

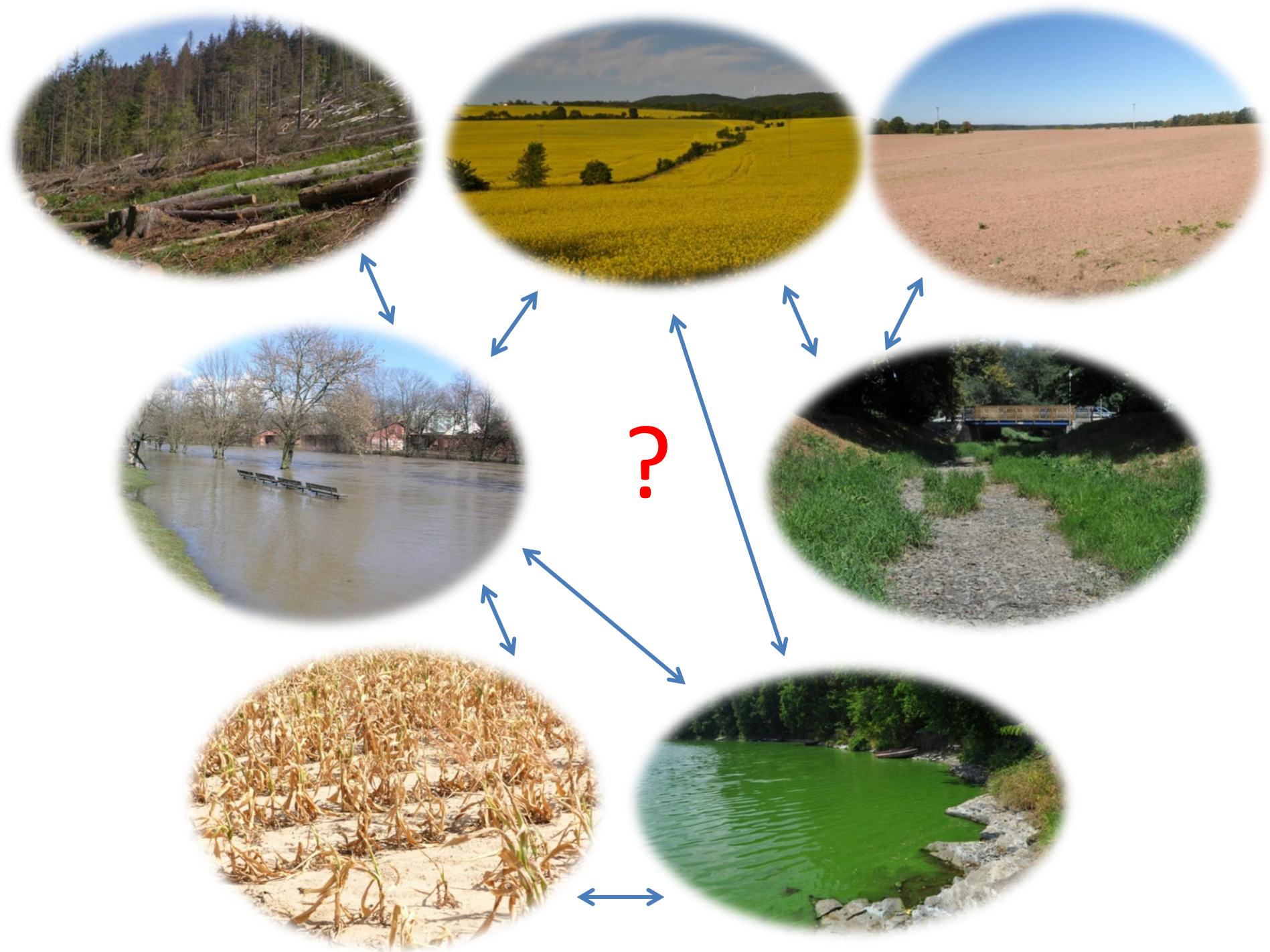
„Sucho v krajině“



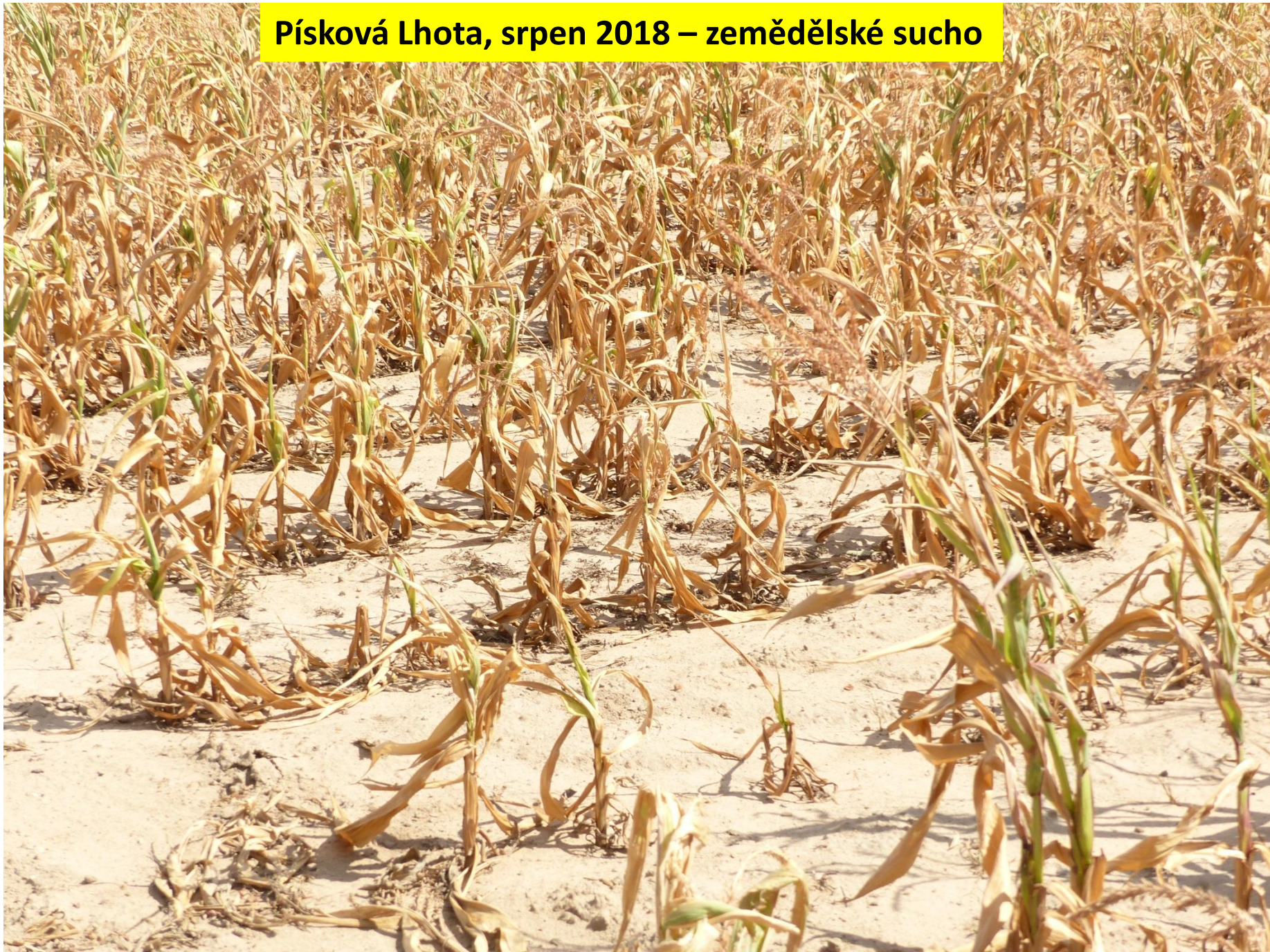
Martin Rulík

Katedra ekologie a životního prostředí PřF UP v Olomouci

**Pixel vody – GLOBE odborný seminář k tématu roku,
19. 9. 2019, Olomouc, Pevnost poznání**



Písková Lhota, srpen 2018 – zemědělské sucho





Hydrologické sucho

Co pozorujeme:

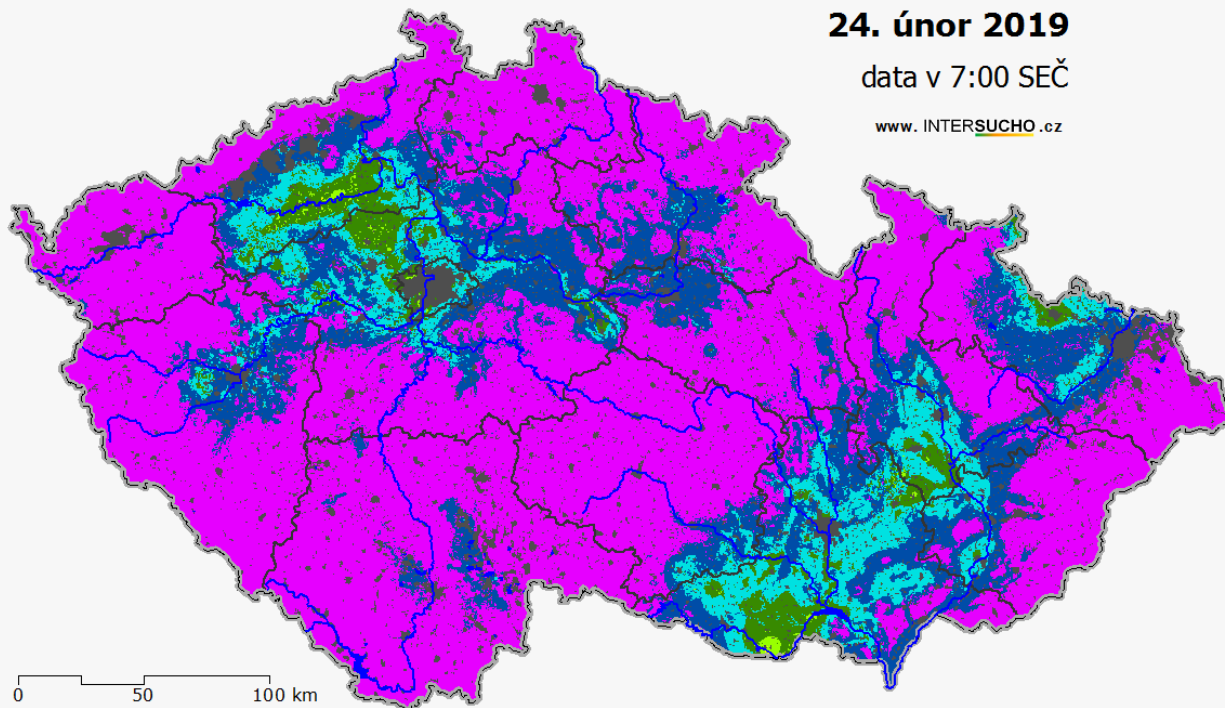
- **Fluktuace a extrémny počasí (častější výskyt bleskových povodní, srážky krátké, ale intenzivní, častější bouřky)**
- **Zvyšování teploty vzduchu (a vody)**
- **Pokles hladiny podzemní vody**
- **Nízké až nulové průtoky v tocích (= vysychání toků)**
- **Nárůst vodních ploch postižených eutrofizací**
- **Nedostatek vláhy v půdách**

RELATIVNÍ NASYCENÍ PŮDNÍHO PROFILU 0 - 100 cm

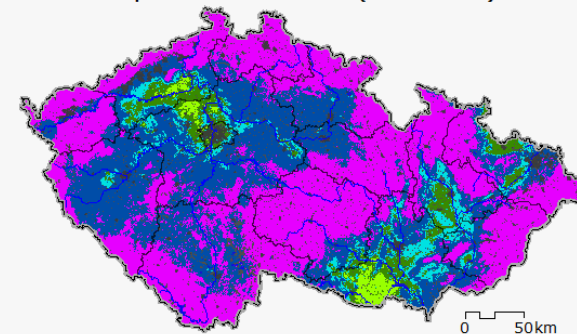
24. únor 2019

data v 7:00 SEČ

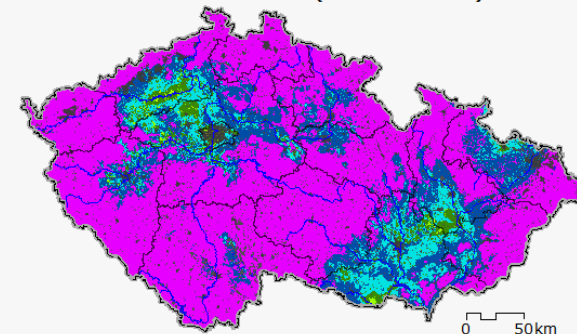
www. INTERSUCHO .cz



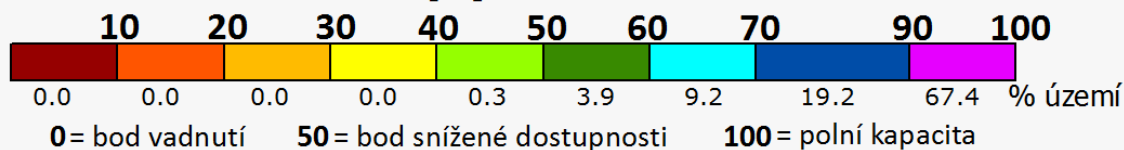
RELATIVNÍ NASYCENÍ PŮDY v povrchové vrstvě (0 - 40 cm)



RELATIVNÍ NASYCENÍ PŮDY v hlubší vrstvě (40 - 100 cm)



RELATIVNÍ NASYCENÍ PŮDY [%]



- Antropogenní a trvale zamokřené oblasti
- Vodní plochy
- Vodní toky
- Státní hranice
- Hranice krajů

Vydáno: 25.02.2019

CzechGlobe
Global Change Research Institute GRI

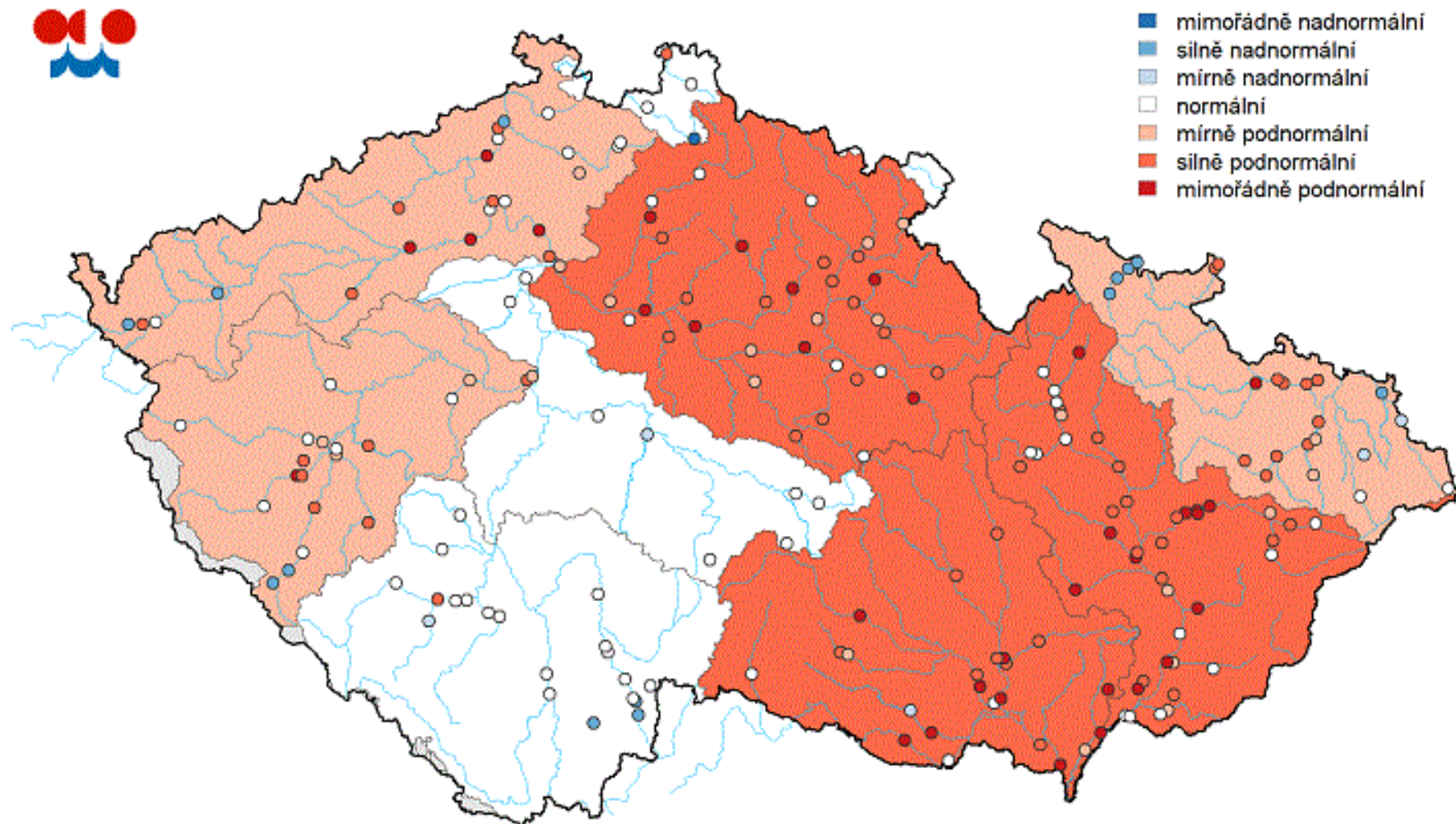
Mendel University in Brno

Meteorological data provided by:

STÁTNÍ POZEMKOVÝ ÚŘAD

Stav hladiny podzemní vody v mělkých vrtech

Leden 2019



RUDOLF BRÁZDIL, MIROSLAV TRNKA
A KOLEKTIV

SUCHO V ČESKÝCH ZEMÍCH: MINULOST, SOUČASNOST, BUDOUCNOST

CENTRUM VÝZKUMU GLOBÁLNÍ ZMĚNY
AKADEMIE VĚD ČESKÉ REPUBLIKY, V.V.I.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- tropické dny nad 35 °C - ↑
- sněhové dny a výška pokrývky ↓
- snížení retence vody v půdě ↓
- rychlé tání sněhu = nedoplnění podzemních vod ↓
- roční úhrn srážek víceméně stejný (+ 5%)
 - ↓ červenec - říjen
 - ↑ listopad až duben
 - ↑ roste extremita srážek

předpovědi do budoucna

- srážky? velká změna se nepředpokládá
- nevýhodná distribuce (přívally + ↑ v zimě)
- ↑ teplota (= růst výparu – evapotranspirace)
- ↑ spotřeba vody v krajině?

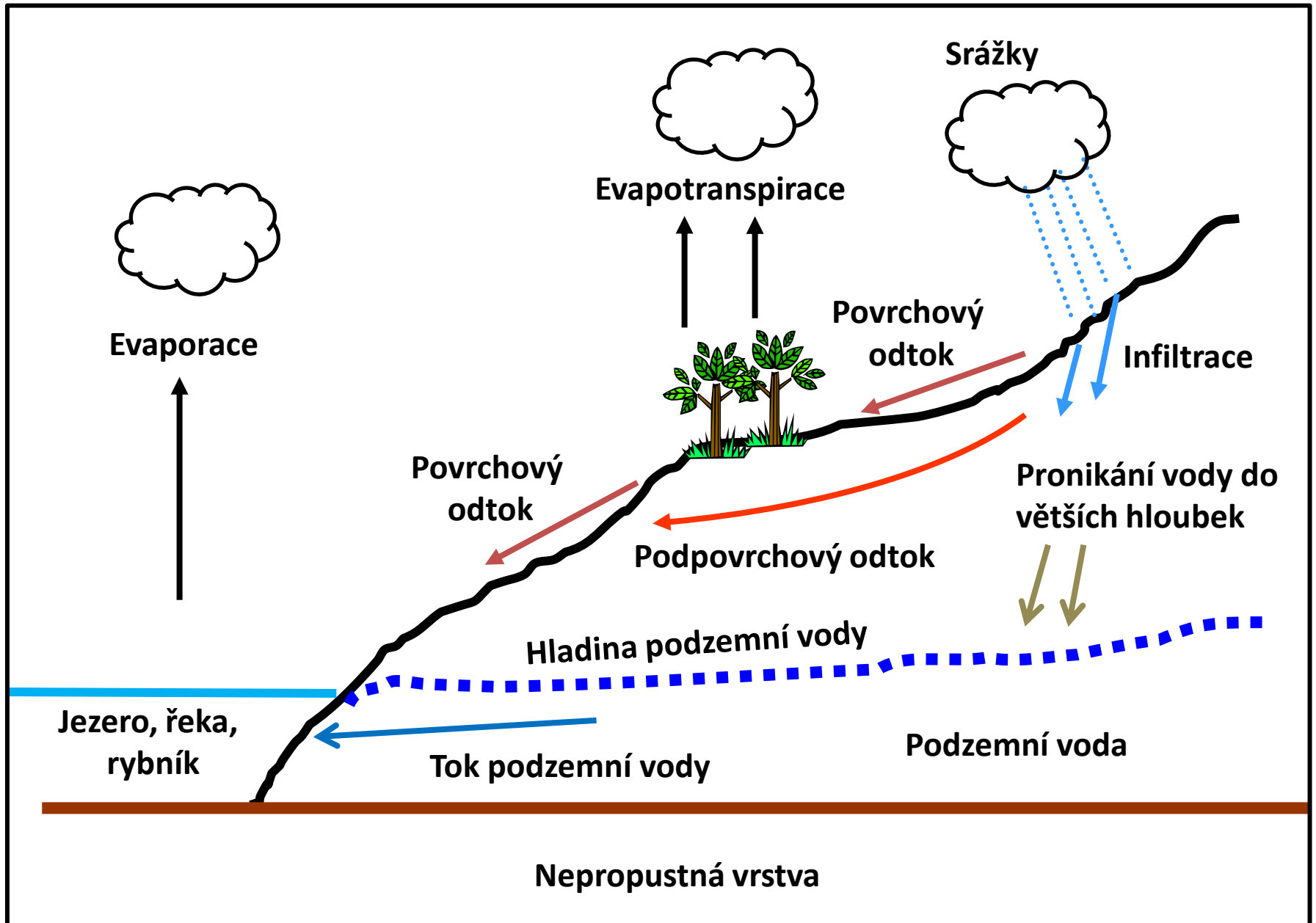
Kdo za to může?

- **Klimatické změny**
- **Náročná ekonomika ?**
- **Stav krajiny (urbanizace, odvodnění, velkoplošné zemědělství)**

- **Zemědělci**
- **Lesníci**
- **Politici**
- **Ekologové....**

Vodní bilance krajiny a stav našich vodních ekosystémů

Malý koloběh vody v krajině

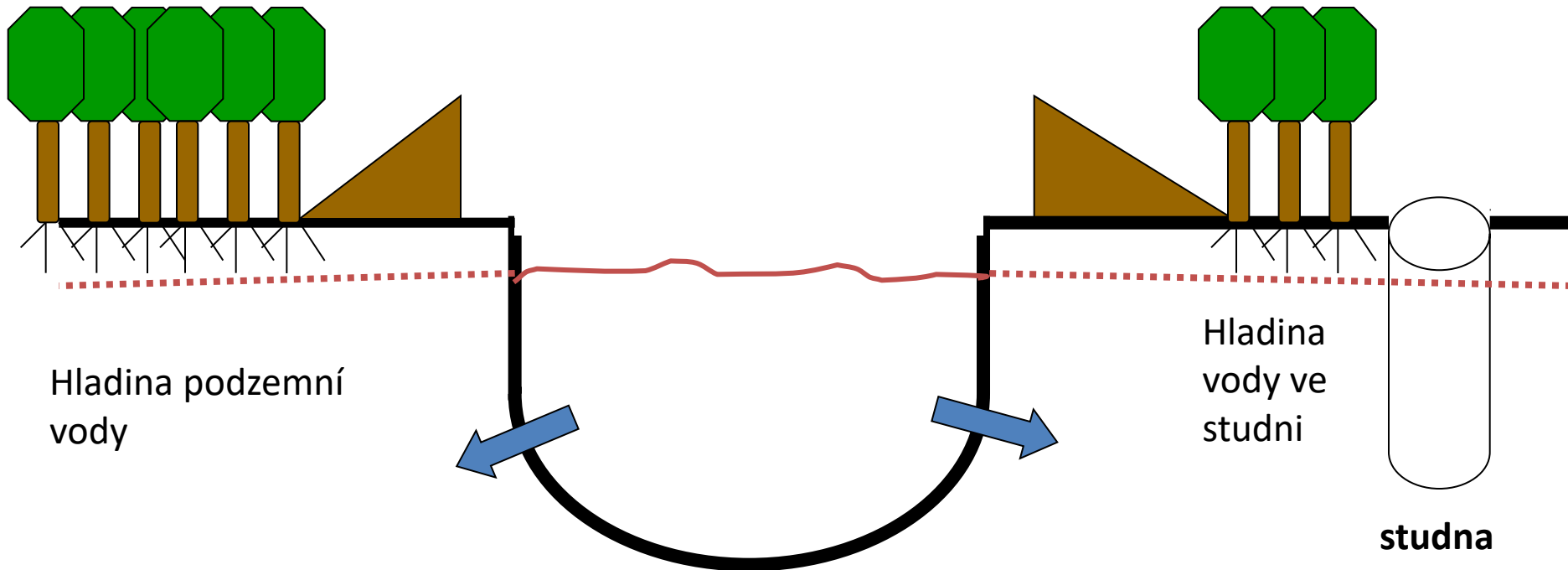


ČR

Srážky:	v průměru 685 mm, cca 54 mld m³ rok⁻¹
Výpar (Evapotranspirace):	cca 488 mm, 38,4 mld m³ rok⁻¹ (70 % srážek)
Odtok:	197 mm, cca 15,6 mld m³ rok⁻¹ (29 % srážek)
Podzemní vody:	1,4 mld m³ rok⁻¹ (43 % podíl na odtoku)

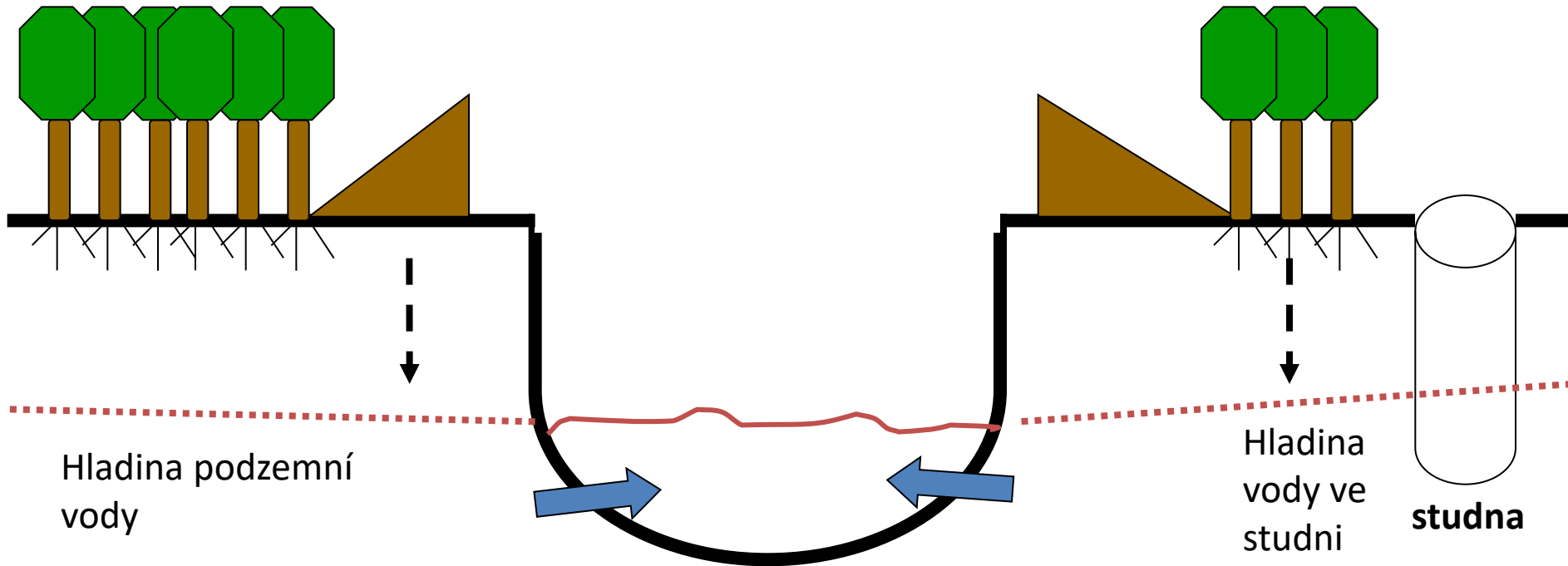
Objem ročního odtoku z území ČR kolísá mezi 8-19 miliardami m³

Zvýšený stav vody v řece

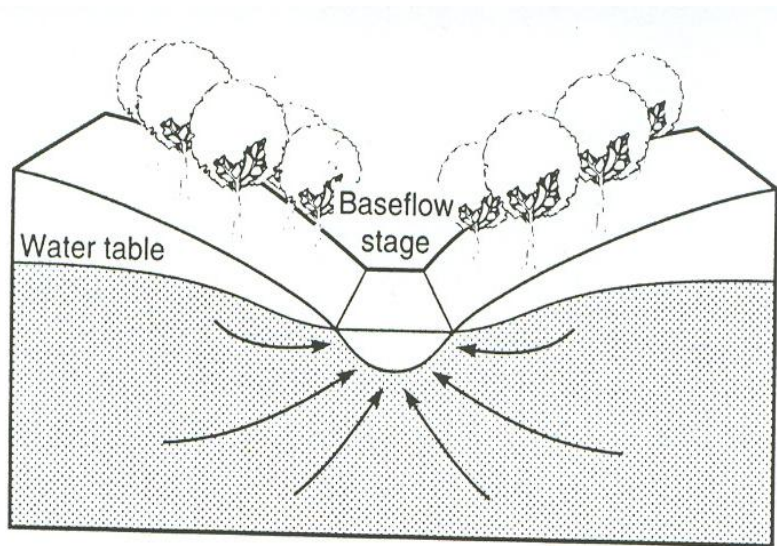


Voda v řece infiltruje do okolních štěrkopískových náplavů a udržuje zvýšenou hladinu podzemních vod

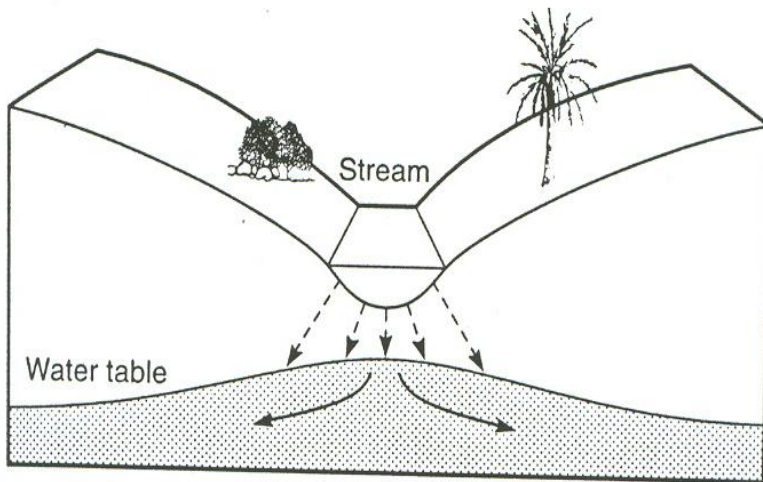
Nízký stav vody v řece



Voda v řece je dotována (drenací) podzemní vodou z okolí; hladina podzemní vody v okolních štěrkopískových náplavech klesá



(a)



(b)

DRENACE

A **gaining stream** is one in which the channel bottom is lower than the level of the surrounding groundwater table. Through the course of the summer, water moves from the ground into the channel.

V ČR ~ 43 % podíl na odtoku

A **losing stream** is one which is above the groundwater table, and water moves from the channel into the surrounding ground.

ZEMĚDĚLSTVÍ

- **Dobře fungující půda:** 100 cm silná povrchová vrstva půdy na ploše 1 km² dokáže potenciálně zadržet **300 000 m³ vody**
- Zemědělská půda tvoří přes **54% rozlohy státu** – z toho je **70% zorněno**
- Přes **25%** území zemědělského půdního fondu v ČR je odvodněno
- Přes **50%** zemědělské půdy je ohroženo vodní erozí
- **45%** půd je utuženo, v půdách chybí organická hmota (o **30-60%** nižší obsah uhlíku než odpovídající nenarušené půdy)



Špatná půda nezabrání následkům přívalových dešťů, utužená půda vodu nezadrží. Odtékající voda způsobuje vodní erozi a zanášení nádrží + eutrofizace

- V ČR přes 80% zemědělců hospodaří na pronajaté půdě
- Trvalá ztráta půdy (*soil sealing*)



Vodní eroze půdy a zdroj živin

~ 21 milionů tun půdy/rok
➤ škody za 4,3 miliardy Kč



Eutrofizované vodní ekosystémy

Od roku 1948 do konce 80.let bylo na území ČR rozoráno na **270 000 ha luk a pastvin, 145 000 ha mezí** (což odpovídá délce 800 000 km), **120 000 km polních cest, 35 000 hájků, lesíků, remízků** a bylo odstraněno na **30 000 km liniové zeleně**. Na více než $\frac{1}{4}$ **všech zemědělských ploch** (1,1,milion ha polí) bylo navíc vybudováno **meliorační zařízení** a tyto pozemky tak záměrně odvodněny.



Krajina s vysokou diverzitou



Krajina s nízkou diverzitou

1) utužení půdy v důsledku používání těžké mechanizace



2) absence organické hmoty v půdě



LESY A LESNICTVÍ

- V současné době máme na našem území **historicky nejvyšší podíl lesů ve srovnání s rokem 1750**, kdy vyšly tři císařské patenty Marie Terezie. Od této doby se začalo v lesích regulérně hospodařit a byl nastaven legislativní rámec lesního hospodářství
- Lesní pozemky pokrývají v současné době 2 666 376 ha, což představuje **33,9 % z celkového území státu**. Výměra lesů se od druhé poloviny 20. století soustavně zvyšuje.
- Rozhodující podíl lesů v ČR je ve vlastnictví státu (59,62%)
- Stejně důležitá, jako rozloha lesů, je i jejich skladba. V Česku stále převládají nepůvodní smrkové monokultury, i když se situace v posledních letech pomalu zlepšuje - **podíl listnatých stromů roste jen velmi pomalu z 22,3 v roce 2000 na 24,8 procenta** v roce 2009.

LESY A LESNICTVÍ

- ✓ Lesy zadržují vodu, zpomalují její odtok a snižují tak rozkolísanost odtoku vody říční sítí
 - ✓ Les díky svému vysokému výparu působí jako **biologická pumpa**, při změně skupenství vody z kapalného na plynné se spotřebovává energie a dochází tak k **ochlazování povrchu stromů a současně okolní atmosféry** (v lokálním až kontinentálním měřítku)
- Evapotranspirace v lese je až o 20 % vyšší než v nelesních ekosystémech, výpar z půdy je však až o 50 % nižší a infiltrace (vsakování do půdy) až 10krát vyšší než je tomu u polí
- Je-li strom dostatečně zásoben vodou, odpaří jí za den více než **100 litrů (1 mm² plochy listů obsahuje 50-100 průduchů)**



Hydrická funkce lesa

Interiér smrkové monokultury, Krkonoše, 2018



Šumava, 2011



URBANIZACE KRAJINY

- Zastavěná plocha s nepropustnými povrchy (asfalt, beton, nákupní centra, výstavba v nivách řek apod.)
- Urbanizované plochy pokrývaly v roce 2012 dle CORINE Land Cover 483,8 tis. ha, což představuje **6,1 % území ČR**
- Souvislá městská zástavba měla celkovou rozlohu cca 1,6 tis. ha, což činí pouze 0,3 % celkové rozlohy urbanizovaných ploch; **nesouvislá městská zástavba**, která v roce 2012 pokrývala 382,5 tis. ha, což je **79,1 % celkového úhrnu urbanizovaných ploch**



Vliv urbanizace



Zvýšení nepropustnosti



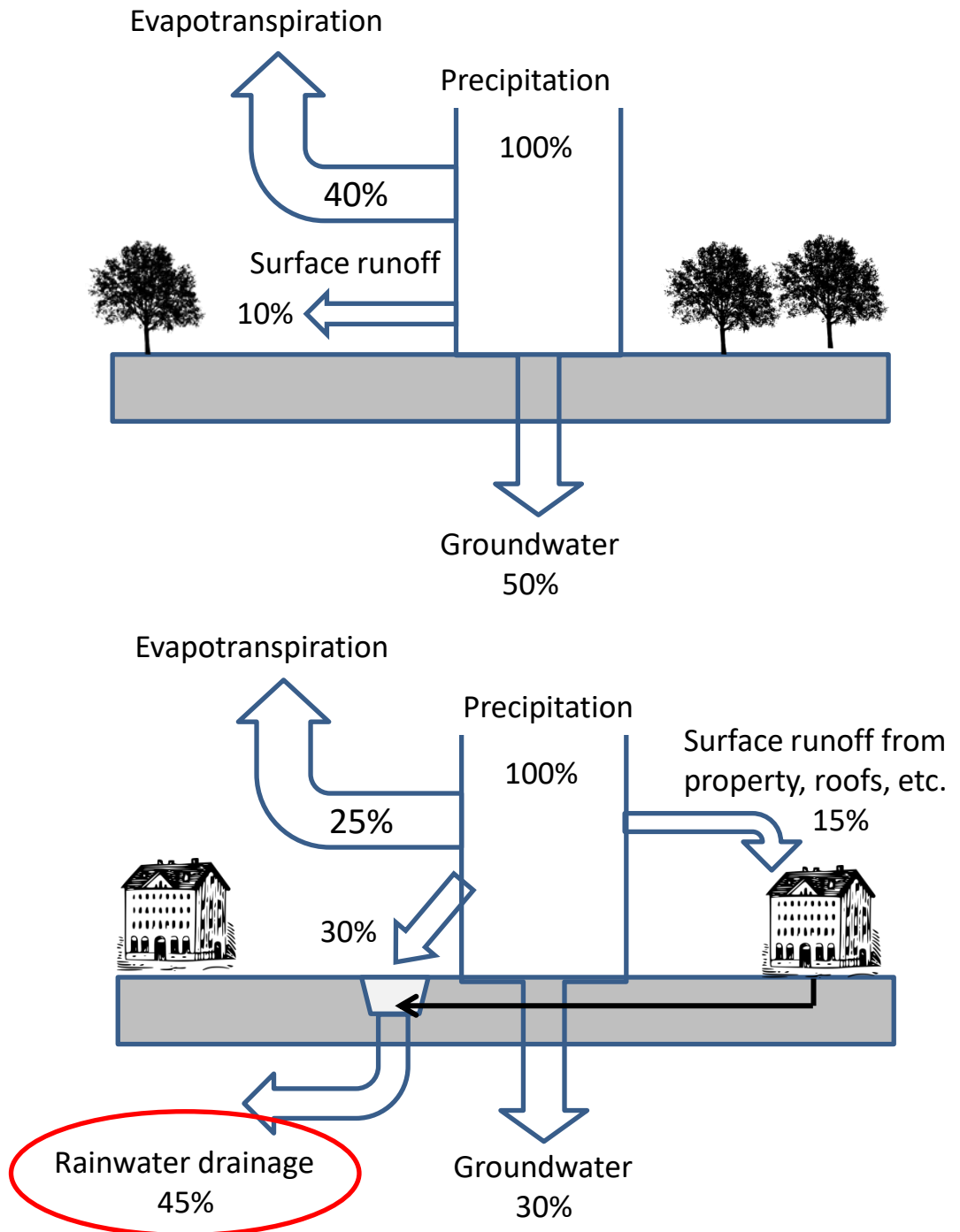
Pokles infiltrace



Zvýšení povrchového odtoku



Méně vody v krajině



MOKŘADY

- V roce 1950 bylo evidováno **1 300 000 hektarů** mokřadů, během necelých padesáti let se podařilo toto množství snížit na méně než třetinu (350 tis. ha)
- Všeobecný trend rušení rybníků, zejména v zemědělsky úrodnějších oblastech a na příhodnějších lokalitách, způsobil, že z původních **180 tis. ha** rybníků poklesl jejich výměr v roce 1788 na 76 816 ha a v roce 1840 dokonce na 35 414 ha. V současné době jsou rybníky na území ČR oproti historickým údajům rozmístěny nerovnoměrně – nejvíce rybníků má rozlohu do 5 ha. Aktuálně se zde nachází více než **24 tis. rybníků a malých vodních nádrží**, celková plocha dosahuje cca **52 tis ha**.

Na území ČR byla meliorační zařízení vybudována zhruba na 1,1 mil. ha (11 tis. km²), při rozloze ČR 78 866 km² je to celá 1/7 její plochy, zemědělská plocha je cca 42 600 km (= 54% plochy státu), pak se jedná o melioraci více než 1/4 všech zemědělských ploch

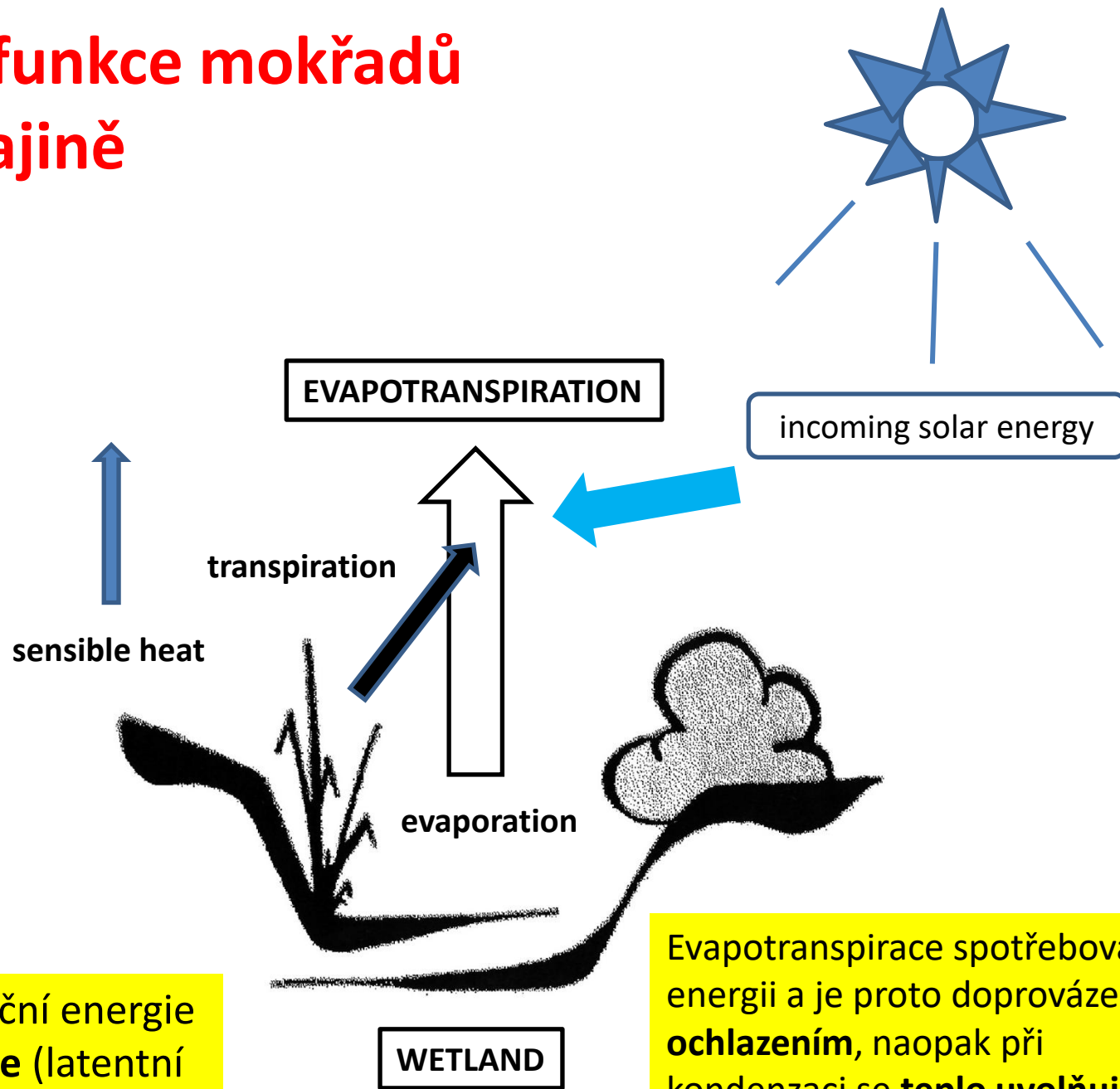
- Role v regulaci hydrologického cyklu – retence a tlumení povodní
- Podpora biodiverzity
- Zachytávání sedimentů a akumulace organické hmoty
- Rekreace, produkce biomasy, zdroje potravy....

Typický luční mokřad




Mokřad na poli

Klimatická funkce mokřadů a vody v krajině



Transformace sluneční energie
do **evapotranspirace** (latentní
tok tepla)

Evapotranspirace spotřebovává
energii a je proto doprovázena
ochlazením, naopak při
kondenzaci se **teplo uvolňuje**
zpět do prostředí



Za jasného dne ve vegetační sezóně od března do října přichází na **1 metr čtverečný až 1 000 W** sluneční energie, na **plochu 1 km² tedy dopadá 1GW**, což je množství energie srovnatelné s produkcí jednoho bloku JE Temelín.

EVA
(10.

Když v červenci v ČR sklídíme řepku a obilí, obnaží se na 18 000 km² ploch bez vody a vegetace, které se ohřívají, a teplý vzduch, který z nich stoupá, představuje energii **4 000- 6 000 GW**. Takový sloupec horkého vzduchu brání přísunu vlhkosti od Atlantiku a rozpouští případnou oblačnost.



POLE



MOKŘAD

TEKOUCÍ VODY

- Z celkové délky našich vodních toků bylo technicky upraveno 21 600 km (**28,4%**) – cca 1/3 vodohospodářsky významných toků
- Menší toky, převážně v zemědělské krajině byly upraveny až ze **40%** - 14 000 km malých toků bylo napřímáno a zahloubeno, z toho 4 500 km toků bylo zatrubněno



*Celková délka vodních toků v ČR je asi **108 000 km**, povrch vod činí **2% území ČR**.*

Co s tím tedy dělat?

- Inspirace ze světa



Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR

- V říjnu 2015 schválena vládou ČR
- Dokument představuje národní adaptační strategii ČR, která kromě zhodnocení pravděpodobných dopadů změny klimatu obsahuje návrhy konkrétních adaptačních opatření, legislativní a částečnou ekonomickou analýzu, atd.
- Adaptační strategie ČR je připravena na roky 2015-2020 s výhledem do r. 2030 a bude implementována Národním akčním plánem adaptace na změnu klimatu
- **Adaptační strategie ČR identifikuje prioritní oblasti (sektory), u kterých se předpokládají největší dopady změny klimatu:**
lesní hospodářství, zemědělství, vodní režim v krajině a vodní hospodářství, urbanizovaná krajina, biodiverzita a ekosystémové služby, zdraví a hygiena, cestovní ruch, doprava, průmysl a energetika, mimořádné události a ochrana obyvatelstva a životního prostředí.

TECHNICKÁ (TVRDÁ) vs EKOLOGICKÁ (MĚKKÁ) OPATŘENÍ

- výstavba nových přehrad a budování protipovodňových hrází, prohlubování toků.... vs **zvýšení retence vody v krajině**

Musí tyto přístupy jít nutně proti sobě?



Přírodě blízká opatření (= New water paradigm)

Zvýšení **RETENCE KRAJINY PRO VODU**

- **Obnova vodní bilance krajiny (voda musí zasáknout tam, kde spadne)**
- **Obnova svrchní vrstvy půdy a dostatek organické hmoty (humus) v půdě**
- **Podpora malého koloběhu vody**
- **Revitalizace toků a mokřadů, budování malých nádrží – *podpora evapotranspirace a voda pro závlahy***
- **...**
- **Dešťovka – zachytávání srážkové vody**
- **Green city apod.**

PŘEHRADNÍ NÁDRŽE

- V ČR je dosud postaveno 165 významných přehradních nádrží, z toho 49 vodárenských (*pod přehradními jezery zmizelo okolo 1000 km významnějších vodních toků, tj. téměř 6 % délky statisticky evidované říční sítě*)
- Objem akumulované vody v přehradních nádržích je odhadován na **3 360 miliard m³ vody**
- V roce 2012 bylo spotřebováno **481 milionů m³ fakturované vody** – **zásobení obyvatelstva 50:50**
- V ČR je cca 23 000 rybníků a celkovém objemu **400-500 milionů m³ vody**



V povodí Dyje bylo postupně vybudováno 19 přehrad, původní rozsah parrmového pásma se zmenšil na 35.7 % původního rozsahu délky vodních toků. Na druhé straně se zvětšil rozsah pstruhového pásma na 219.6 % oproti původnímu rozsahu.

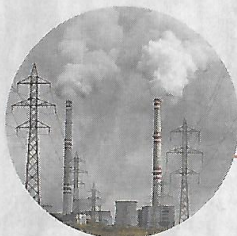
- Ministerstvo zemědělství připravuje vodní **nádrž Vlachovice** s kapacitou 29 miliónů kubíků, která má zajistit dostatek vody na Zlínsku.
- Na Rakovnicku se připravují nádrže Senomaty a Šanov s kapacitou 1,2 miliónu kubíků a Kryry, které pojmu 7 miliónů kubíků vody.
- Poldr Skalička v Pobečví by se měl změnit na vodní nádrž se stálým napuštěním. Podle ministerstva by tak umožnil využívat vodu pro zemědělství v období sucha. „Vodní nádrž Skalička by díky plánované kapacitě **42 miliónů kubíků** pomohla překlenout oba hydrologické extrémy, tedy povodně i sucho. Velký přínos by mělo víceúčelové vodní dílo i pro řeku Moravu a zabezpečení odběrů a minimálních průtoků,“ míní ministerstvo.
- V šesti pilotních lokalitách chce vláda vybudovat jednoúčelové závlahové nádrže, které by se plnily z vodních zdrojů v období dostatku vody. Plánují se na Rakovnicku, v Podyjí nebo u Hustopečí.

V roce 2018 odteklo z nádrží o 400 milionů m³ více, než do nich přiteklo

Kde chybí voda v přehradách

Povodí Ohře

Skalka, Jesenice, Nechanice – Zajišťují vodu pro tepelné elektrárny Tisová, Prunéřov I a II, Tušimice a Počerady. (foto: TE Prunéřov)



Všechlapy u Bíliny
10%

Harcov
22%

Povodí Labe

Rozkoš – Zvyšuje hladinu vody v Labi pro zemědělce a průmysl v Polabí, například pro elektrárnu v Opatovicích. (foto: Opatovice nad Labem, elektrárna)



Pařížov
Opakovaně zásobní prostor zcela vyčerpán.

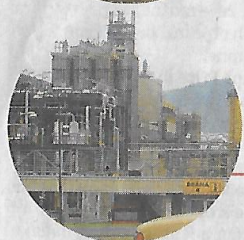


Povodí Odry



Těrlicko – Zvyšuje průtok Olše, která zásobuje vodou Elektrárnu Dětmarovice

Újezd u Jirkova – Vypouští vodu při nedostatečném průtoku v Bílině pro průmysl na Litvínovsku. (foto: Chemopetrol)



Újezd u Jirkova
15%

Pastviny na Divoké Orlici
22%

Šance na Ostravici
60%

● Vodní nádrže s nejnižší naplněností – aktuální stav.

Povodí Vltavy

Orlík – Zajišťuje dostatek vody pro pražskou čistírnu odpadních vod. (foto: Praha, čov)



61%

Hubenov
40%

Vranov
47%

Vir
41%

Letovice
32%

Povodí Moravy

Letovice – Zvyšuje průtok ve Svitavě, z jejíhož povodí v Březové nad Svitavou se čerpá pitná voda pro Brno. (foto Brno)



A co jednotlivec?

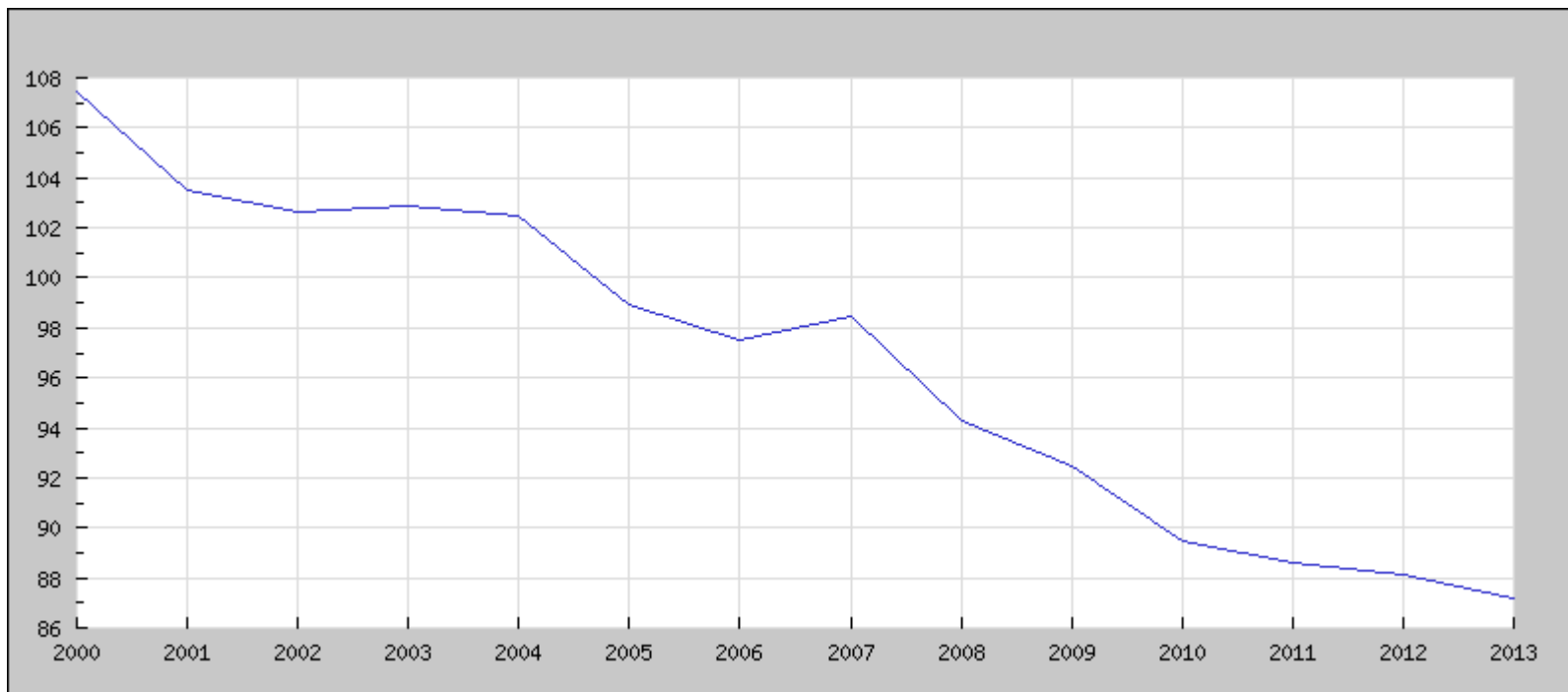
VODA

- Úspora vody doma (sprchování, mytí rukou, WC, bazény)
- Zachytávání a využívání dešťové vody (zachytávání vody v sudech,...)
- Minimalizace nepropustných ploch
- Minimalizace ztrát vody (zalévání zahrádek večer, pokrytí záhonů senem..)
- Úspora virtuální vody

TEPLO

- Zvýšení výparu vody (zelené střechy, bazénky, vegetace)
- Klimatická funkce stromů
- ...

Spotřeba vody, ČR [l/obyv./den]



Spotřeba vody na obyvatele za den vyjadřuje množství fakturované vody na jednoho obyvatele zásobovaného vodou z vodovodu pro veřejnou potřebu za jeden den.

Průměrná roční spotřeba pitné vody na obyvatele Prahy v roce 2013 = **41 m³**

Příklad průměrné denní hodnoty spotřeby pitné vody na osobu při různých činnostech v pražských domácnostech. Průměrná denní spotřeba vody na osobu v roce 2013 byla v Praze **111 litrů** (v ostatních regionech ČR je spotřeba vody na osobu a den nižší).

PRAHA

**Průměrné denní
hodnoty (v litrech)**

**Průměrné denní
hodnoty (v Kč)**

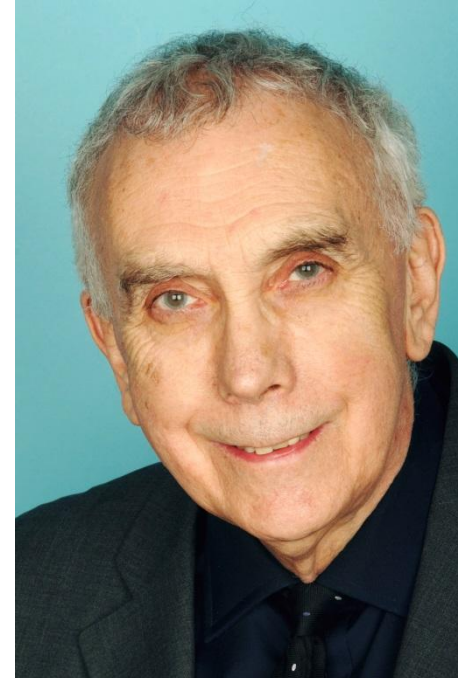
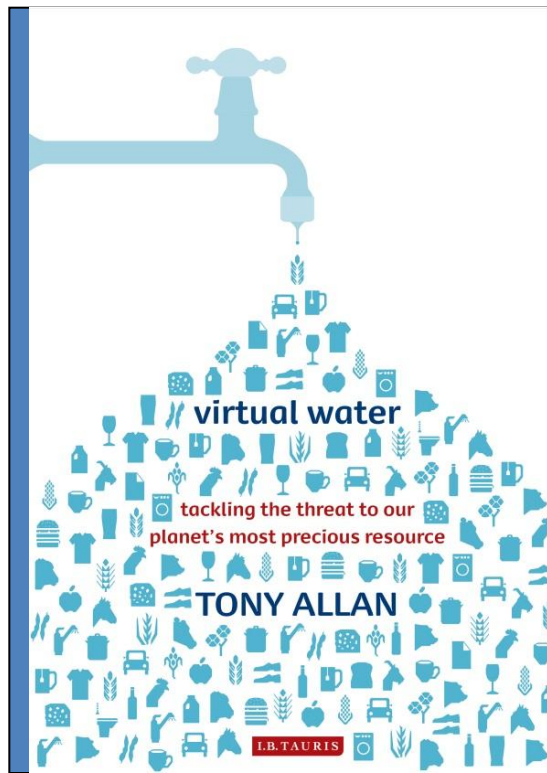
WC	28	2,13
Os.hygiena, sprchování	42	3,19
Praní, úklid	16	1,22
Příprava jídla, mytí nádobí	8	0,61
Mytí rukou	6	0,46
zalévání	5	0,38
pití	2	0,15
ostatní	4	0,30
CELKEM	111 litrů	8,44 Kč

Poznámka: Ceny spotřebované vody jsou kalkulovány z ceny vody platné v PVK v roce 2014 (vodné – 43,84 Kč, stočné – 32,0 Kč, celkem 75,84 Kč).

Virtuální voda a obchod s virtuální vodou (Virtual water trade)

(World water savings and losses through international trade
of agricultural products)

Pojem byl poprvé použit v roce 1994, když jím Tony Allan nahradil dříve
užívané pojmenování tzv. vody vložené, „*embedded water*.“



Virtuální voda

(embedded water, embodied water, hidden water)

Virtual-water content of a product (a commodity, good or service) is defined as "the volume of freshwater used to produce the product, measured at the place where the product was actually produced". It refers to the sum of the water use in the various steps of the production chain.

John Anthony Allan

*King's College London and the School of
Oriental and African Studies*

= voda, vložená do produktů, při jejich výrobě. Voda je potřebná při produkci potravin a zemědělských komodit, jako jsou například: obiloviny, zelenina, ovoce, maso a mléčné výrobky. Množství vody, které je při výrobě těchto produktů spotřebováno a obsaženo ve výrobku se nazývá „virtuální voda.“

Příklady průměrného množství vody v potravinách a domácích výrobcích každodenního použití:

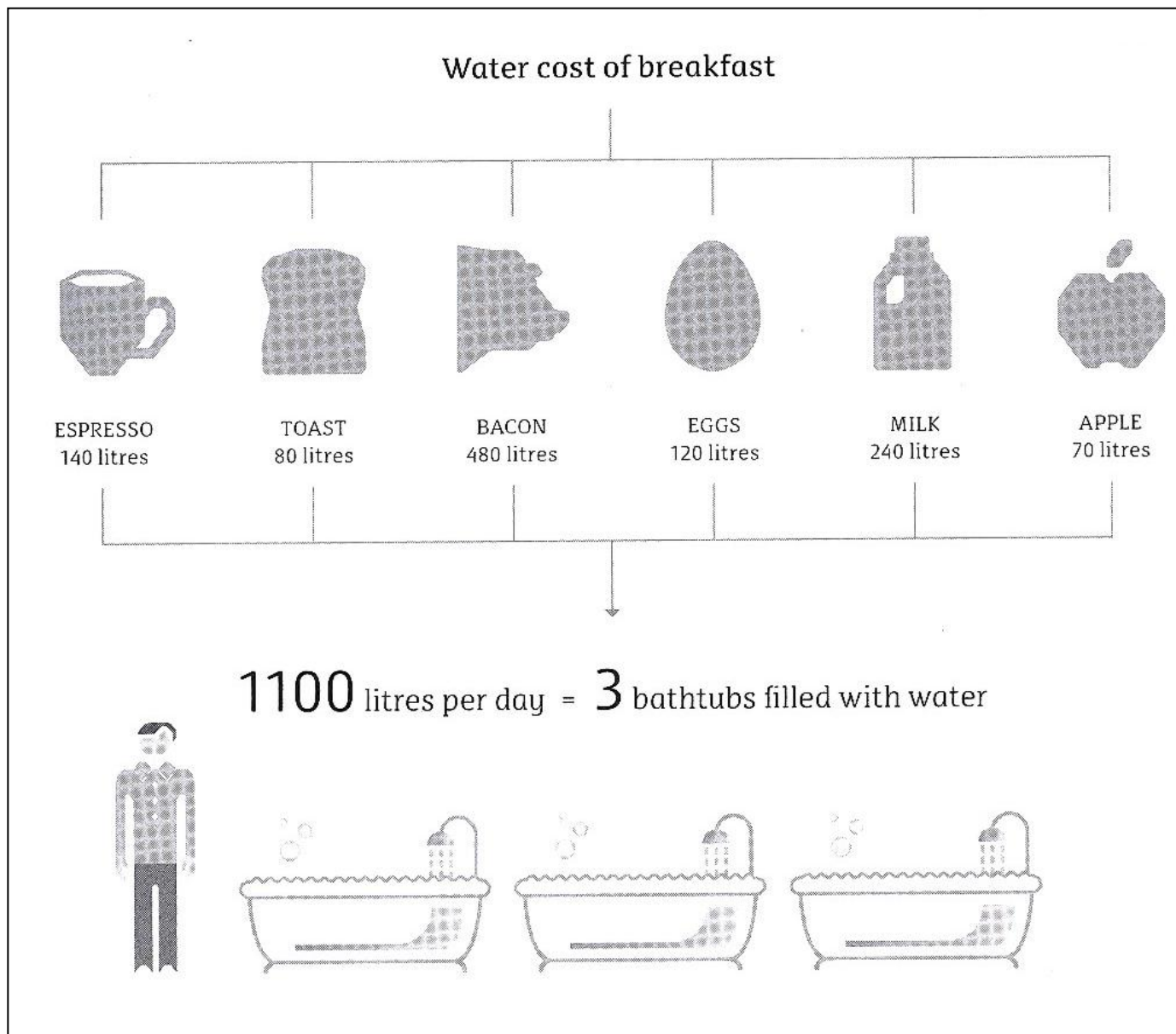
Zemědělské produkty

- Produkce 1 kg pšenice = 1 300 L vody
- Produkce 1 kg rýže = 3 400 L vody
- Produkce 1 kg vajec = 3 300 L vody
- Produkce 1 kg hovězího = 15 000 L vody

Produkty pro domácnost (household products)

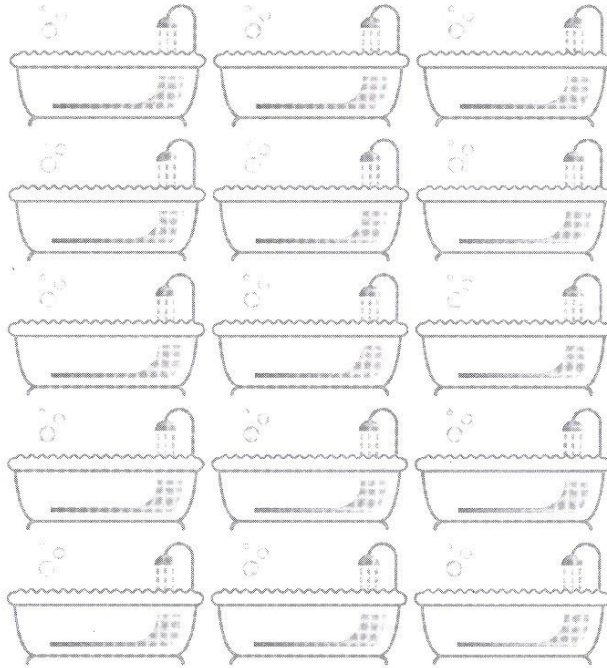
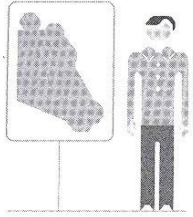
- Production 1 bavlněného trička (300 gramů) = 2 500 L vody
- Produkce džínoviny (1000g) = 10 850 L vody
- Povlečení na postel (900g) = 9 750 L vody

Náklady na vodu obsaženou ve snídani v USA nebo Velké Británii



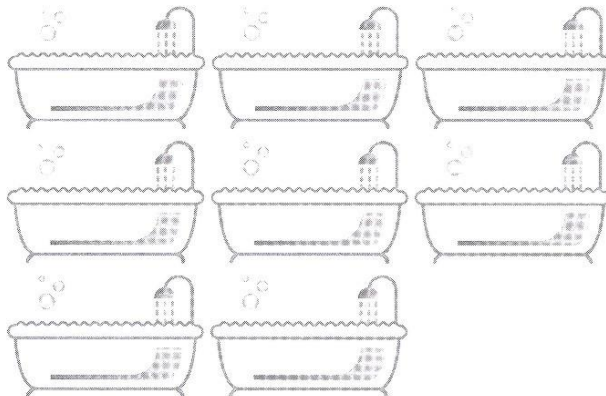
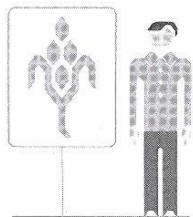
Masožravec

Virtual Water



Denní spotřeba vody v potravě masožravce: 5000 litrů vody/den, čili 15 van naplněných vodou

Vegetarián



Denní spotřeba vody v potravě vegetariána: 2700 litrů vody/den, čili 8 van naplněných vodou



Děkuji za pozornost

Martin Rulík

Katedra ekologie a životního prostředí PŘF UP v Olomouci

e-mail: martin.rulik@upol.cz