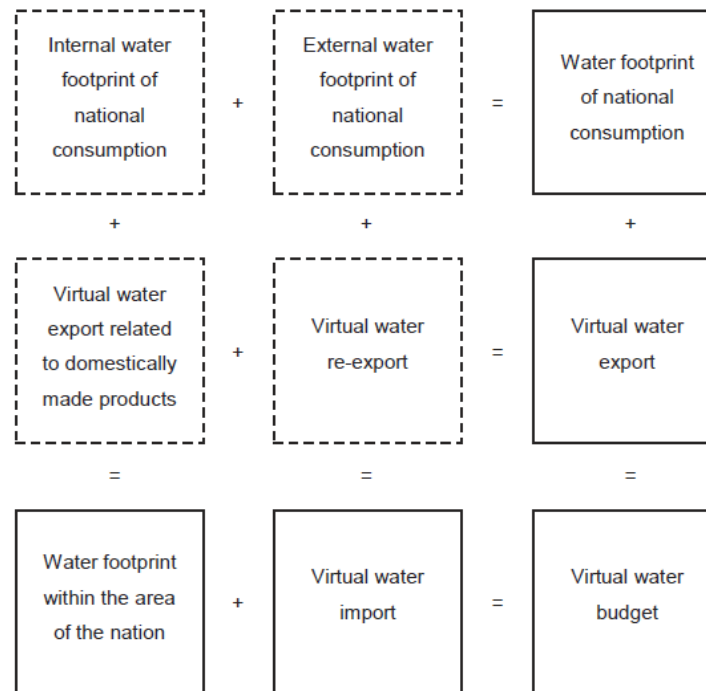
- Vodní stopa v určitém území je množství spotřebované a znečištěné vody v daném území

$$WF_{area} = \sum WF_{proc[q]}$$

- U území nás často zajímá bilance importované a exportované „virtuální vody“

Vodní stopa „národa“

- Kombinace vodní stopy území a spotřebitelů



LCA vodní stopa

2014 ISO 14046 / 2016 ČSN ISO 14046
Environmentální management - Vodní stopa -
Zásady, požadavky a směrnice

VÝZKUM PRO PRAXI

SEŠIT 66

METODIKA SESTAVENÍ VODNÍ STOPY
V SOULADU S ISO 14 046

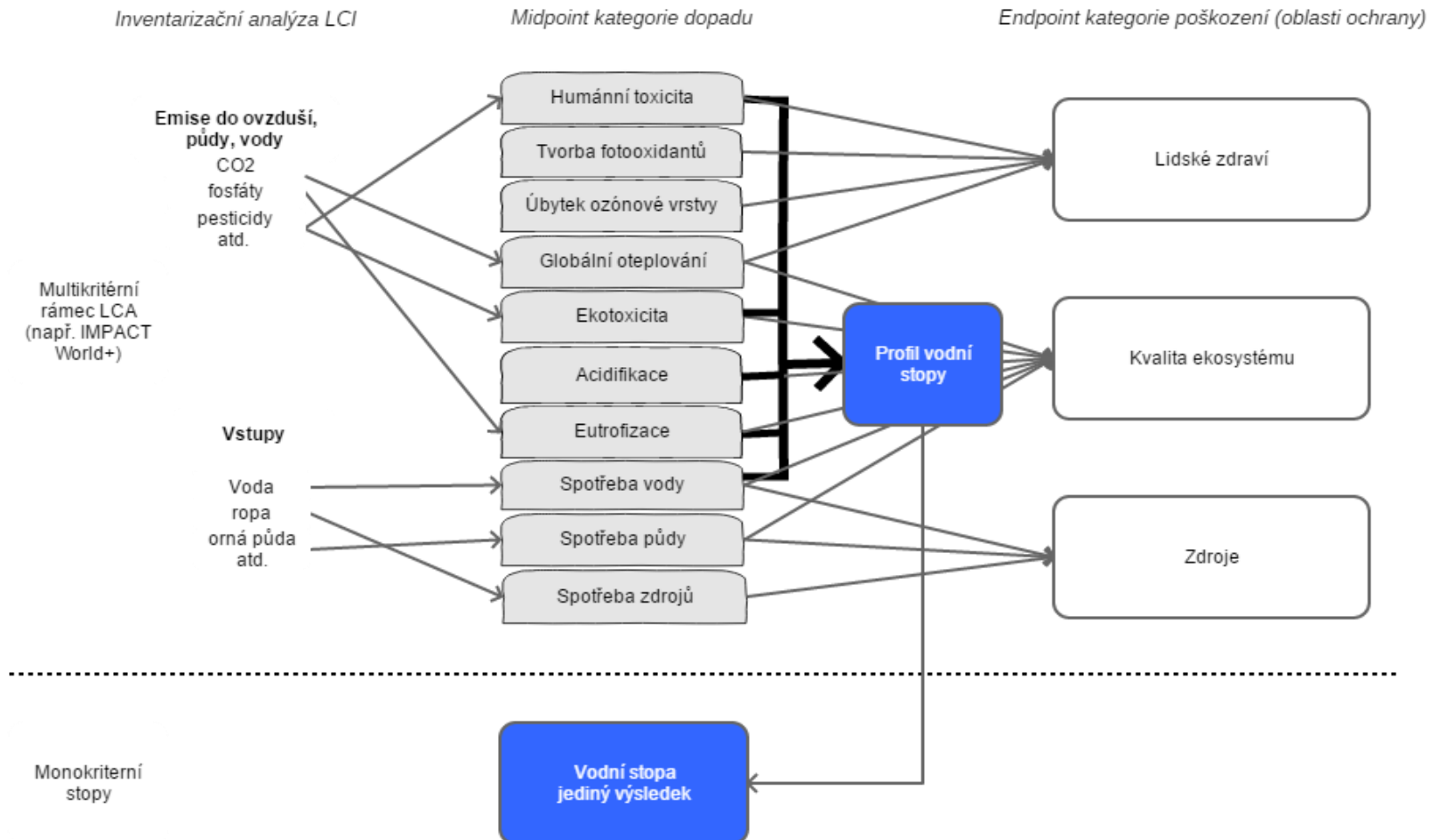
Ing. Libor Ansorge, Ph.D.
Ing. Jiří Dlabal
RNDr. Hana Prchalová
Ing. Petr Vyskoč
Ing. Dagmar Vološínová
Mgr. Tereza Beránková, Ph.D.

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

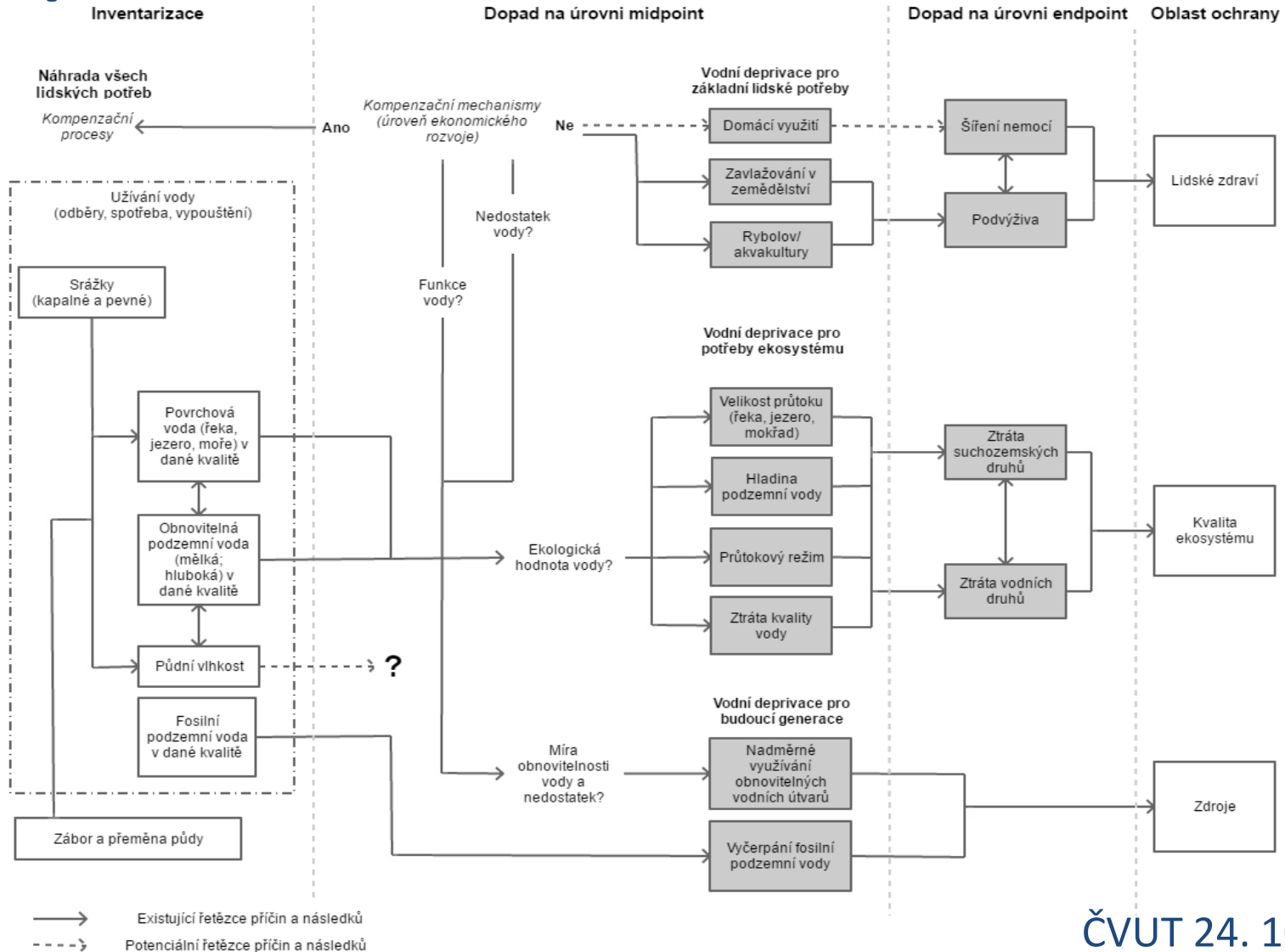
Metodika sestavení vodní stopy
(<https://vodnistopa.vuv.cz>)

- Water Scarcity Footprint
= řeší množství nikoliv jakost vody
- Water Availability Footprint
= řeší množství i jakost vody
- „Degradative“ water footprints
= řeší jakost vody

Dopadové kategorie



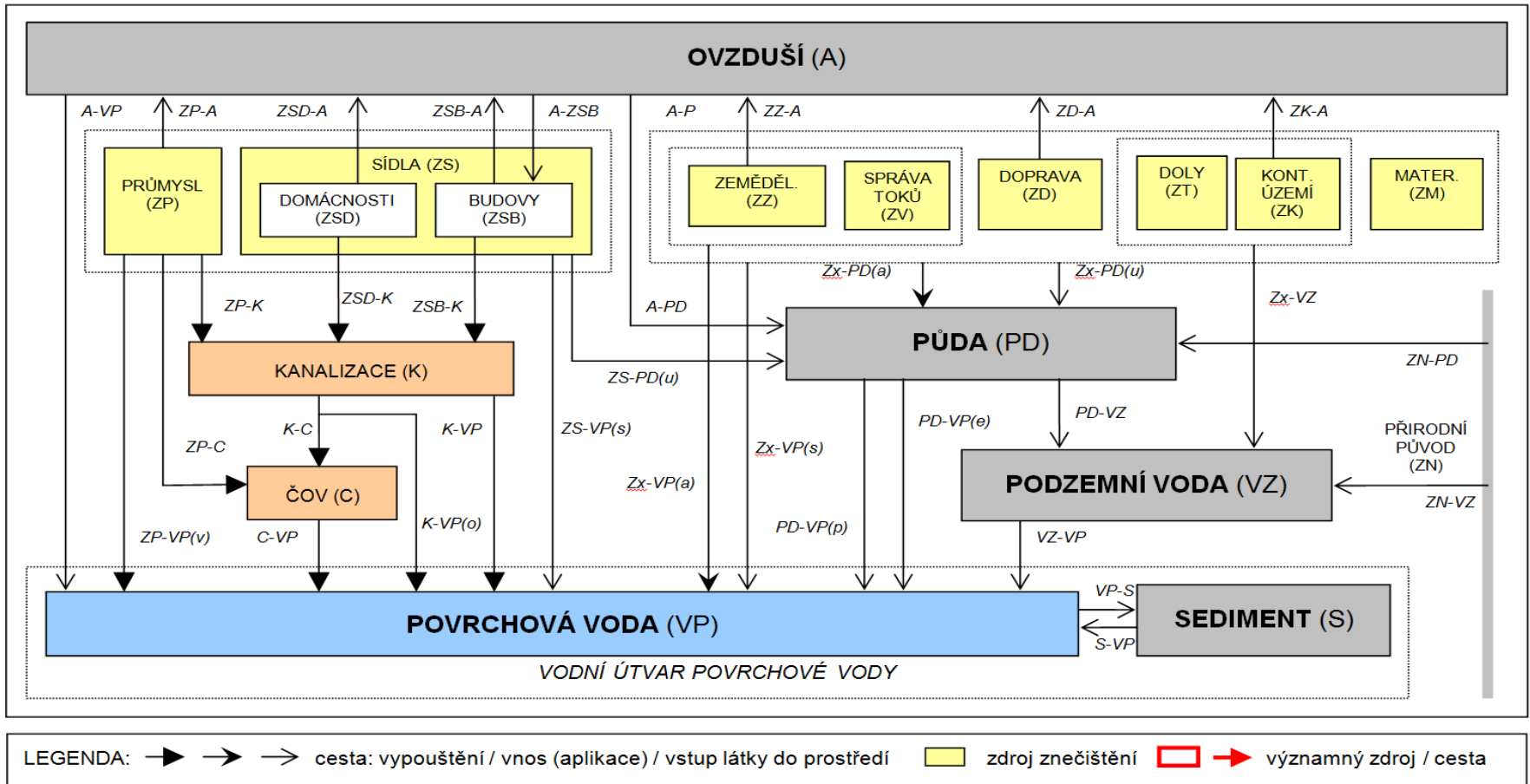
Řetězec příčin a následků (environmentální mechanismus)



Převzato z DOI:10.1007/s11367-012-0519-3

Emise

Nepřímé emise – jen to co projde do vod (nejasné množství)



Charakterizační model

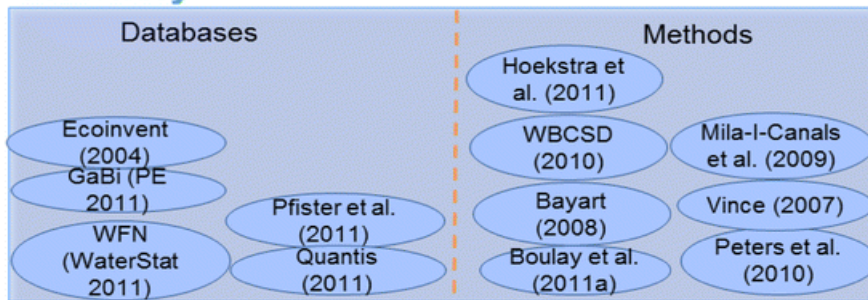
Charakterizační model je definovaný postup, jak vyjádřit vliv vstupů a výstupů posuzovaného produktového systému na příslušnou kategorii dopadu.

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

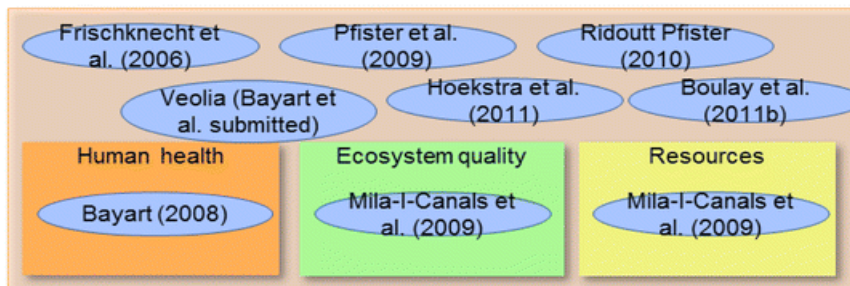
Typy charakterizačních modelů

- Modely obecné LCA
 - CML-AI; EDIP; Ecological Scarcity; ReCiPe, ILCD
- Modely zaměřené na vodu
 - Modely zaměřené na množství
 - Odběry k dostupnosti (withdrawals-to-availability)
 - Spotřeba k dostupnosti (consumptions-to-availability)
 - Potřeby k dostupnosti (demand-to-availability)
 - Dostupnost k referenčním podmínkám
 - Modely zaměřené na jakost

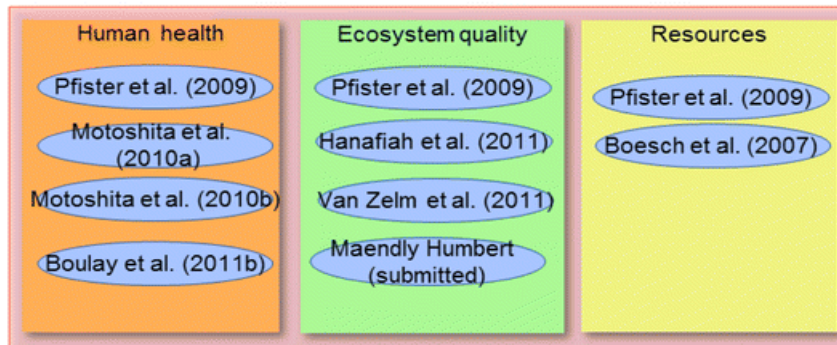
Inventory



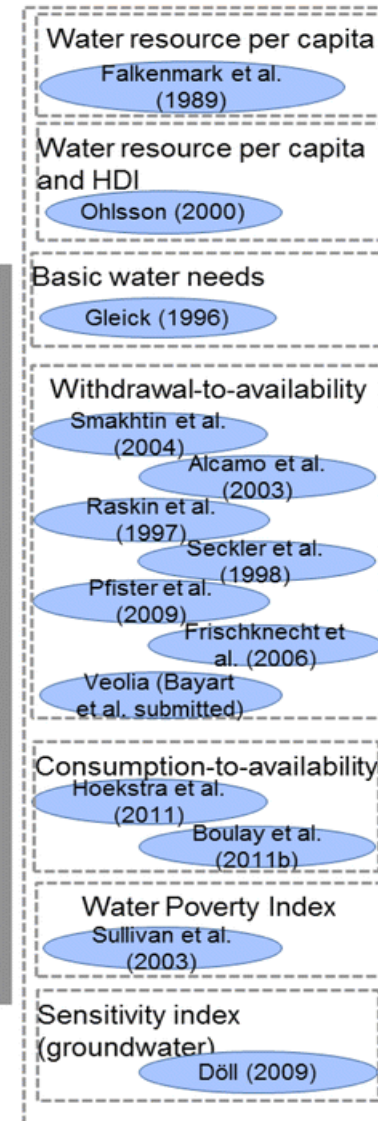
Midpoint



Endpoint



Water indexes



Caption:

Method / index

Methods or water index addressing water use

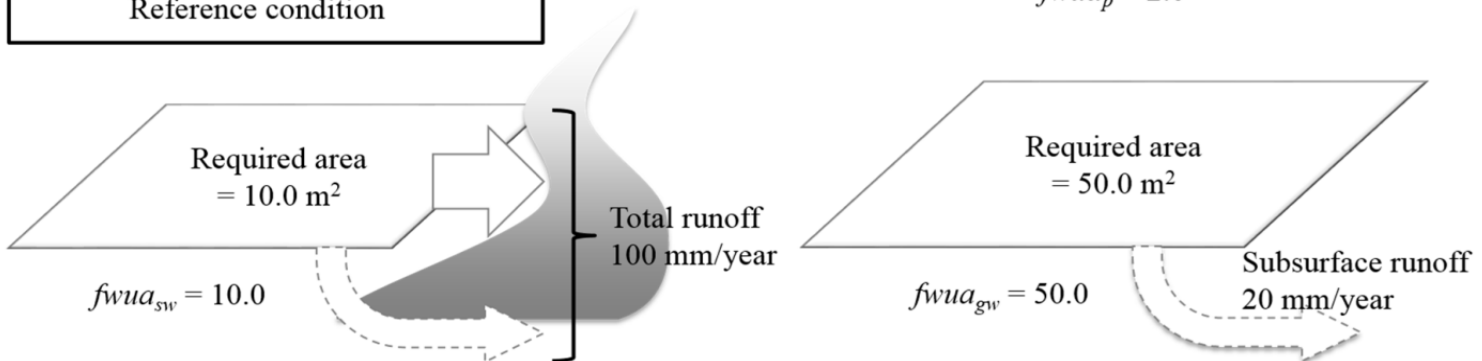
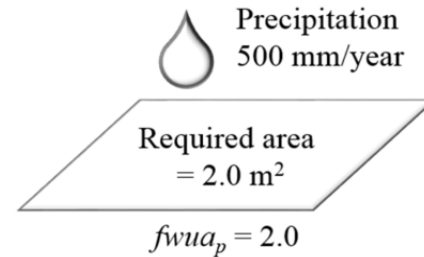
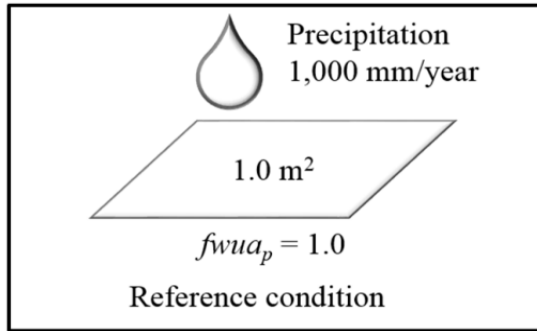
Model $fwua$

Myšlenka charakterizačního faktoru vychází z předpokladu, že dopad užití jednotkového množství vody je nepřímo 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.

$$fwua_{x,l} = \frac{A_{x,l}}{A_{ref}} = \frac{T_{x,l}}{T_{ref}}$$

$$A_{x,l} = \frac{Q_{A,ref}}{P_{x,l}} \quad T_{x,l} = \frac{Q_{T,ref}}{P_{x,l}}$$

Model *fwua*



	Characterization factor		LCI	LCIA
	Annual rate of hydrological cycle (mm/year)	Water unavailability factor (<i>fwua</i>)	Water footprint inventory (m ³ /year)	Water scarcity footprint (m ³ 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

Model *AWARE*

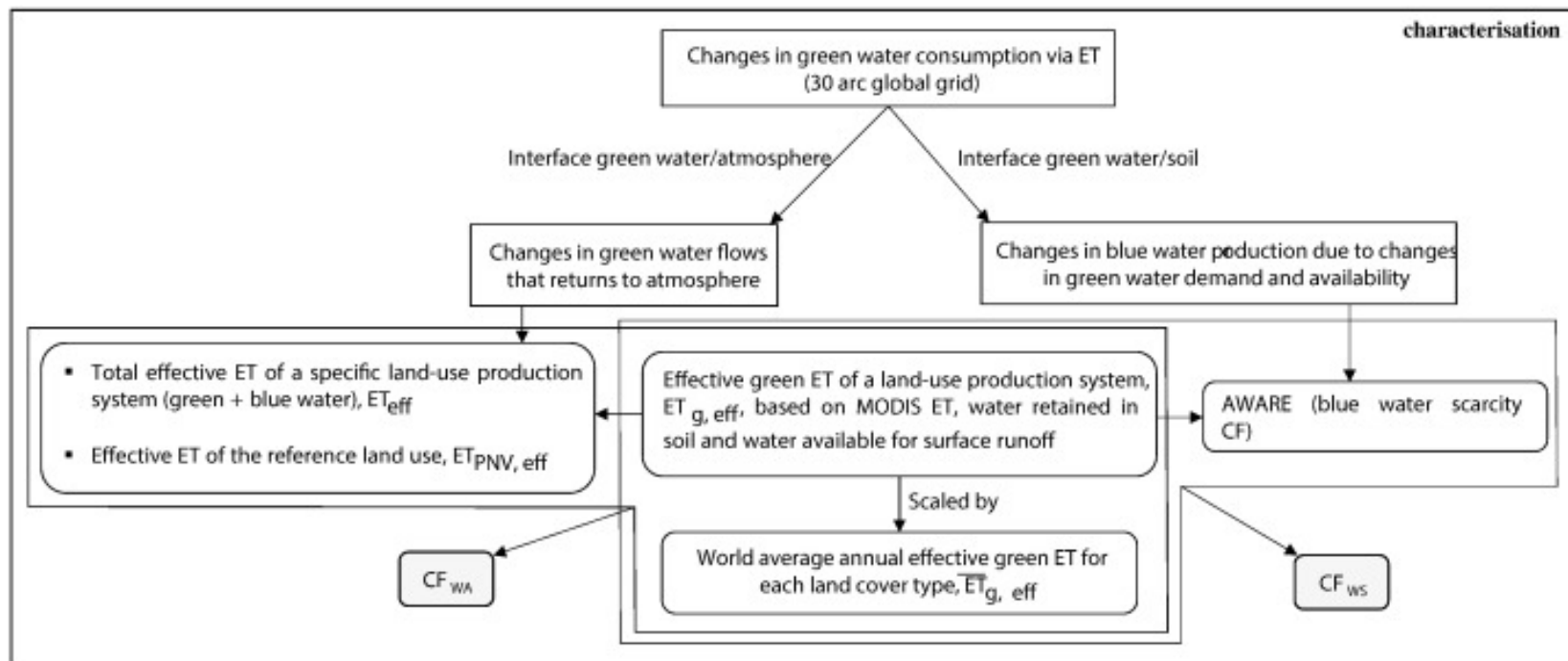
Myšlenka charakterizačního faktoru vychází z předpokladu, že čím méně vody zbývá k využití, tím je větší pravděpodobnost, že další uživatel bude omezen. V prvním kroku je spočítána dostupná voda po odečtení potřeb pro společnost a ekosystémy (*AMD* – Available-Minus-Demand) na plochu [$\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{měsíc}^{-1}$]. Ve druhém kroku je hodnota *AMD* vážena relativní spotřebou vody ve světě $AMD_{world\ average}$

$$AMD_i = \frac{Availability - HWC - EWR}{Area}$$

$$CF = \frac{AMD_{world\ avg}}{AMD_i}$$

„Zelená voda“ v LCA

LCA původně toky „zelené vody“ nezahrnovala, ale dostupnost „modré“ vody je závislá na tocích „zelené vody“



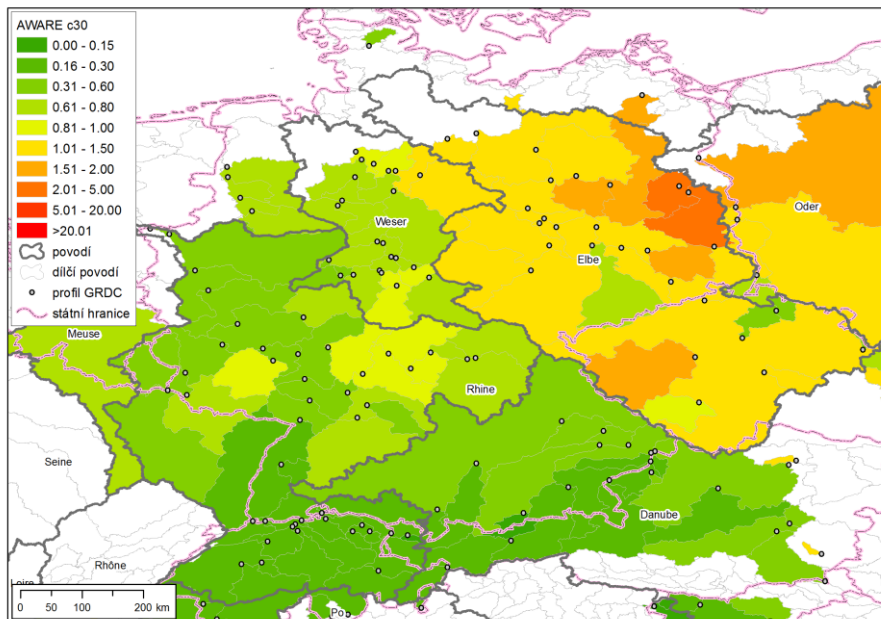
Omezení vodní stopy

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 metrice, mohou být v rozporu se záměry a cíli spojenými s jinými environmentálními metrikami.

Omezení vodní stopy (2)

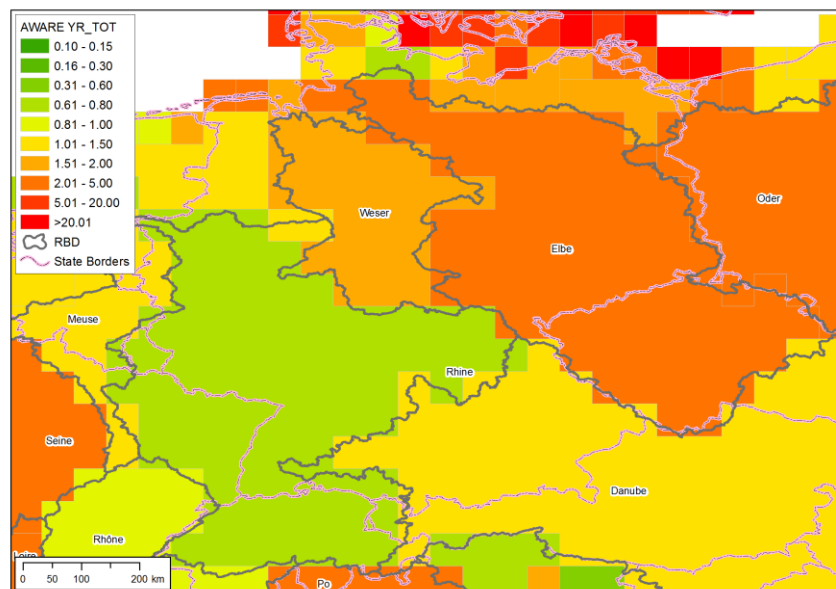
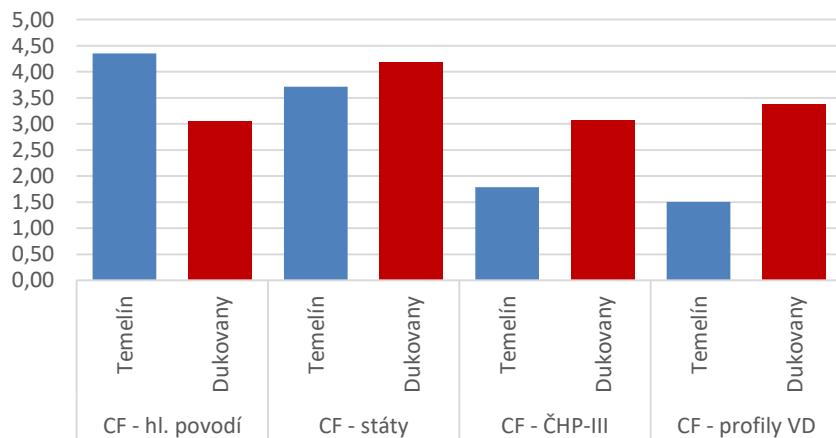
- WF je analytický nástroj (na základě užívání analyzujete „problém“ – inverzní řešení není možné)
- Metodologie je nějak definována a nepokrývá vše
- Časové a prostorové měřítko může významně ovlivnit výsledky studie

Volba prostorového měřítka



Příklad metody AWARE

- Namísto řešení v gridu, výpočet po povodích
- Hodnoty pro státy na základě hodnot pro povodí
- Nerozlišování zdrojů



Vliv časového měřítka

- Poměr mezi šedou vodní stopou JE Temelín a odtokem z VD Kořensko

Měsíc \ Rok	2011	2012	2013	2014	2015
1	24%	16%	15%	70%	32%
2	5%	38%	15%	124%	50%
3	32%	24%	29%	76%	53%
4	93%	76%	50%	163%	72%
5	161%	129%	53%	51%	73%
6	103%	88%	9%	129%	138%
7	76%	47%	30%	80%	89%
8	29%	19%	44%	27%	178%
9	68%	18%	32%	3%	197%
10	19%	8%	47%	11%	10%
11	27%	32%	58%	60%	27%
12	73%	26%	10%	29%	14%
1-12	47%	37%	24%	49%	57%

Data pro hodnocení vodní stopy

- Vodní bilance (resp. evidence odběrů a vypouštění)
- Majetková a provozní evidence VaK
- Evidence správních rozhodnutí (IPPC, EVPÚ)
- IS Voda/HEIS VÚV/IS ČHMÚ/CENIA/...
- Plány rozvoje VaK, Plány povodí, ...
- Projekt Rebilance podzemních vod
- Integrovaný registr znečištění
- LCI databáze (EcoInvent, GaBi,...)
- Vědecké články a publikované studie
- Školní práce

Dotazy?

Přednáška o bilanční vodní stopě:

https://www.youtube.com/watch?time_continue=8&v=DsylimrkaHRU

Kontakt: libor.ansorge@vuv.cz