

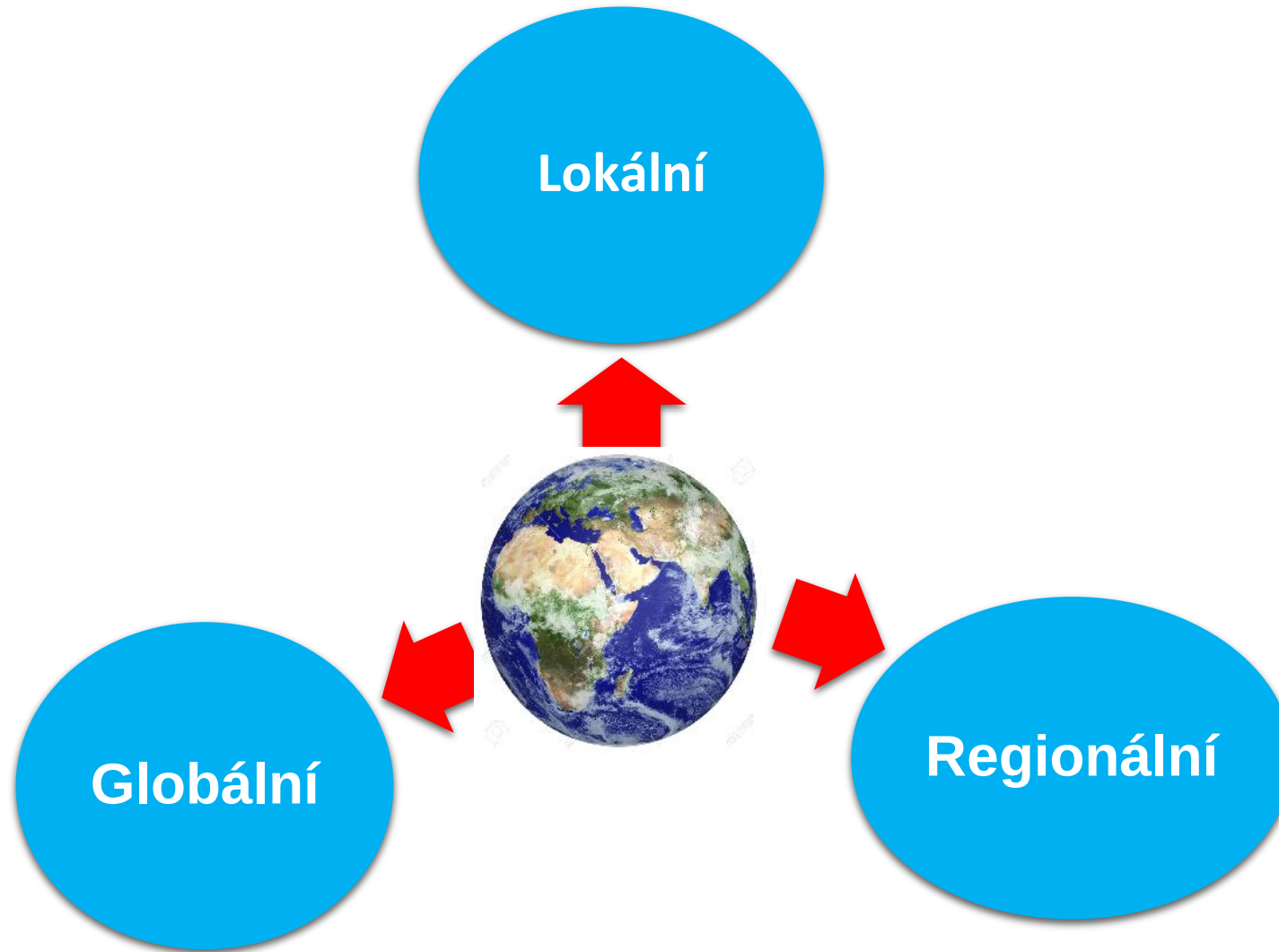
Kvalita vod

Branislav Vrana

RECETOX
Přírodovědecká fakulta
Masarykova univerzita
Brno, Česká republika



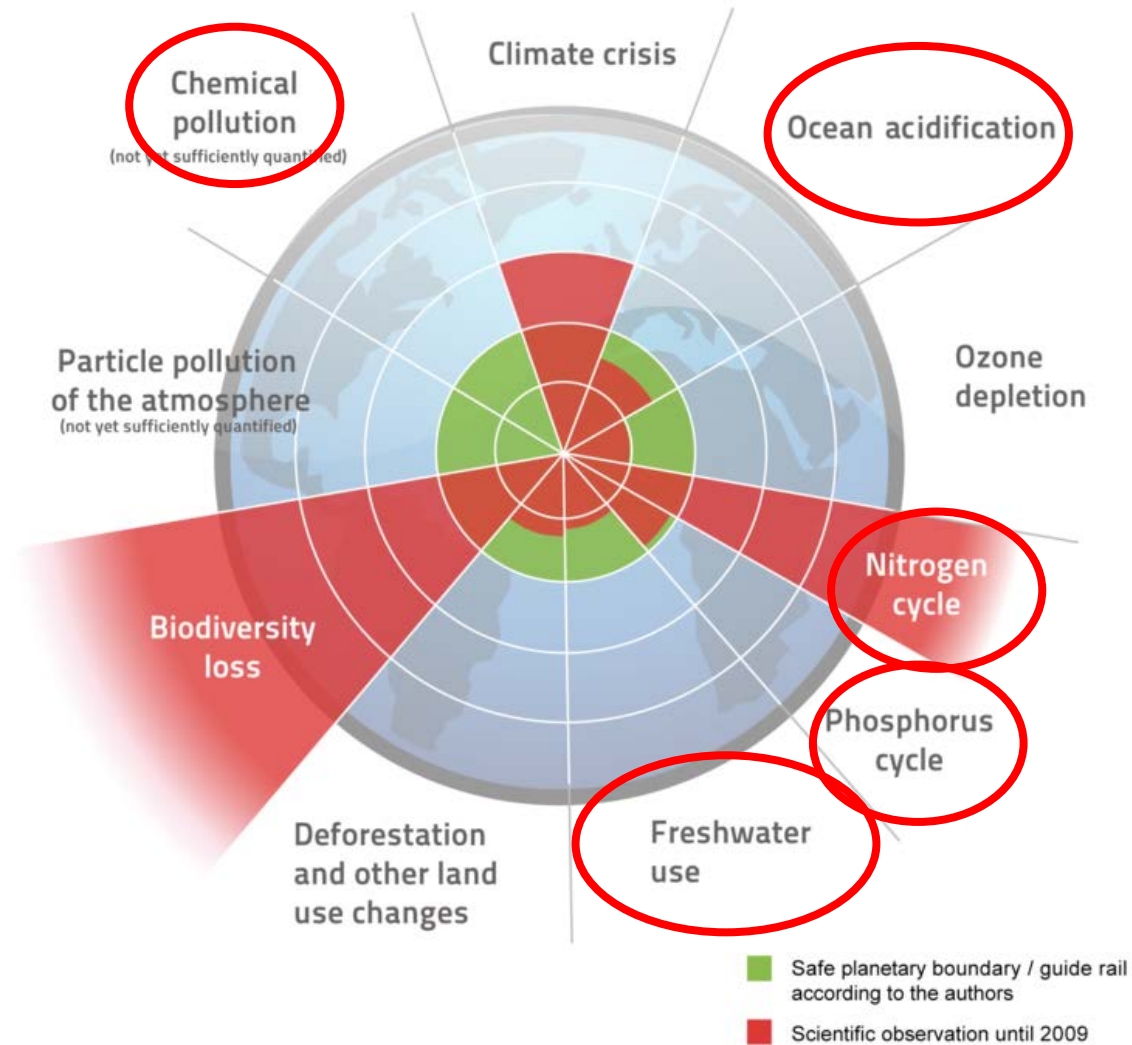
Problémy planety a jejich dopady



Planetární meze

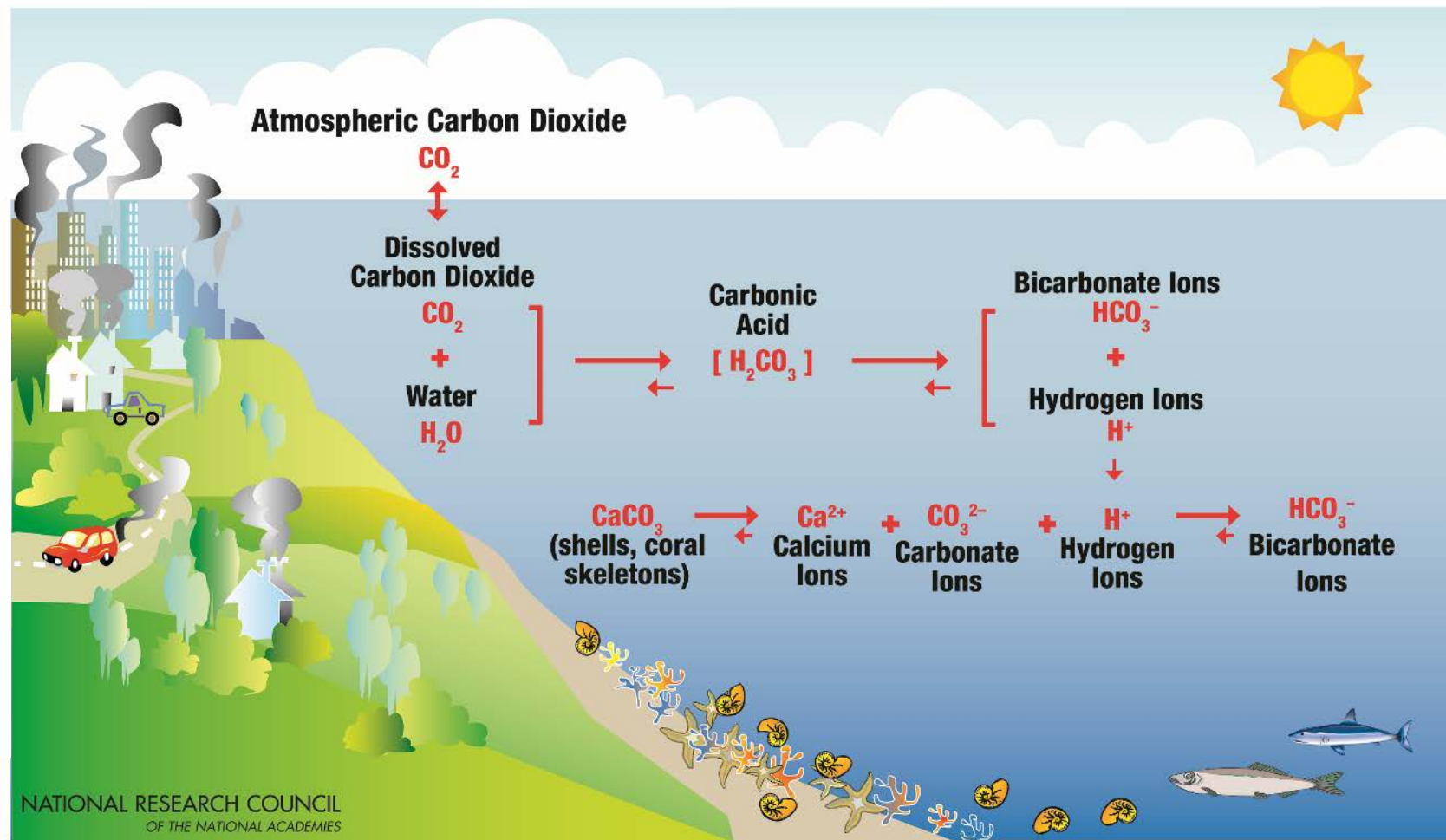
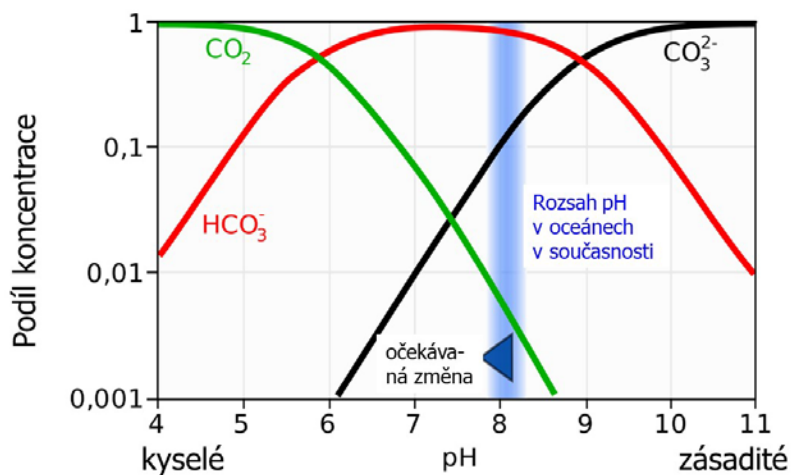
Úzký vztah s hydrosférou:

- Acidifikace oceánu
- Biogeochemické toky fosforu a dusíku
- Zdroje sladké vody
- Chemické znečištění



Globální problém: Acidifikace oceánu

Oceány pohlcují oxid uhličitý z atmosféry, a proto stoupá jejich acidita.



O kolik % vzroste koncentrace H^+ při poklesu pH z 8,19 na 8,05?

Odhaduje se, že průměrné pH mořské vody pokleslo od roku 1750 z 8.19 na 8.05,

$$pH_1 = -\log H^+_1 = 8.19$$

$$pH_2 = -\log H^+_2 = 8.05$$

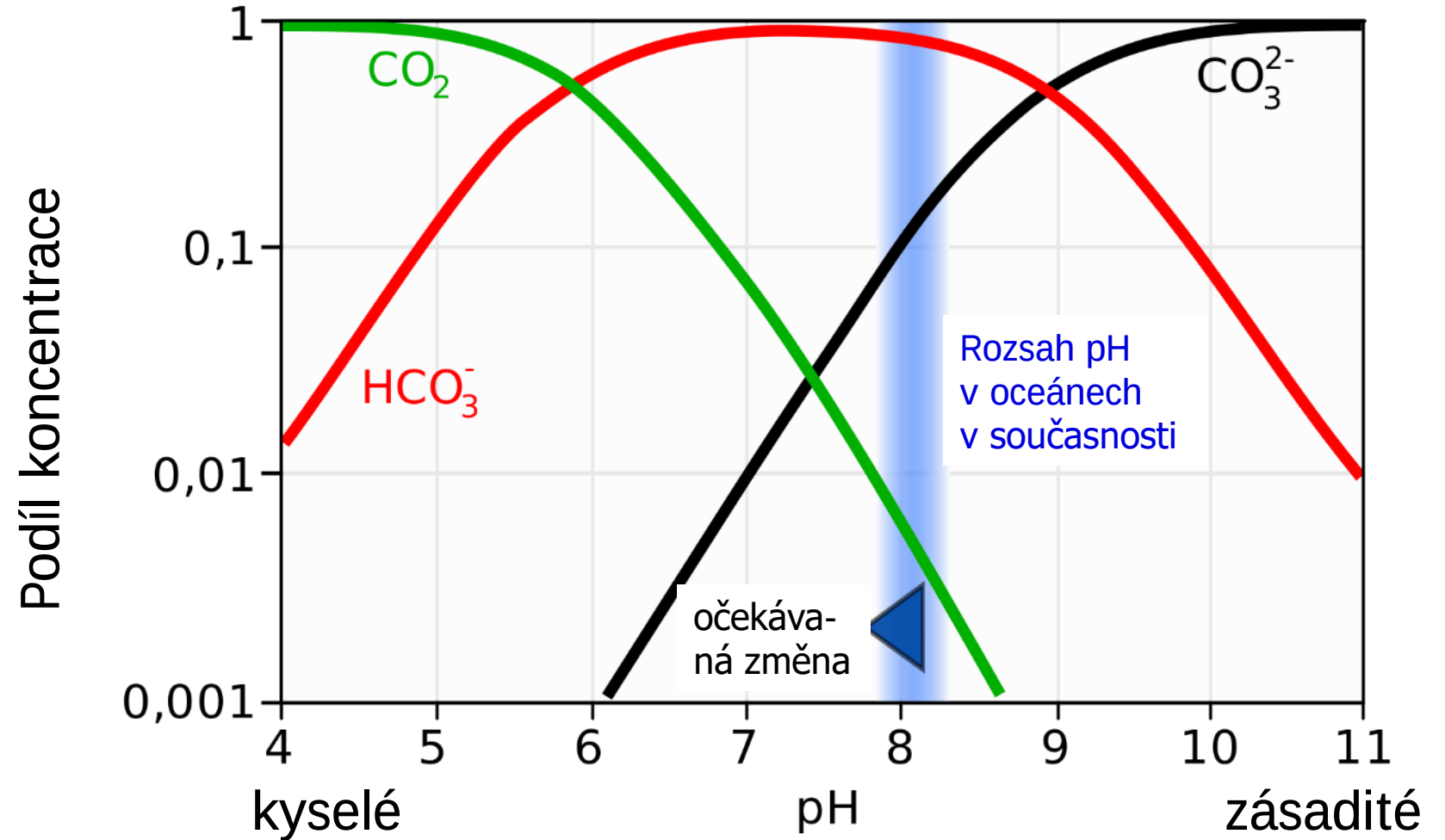
$$pH_1 - pH_2 = (-\log H^+_1) - (-\log H^+_2) = 0.14$$

$$\log(H^+_2 / H^+_1) = 0.14$$

$$(H^+_2 / H^+_1) = 10^{0.14} = 1.38 = 138\%$$

Vzroste o 38%

Acidifikace oceánu

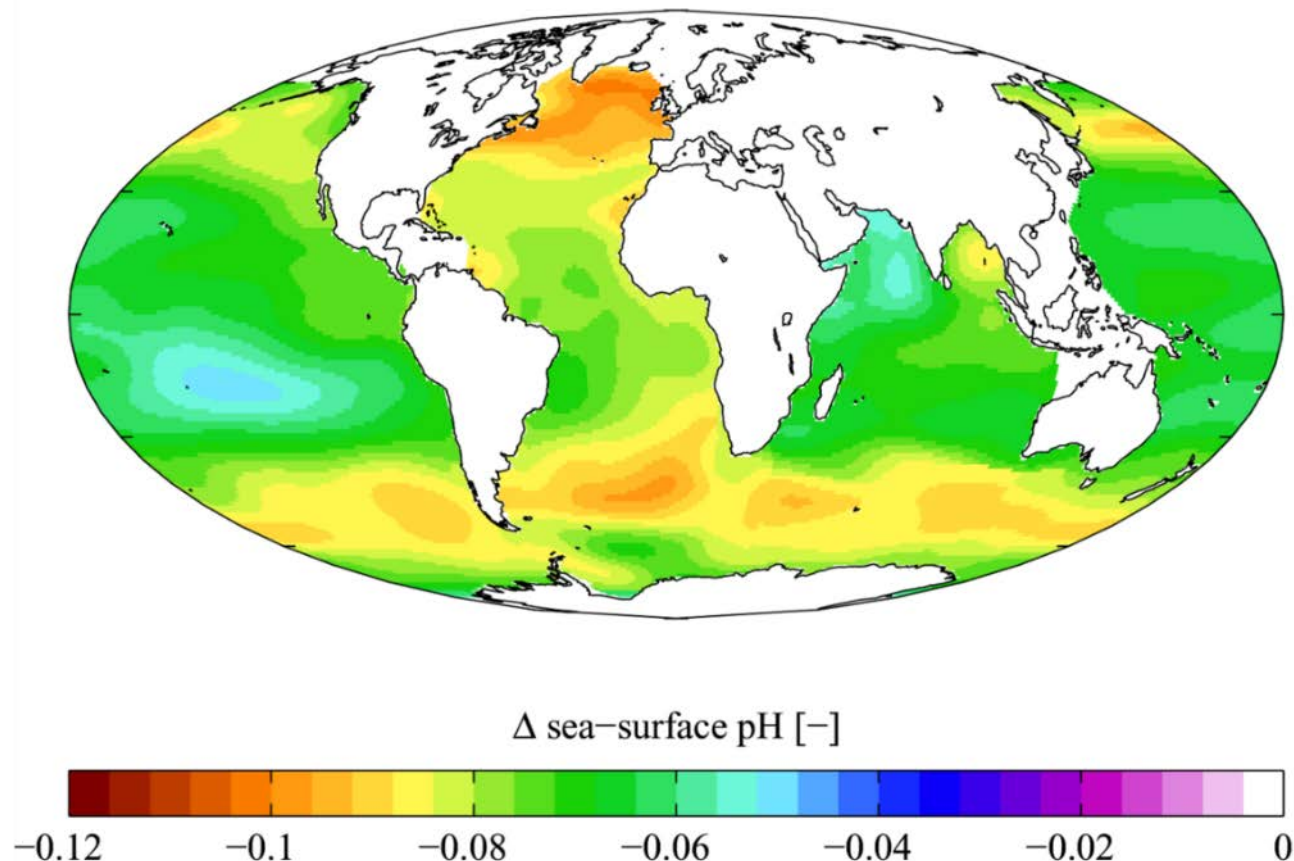


Globální problém: Acidifikace oceánu

Odhaduje se, že průměrné pH mořské vody pokleslo od roku 1750 z 8.19 na 8.05,

co znamená téměř 40% nárůst koncentrace H^+ .

Acidifikace může způsobit zásadní narušení fungování mořských ekosystémů.

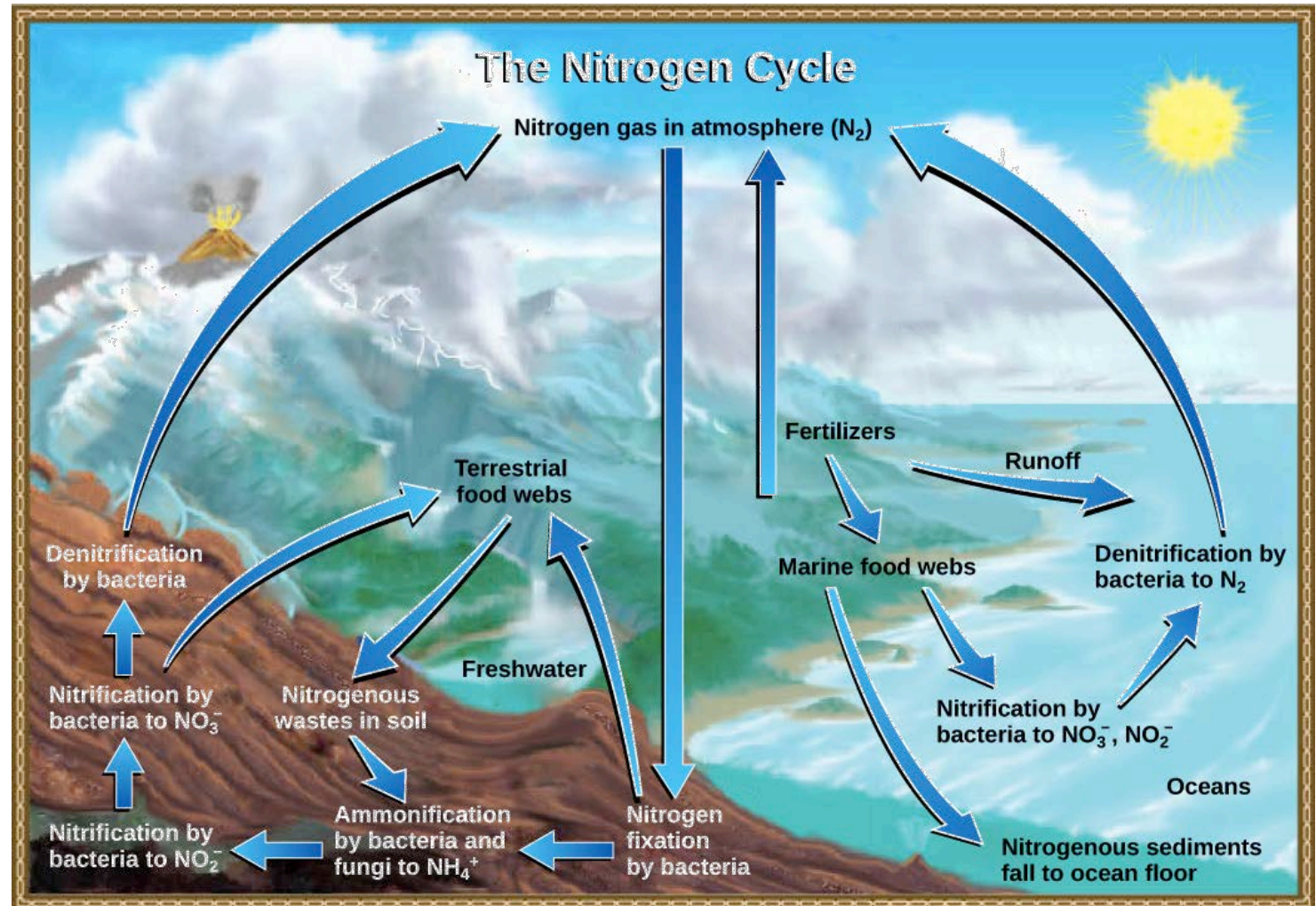


Biogeochemické toky dusíku a fosforu

Biogeochemické cykly dusíku a fosforu byly lidmi radikálně změněny v důsledku mnoha průmyslových a zemědělských procesů.

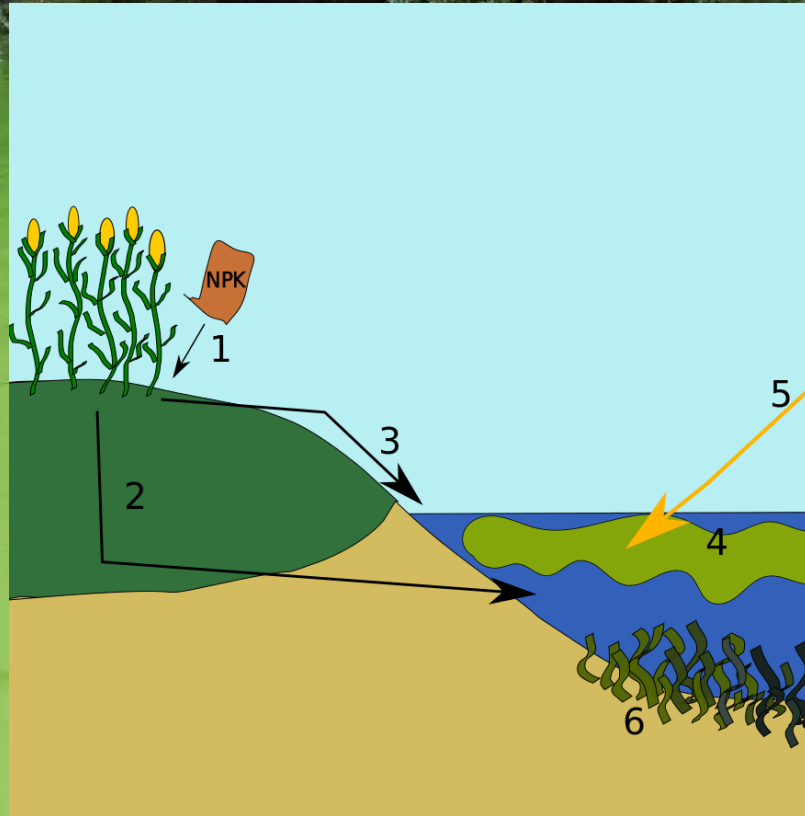


Fritz Haber (1868-1934)



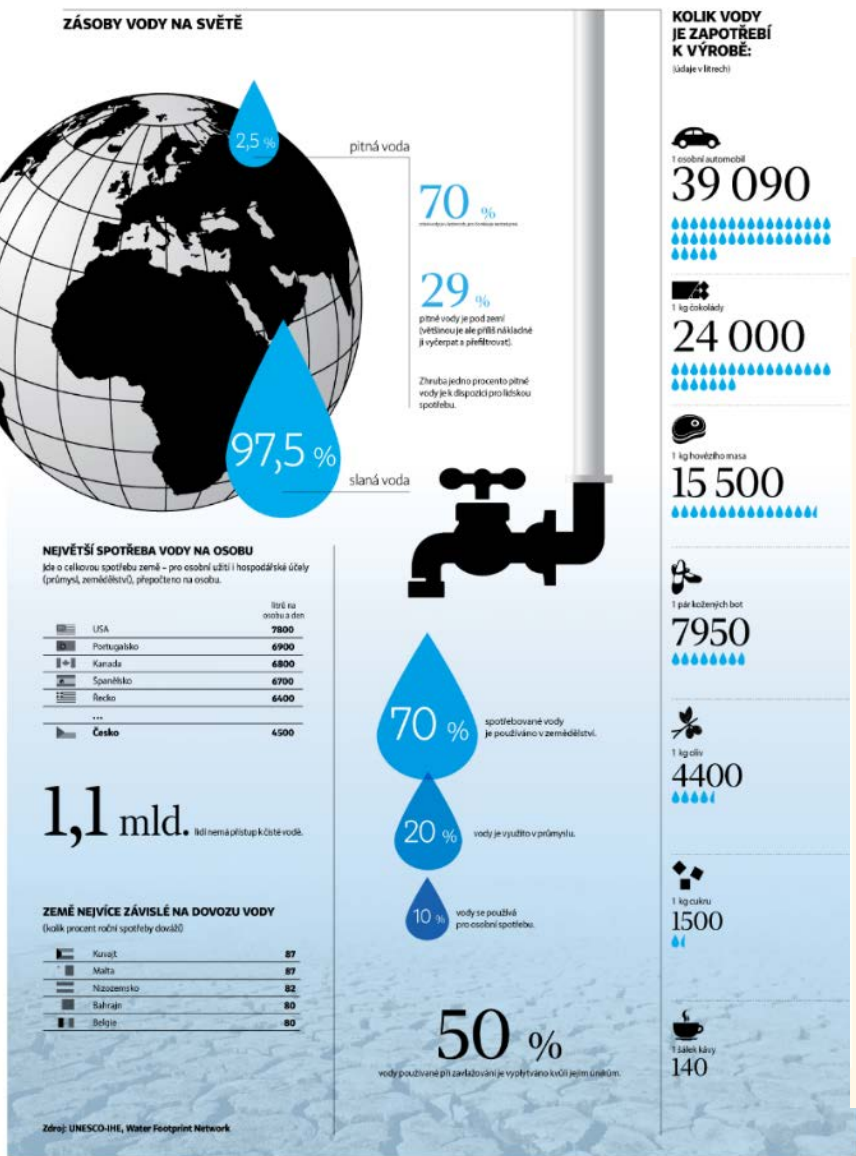
Eutrofizace

- Obohacování vod o živiny- dusík a fosfor
- **Přirozená** – výplach z půdy, rozklad mrtvých organismů
- **Nepřirozená** – lidská činnost (hnojiva, čistící prostředky, průmyslové a komunální odpadní vody)

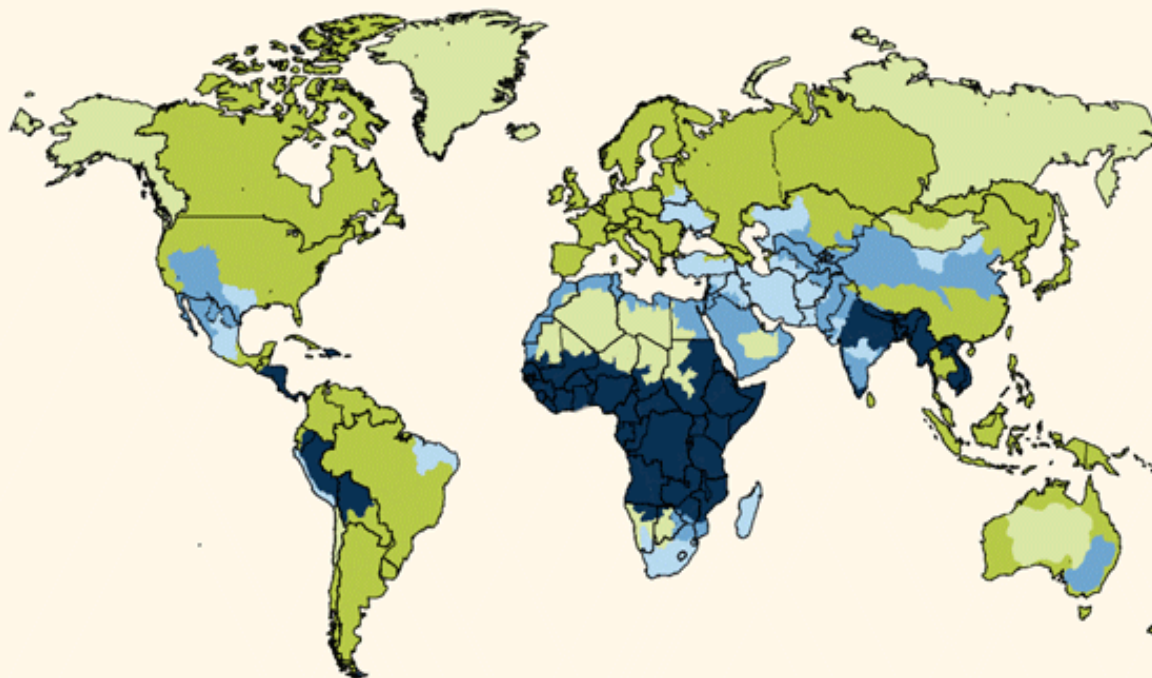


Globální problém: Zdroje sladké vody

Dvě třetiny světové populace (4 miliardy lidí) žijí v podmínkách vážného nedostatku vody alespoň 1 měsíc v roce.



Global physical and economic water scarcity

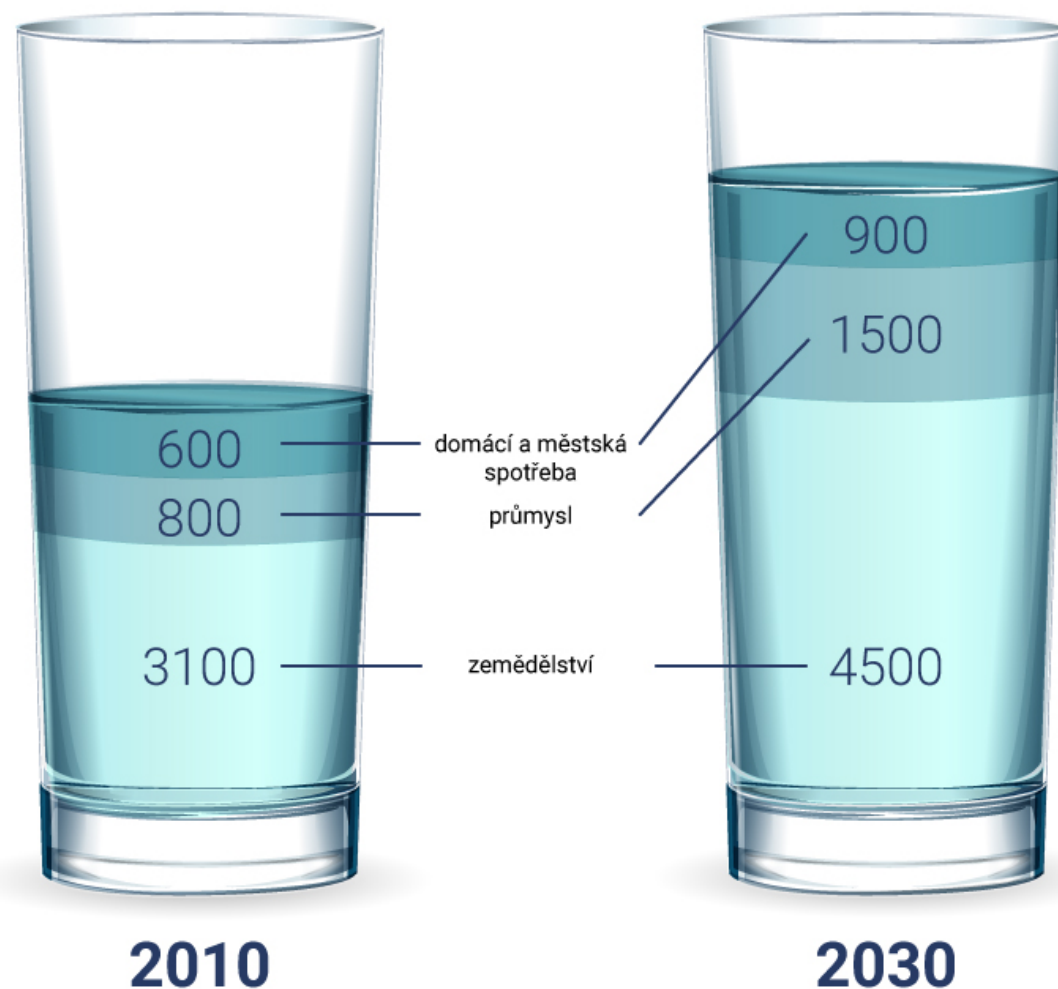


- Little or no water scarcity
- Physical water scarcity
- Approaching physical water scarcity
- Economic water scarcity
- Not estimated



Odhadovaná spotřeba vody

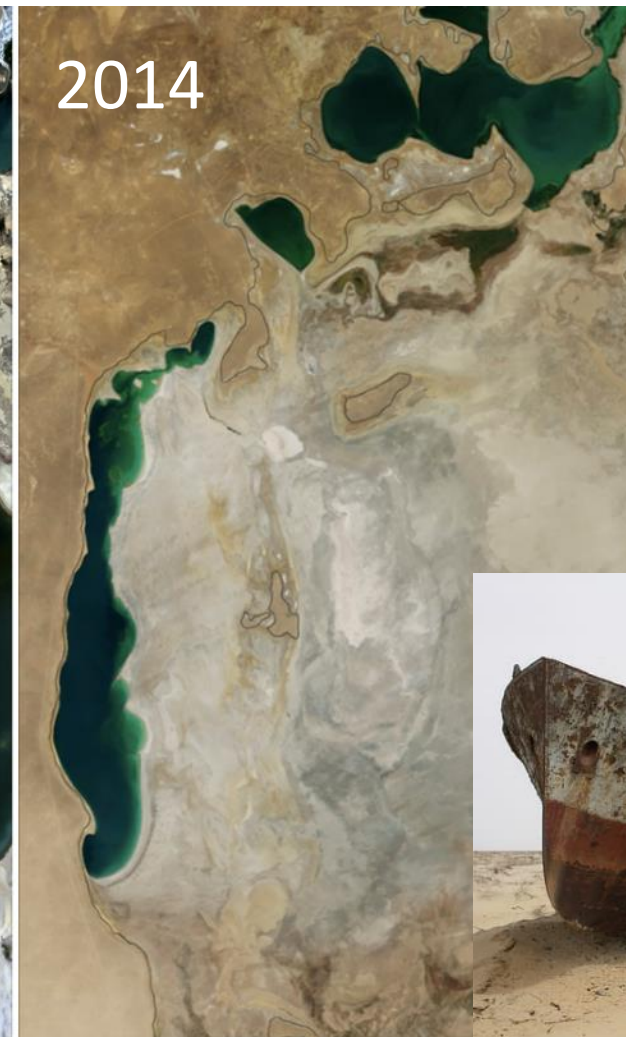
Voda je kritickým zdrojem pro udržení života



Globální problém: Zdroje sladké vody

- Environmentální problémy: Aralské moře

K nadměrné exploataci dochází, pokud je vodní zdroj těžen nebo extrahován rychlostí, která překračuje rychlost doplňování.



Znečištění vod chemickými látkami



- sídla - tuhý a kapalný odpad
- průmyslová výroba
- zemědělská výroba (hnojiva, pesticidy, odpadní vody)
- doprava (exhaláty, ropné produkty)

1986: Únik chemikálií do Rýna



2000: Únik kyanidu do Tisy



2002: Povodeň na Labi



2010: Protržení hráze odkaliště, Ajka

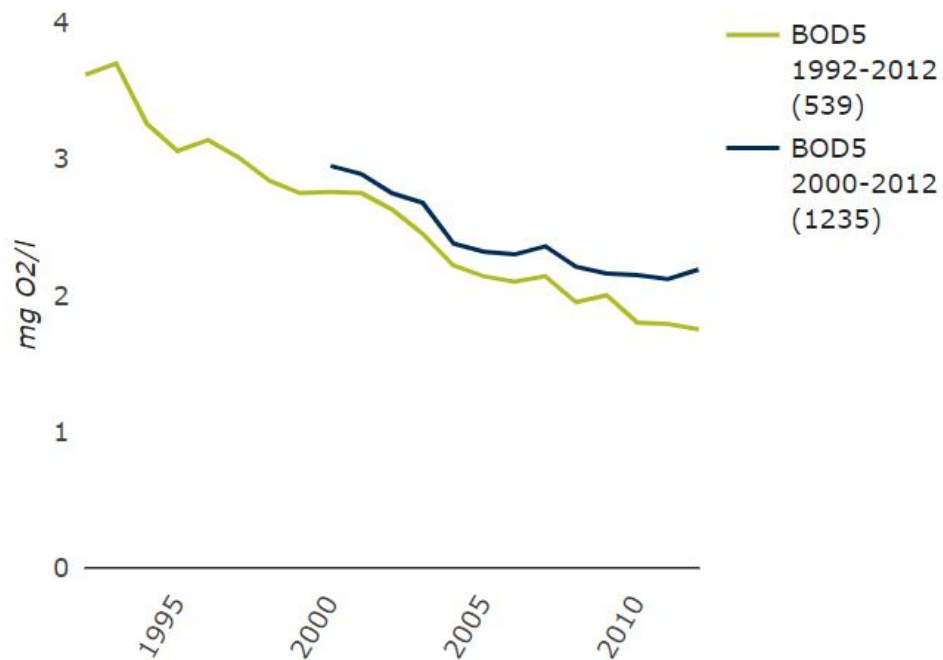


2012: Únik ropných látek do Dunaje



Regionální znečištění vod chemickými látkami

BSK5-řeky-Evropský trend



Amoniak-řeky-Evropský trend



Jaký je stav vod v Evropě dnes?

Vodní rámcova směrnice 2000/60/ES

Ekosystém

Ekologický stav: holistický přístup

- charakterizuje kumulativní účinek stresorů
 - Hydromorfologie
 - Eutrofizace
 - Teplota, pH
 - Invazivní druhy
 - **Chemické látky**

Biologické prvky
kvality (BQEs) +
podpůrné faktory



řasy



bezobratlí



ryby

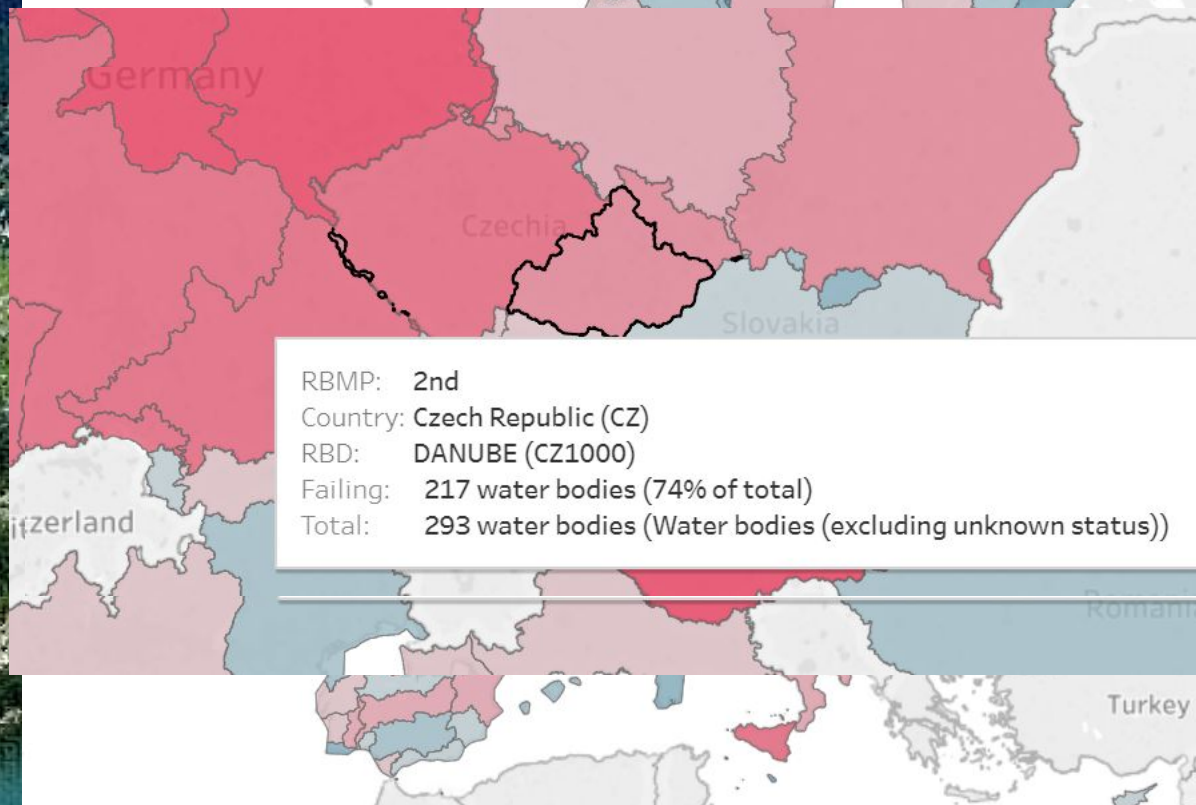


MUNI | RECETOX

Autor: Ján Kautman



Ekologický stav povrchových vod, 2018



Jaký je stav vod v Evropě dnes?

- Ve většině evropských řek a jezer není dosaženo dobrého ekologického stavu (Vodní rámcová směrnice 2000/60/ES)
- Chemické látky stále hrají významnou roli ve zhoršování stavu

Jaký je stav vod v Evropě dnes?

Chemosféra

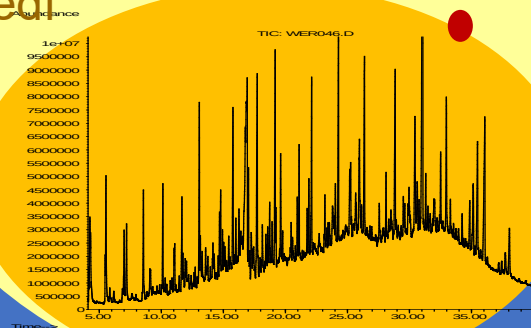
70 mil. chemických látek

14 mil komerčně
dostupných

> 100.000 denně
používáno

> 10.000 látek ve
vzorcích životního
prostředí

41 prioritních
znečišťujících
látek
(chemický stav)



Ekosystém



řasy

Biologické prvky
kvality (BQEs) +
podpůrné faktory



bezobratlí



ryby

Jaký je stav vod v Evropě dnes?

Chemosféra

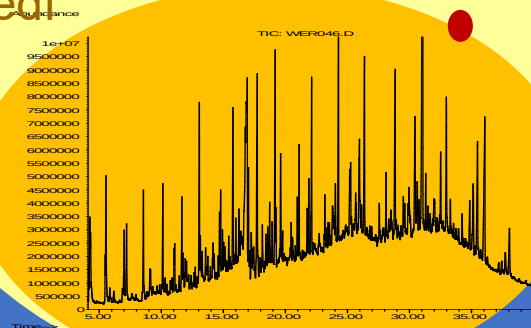
70 mil. chemických látek

14 mil komerčně
dostupných

> 100.000 denně
používáno

> 10.000 látek ve
vzorcích životního
prostředí

41 prioritních
znečišťujících
látek
(chemický stav)



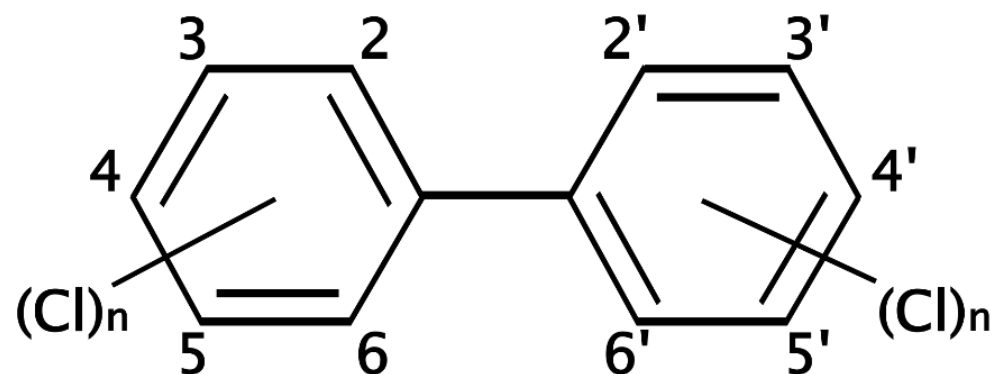
Prioritní znečišťující látky

- typické jsou nepolární persistentní organické látky a těžké kovy
- většinou zakáz používání
- často nevysvětlují pozorované účinky

Příklad: PCB



- POLYCHLOROVANÉ BIFENYLY
- Substituční deriváty bifenyly -209 kongenerů
- se stupňem chlorace
 - roste stabilita
 - klesá rozpustnost ve vodě
 - roste rozpustnost v tuku
- persistentní organické látky
- jednotlivé kongenery mají různou toxicitu



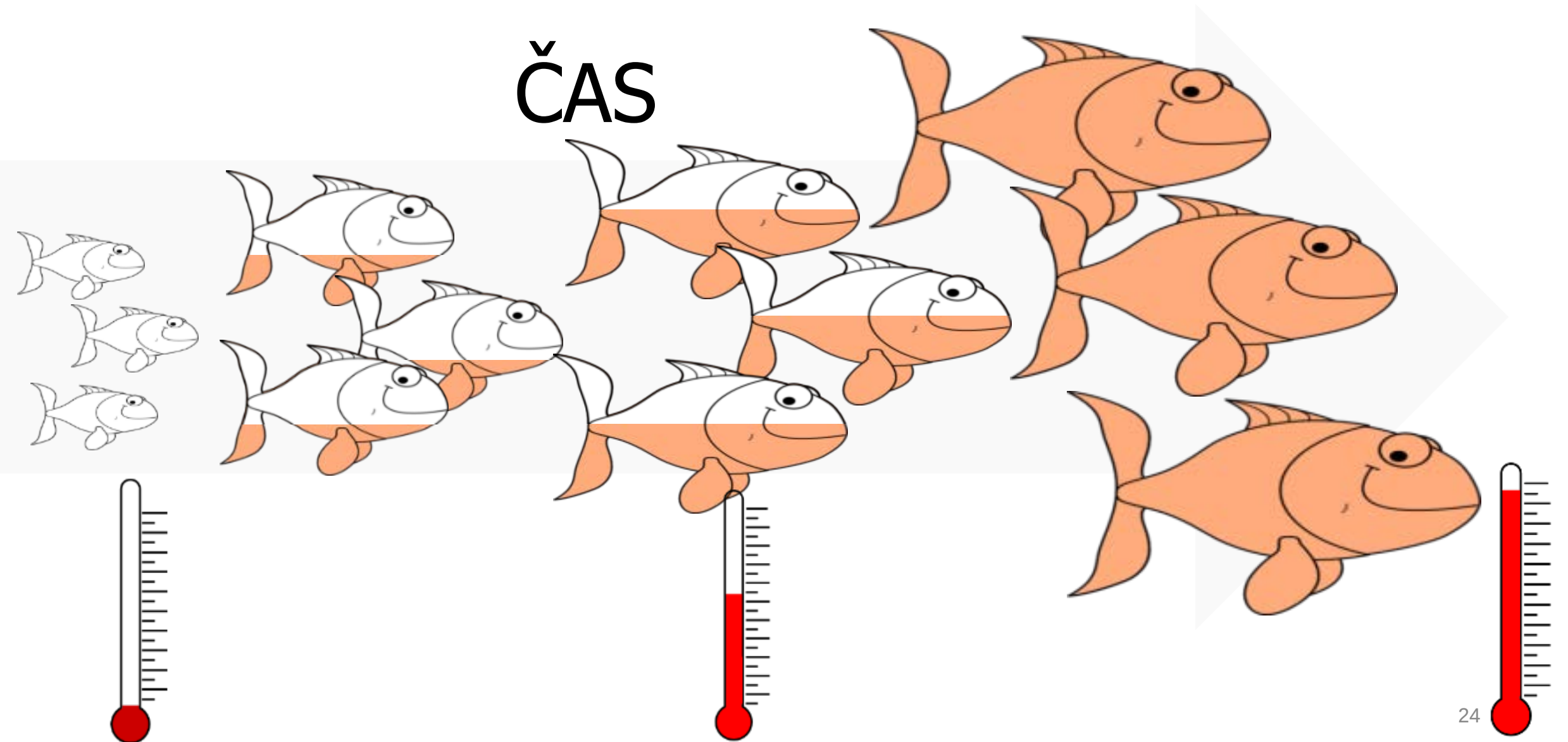
Polychlorované bifenyly

- PCB: podnik Chemko Strážske r.1959-1984
- Výrobky: Delor, Hydeler a Delotherm (21 000 t)
- Použití: při výrobě transformátorů a kondenzátorů,
- nátěrové hmoty, teplotnosné kapaliny, aditiva plastů...



Bioakumulace PCB

ČAS

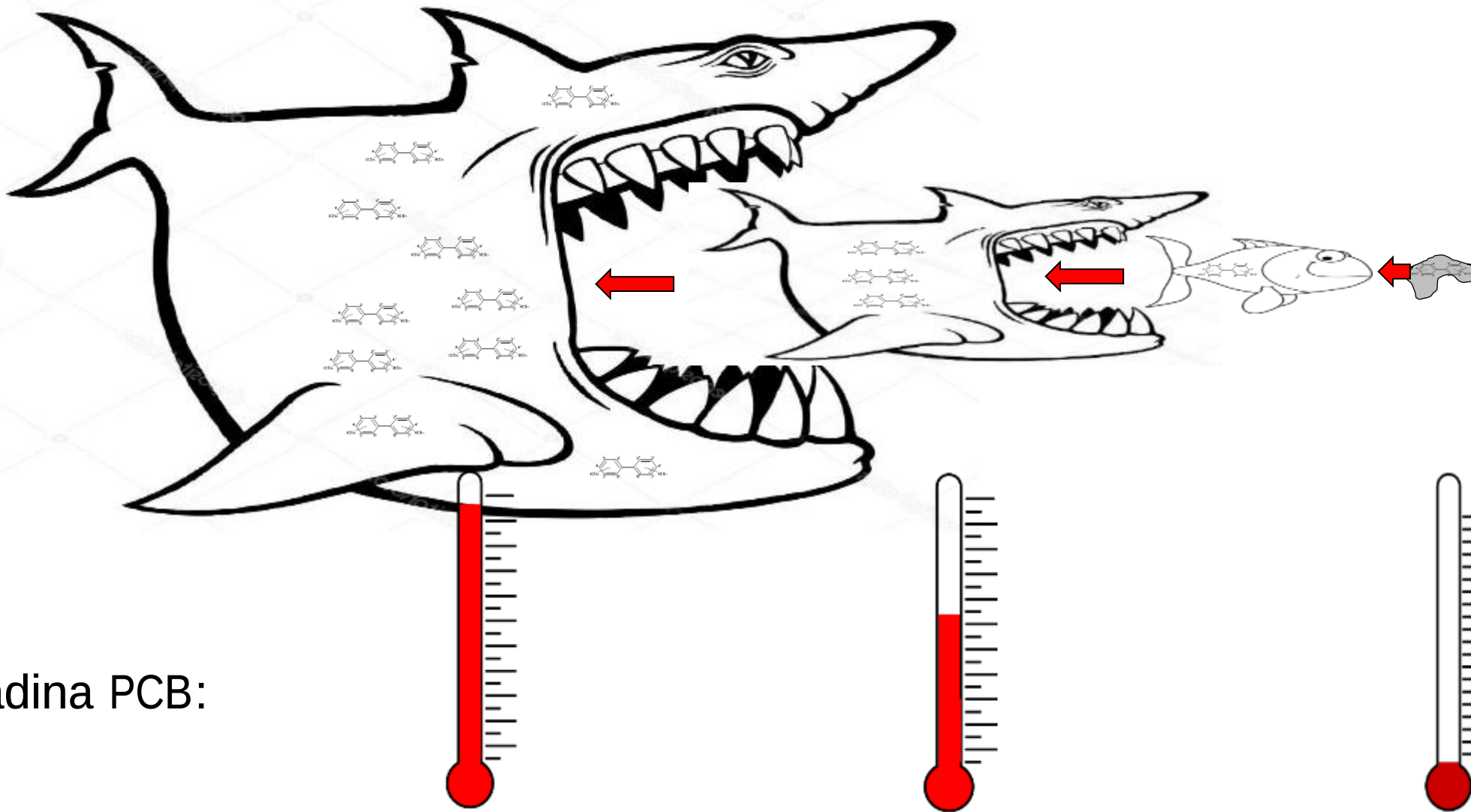


Potravní řetězec ve vodním ekosystému

Pieter Brueghel: Velké ryby
žerou malé ryby



PCB a ryby - biomagnifikace

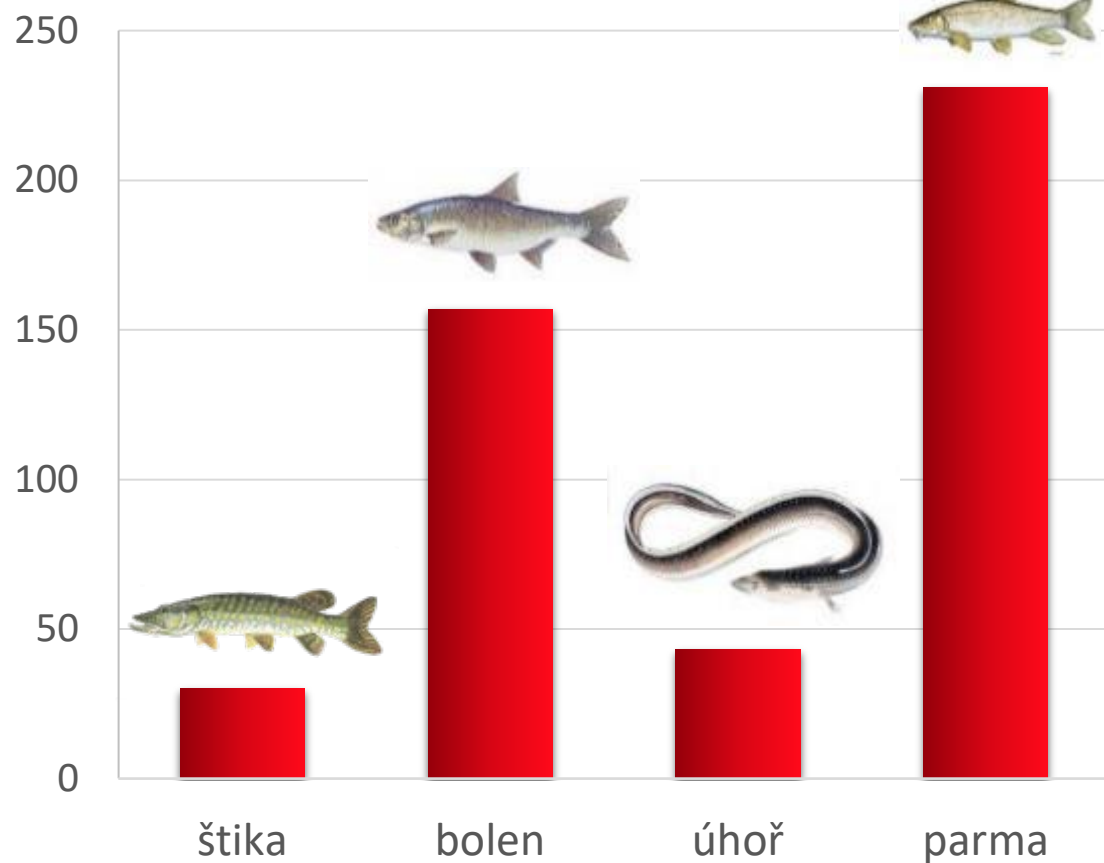


Hladina PCB:

Srovnání kontaminace PCB

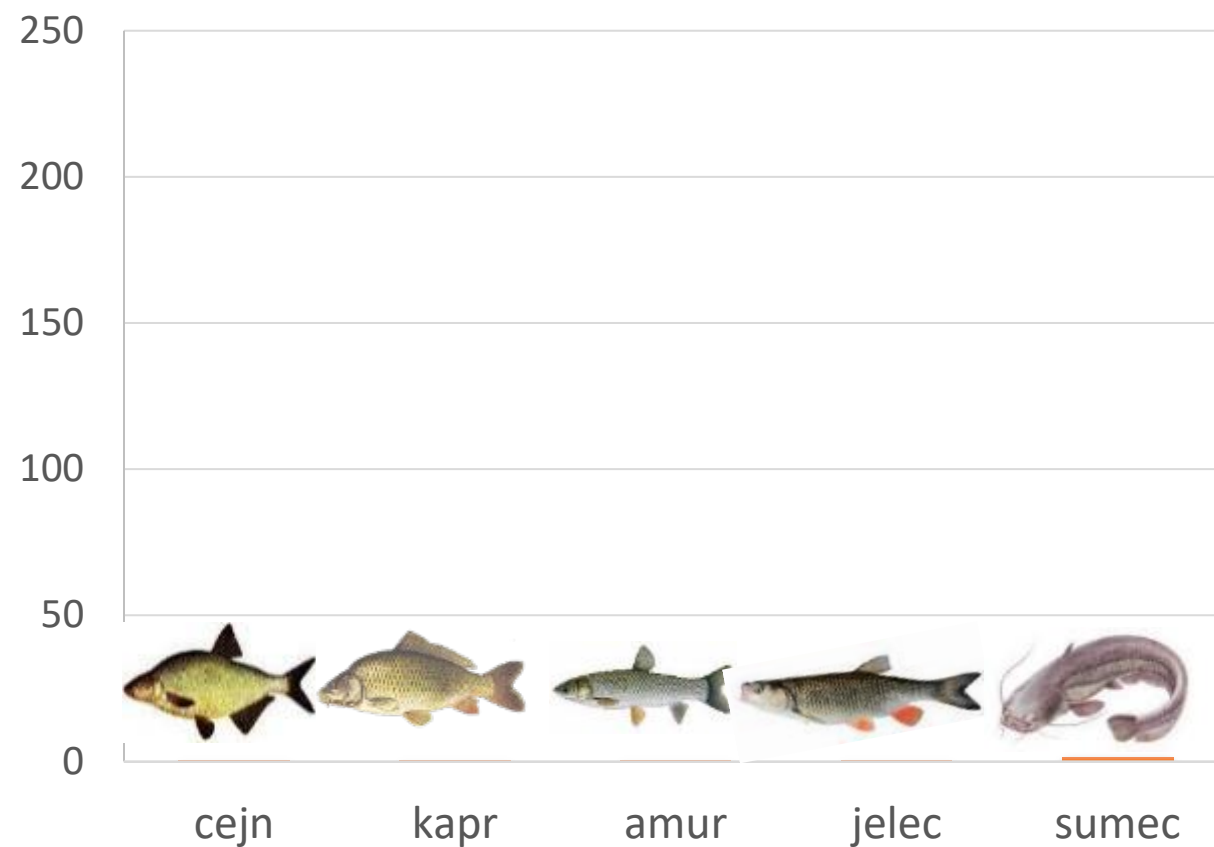
Zemplínska Šírava

Koncentrace v tuku (mg/kg)



Pohořelice

Koncentrace v tuku (mg/kg)



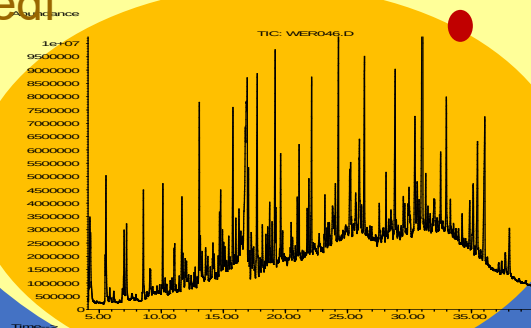
Jaký je stav vod v Evropě dnes?

Chemosféra

70 mil. chemických látek
14 mil komerčně
dostupných
> 100.000 denně
používáno

> 10.000 látek ve
vzorcích životního
prostředí

41 prioritních
znečišťujících
látek
(chemický stav)



Nové „emergentní“ látky

- rozšířeny
- neregulovány
- zřídka monitorovány
- většinou polární
- nízká účinnost odstraňování na ČOV
- směsi
- mohou mít vysokou biologickou aktivitu

Léčiva

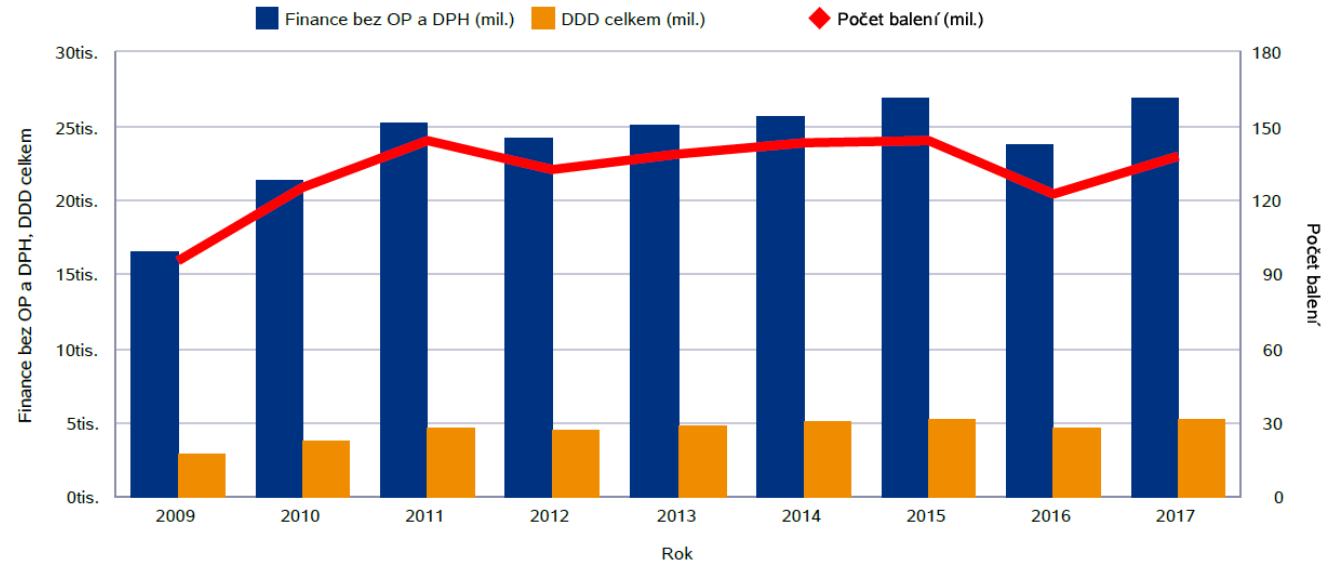
Spotřeba léčiv v ČR v 2017

- Na trhu cca 3000 účinných složek
- 137,87 mil. balení
- 5228 mil. definovaných denních dávek
- 27 miliard Kč bez DPH
 - trávicí trakt a metabolismus – 6 mld. Kč
 - nervový systém – 4.9 mld Kč
 - kardiovaskulární systém – 6 mld. Kč
 - respirační systém – 3 mld. Kč

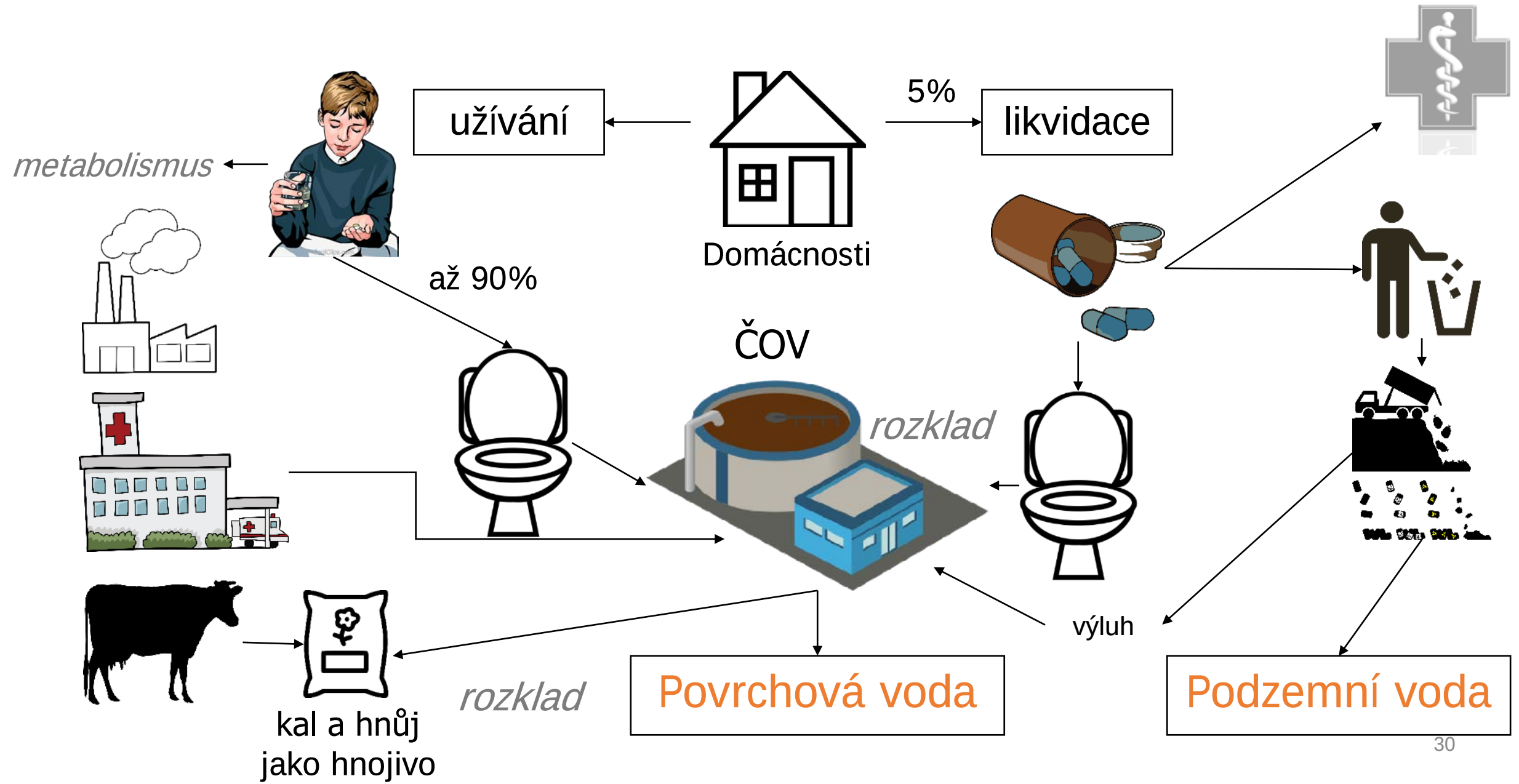
MUNI | RECETOX



Graf RV.1.1 Výdeje z lékáren - základní ukazatele



Léčiva – kde to všechno končí?



Léčiva – kde to všechno končí?

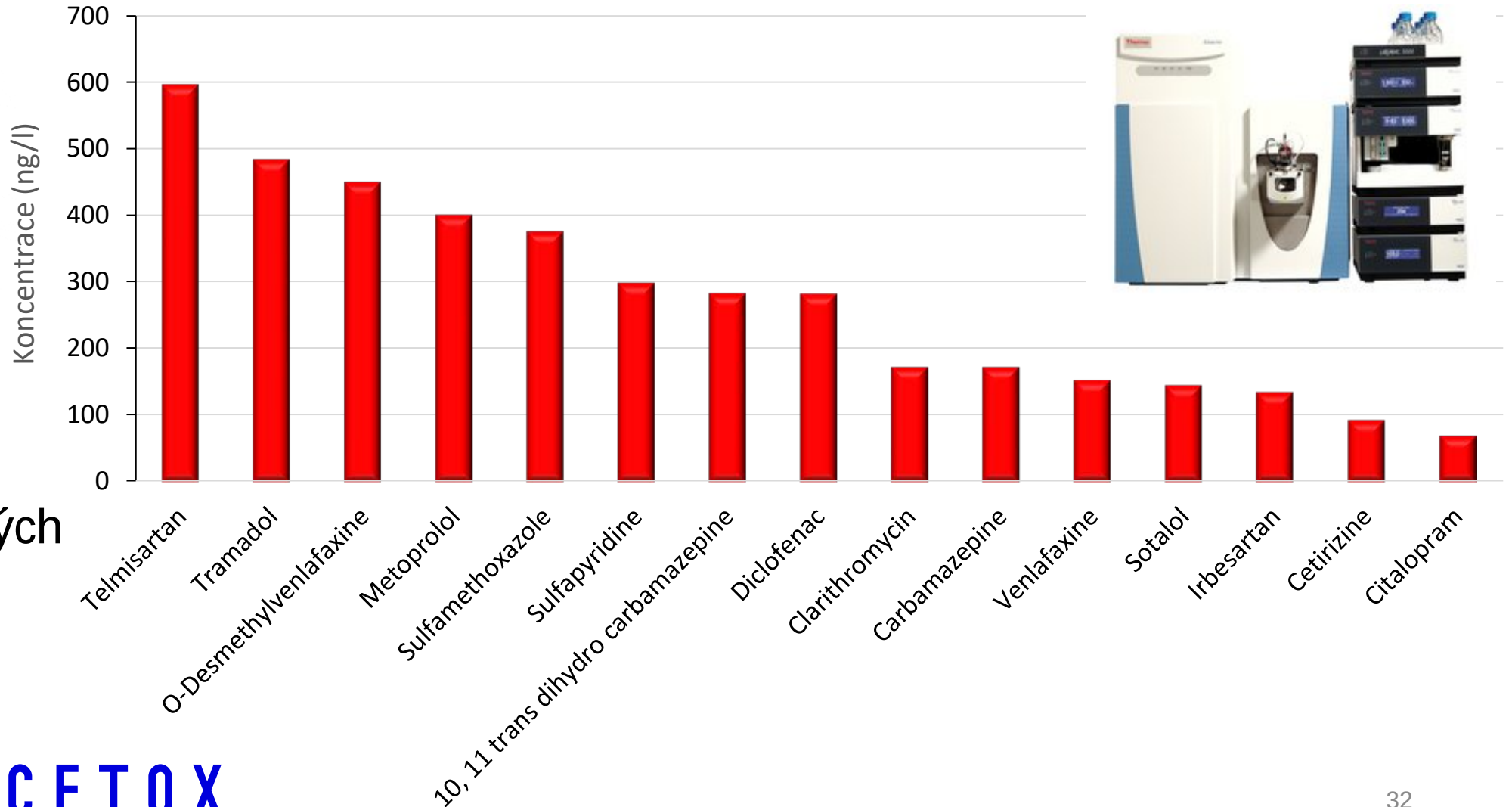


- omezené účinnosti odstranění na ČOV
- sorpce na kal (různé vlastnosti)
- biodegradace na metabolity, nebo až na CO_2
- účinnost odstranění 0 – 100 %
- závisí od struktury látek
- hledají se nové postupy odstranění



Koncentrace léčiv ve vodě na odtoku z ČOV

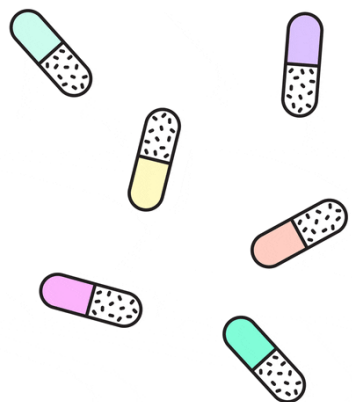
Voda na odtoku ČOV Modřice



asi 100 léčiv
v 14 terapeutických
skupinách

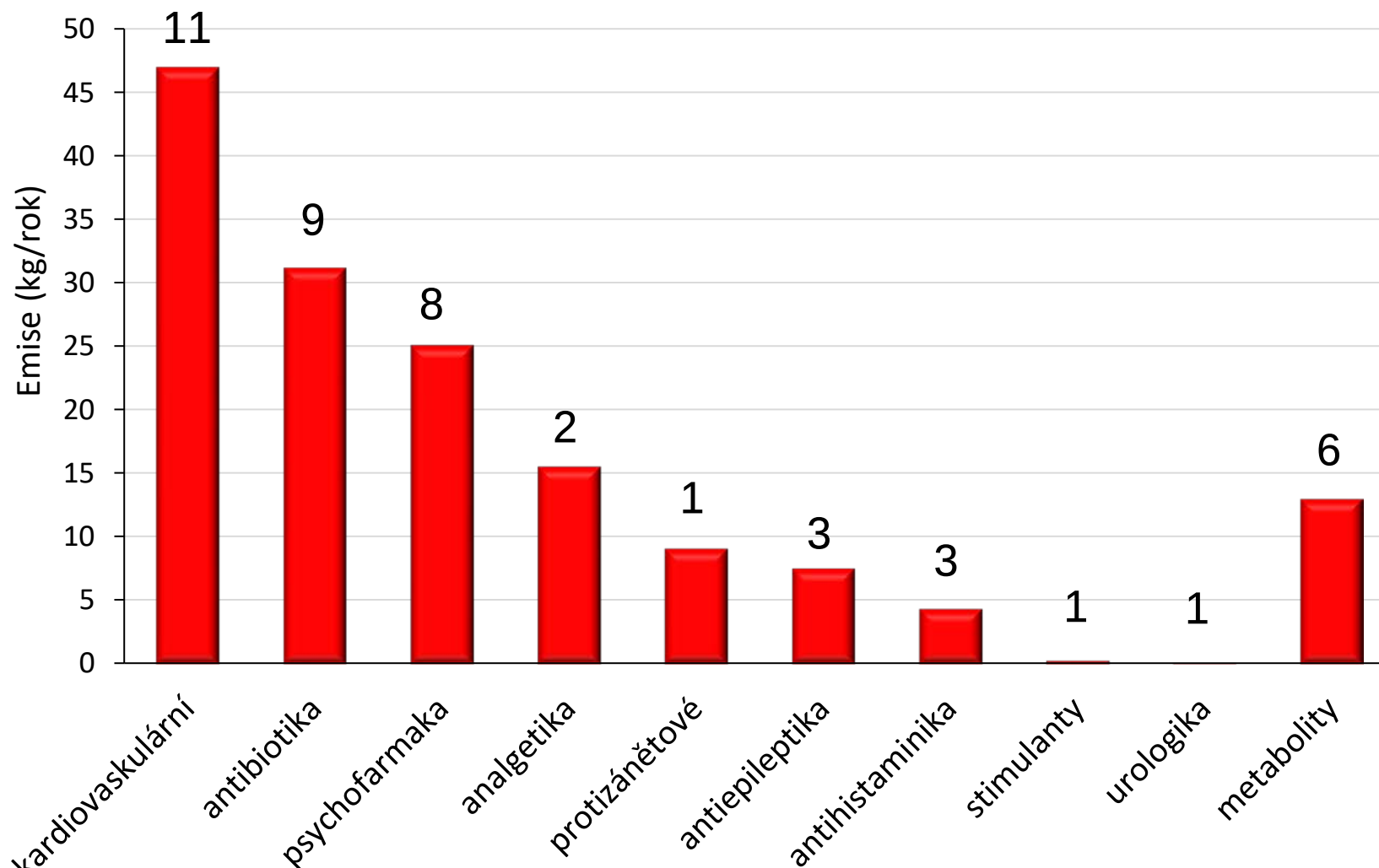
Emise léčiv z komunálních odpadních vod

Odhad roční emise léčiv z odtoku ČOV Brno-Modřice



Měření cca 100 léčiv
v 14 terapeutických
skupinách

cca 153 kg/rok



Léčiva a znečištění vod

Koncentrace v řekách závisí od účinnosti odstranění na ČOV a ředícího poměru



ČOV Brno: 378 000 obyvatel
Emise 0.4 kg/den – 153 kg/rok
Průtok na ČOV: 1.0 m³/s
Řeka Svatka: 7.68 m³/s



ČOV Košice: 225 000 obyvatel
Emise 5.2 kg/den – 1900 kg/rok
Průtok na ČOV: 0.7 m³/s
Řeka Hornád: 22 m³/s

Zdroj: STU Bratislava



ČOV Bratislava: 500 000 obyvatel
Emise ?
Průtok na ČOV: 1.2 m³/s
Dunaj: 2 025 m³/s

Léčiva a znečištění vod - účinky

biologické účinky při
nízkých koncentracích

persistence nebo
pseudo - persistence

chronická expozice

účinek směsí látek



antibiotická rezistence

endokrinní disruptory

poškození ekosystému

Endokrinní disruptory - EDC

• Jaké jsou následky disrupce?

- Neschopnost udržet homeostázu
- Narušení růstu & vývoje
- Narušení odpovědi na vnější impulsy
- Změny chování
- Potlačená gametogeneze
- Embryonální malformace
- Zvýšená neoplasie nebo karcinogeneze



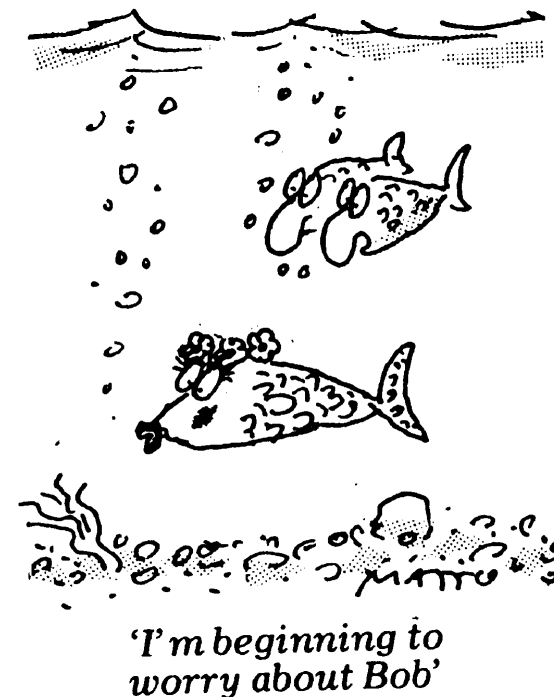
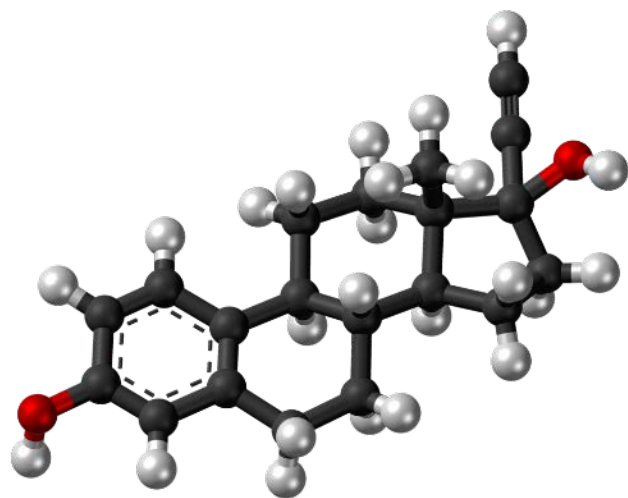
Které látky mohou být EDC?

- Farmaceutika (antikoncepce, léky,...)
- Antibiotika
- Produkty rozkladu detergentů
- Pesticidy (herbicidy, insecticidy, fungicidy...)
- Změkčovače plastů
- Rostlinné metabolity
- Chemikálie z vaření & hoření
- Kovy



Důvod intersexuality v rybách?

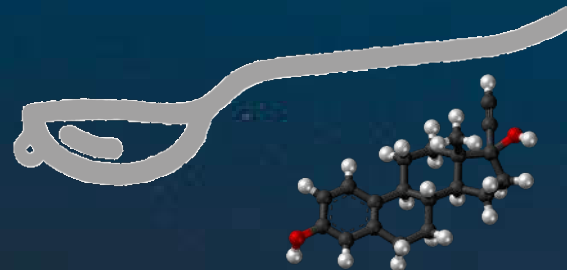
- Samci ryb jsou 'feminizováni' estrogenními látkami
- Mnoho látek s estrogenní aktivitou je přítomno ve výpustích ČOV a tak uvolňováno do řek
- **Steroidní estrogeny**, jak přírodní (např. estradiol, estrone), tak syntetické (např. **ethynylestradiol- EE2**) jsou pravděpodobně hlavní příčinou



Jak účinný je syntetický estrogen EE2?

1 g = 1000 mg
1 mg = 1000 µg
1 µg = 1000 ng
1 ng = 1000 pg

návrh NEK = 35 pg/l = $3,5 \times 10^{-11}$ g/l = 0,0000000000035 g/l



A man wearing a green rain suit, a dark cap, and glasses is crouching on a dark, wet rock at the edge of a river. He is holding a black electronic device in his right hand, which is connected by a black cable to a coiled black cable with a blue tip, which is submerged in the water. The river is calm with some ripples. In the background, there is a concrete structure on the right and a line of trees on the left under an overcast sky.

Děkuji za Vaši
pozornost!

RECETOX
Přírodovědecká fakulta
Masarykova univerzita
Brno, Česká republika

