

# Změna klimatu z pohledu vodstva: Všechno pro ryby?

DI Dr. Florian Borgwardt (Pletterbauer)

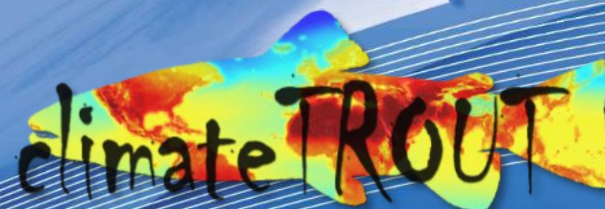
---

**Let's make it visible - Digital Water Management Dyje**

12. září 2019

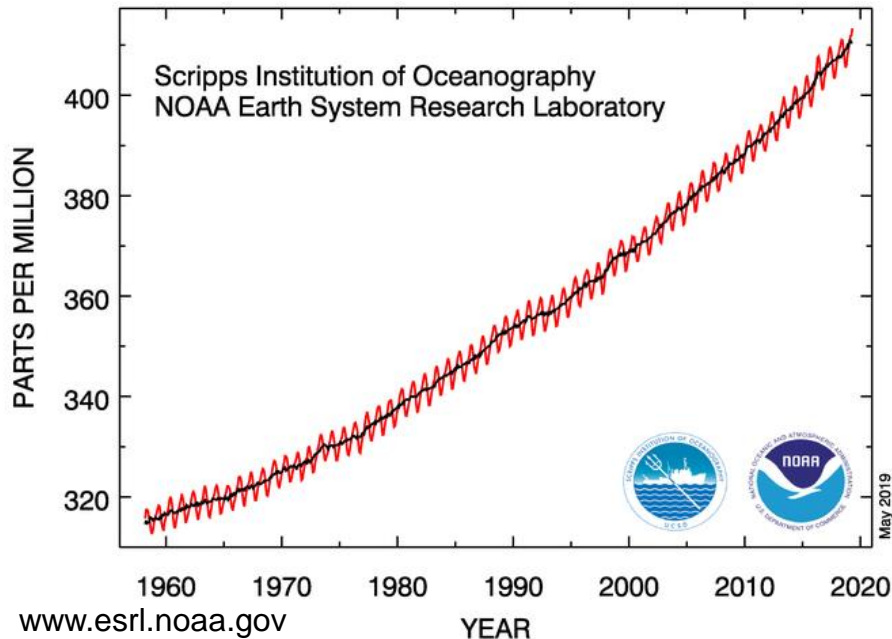
Poštorná/Reintal - CZE

---

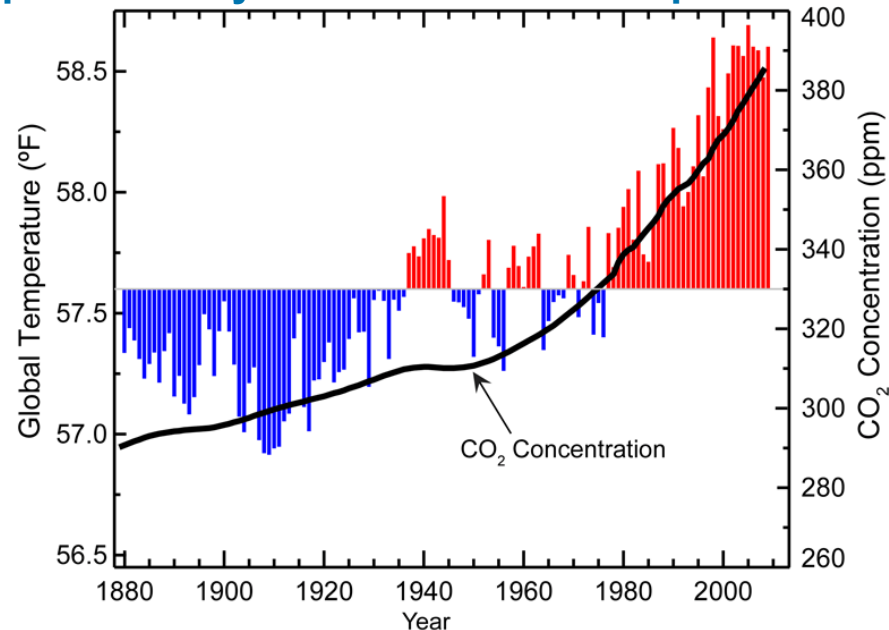


- ▷ Úvod - klimatické změny, teplota vody & její ekologická úloha
  
- ▷ Co se při klimatických změnách skutečně mění v tocích?
  
- ▷ Jaké změny to znamená pro ryby?
  
  
- ▷ Diskuze

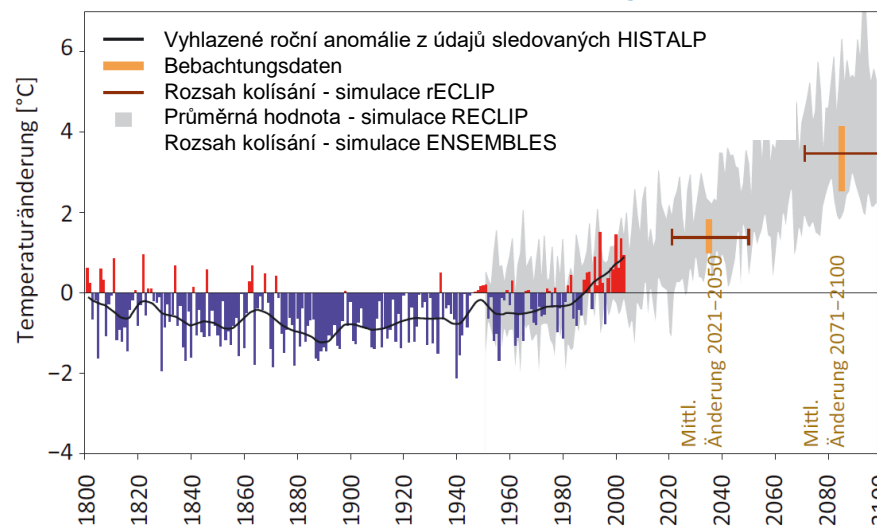
## CO<sub>2</sub> v ovzduší sopky Mauna Loa



## Teplotní odchylka od dlouholetého průměru



## Změna prům. roční teploty v Rakousku



Department Wasser-Atmosphäre-Umwelt | In





# Die große Hitze

St. Pölten, am 18. August 2015



**38°, 3 Wochen Tropenhitze, Algenteppiche und Gewässerverunreinigungen** haben viele Gewässer in Niederösterreich und seine Bewohner im Juli/August 2015 schwer in Mitleidenschaft gezogen. Wir ziehen ein Resümee nach den Ereignissen und man kann sagen: Die Fischerei sieht sich allgemein mit schwierigen Situationen konfrontiert. Auch wenn man kaum etwas gegen Dürre oder Flut tun kann. Zumindest bei Dürre kann etwas von menschlicher Seite getan werden. Zum Beispiel mehr Wasser durch freiwillige Erhöhung der Restwassermenge durch Kraftwerksbetreiber.

Es ist der **4. August 2015, 08.00 Uhr** und unser Landesfischereimeister Karl Gravogl hatte bereits beim Eintreffen im Verbandslokal in St. Pölten einige Anrufe mit besorgten Fischereiausübungsberechtigten absolviert, die im Angesicht der prophezeiten Hitzewelle ernsthafte Probleme durch Fischsterben an der Traisen und Pielach befürchteten und sich an den NÖ Landesfischereiverband wandten.

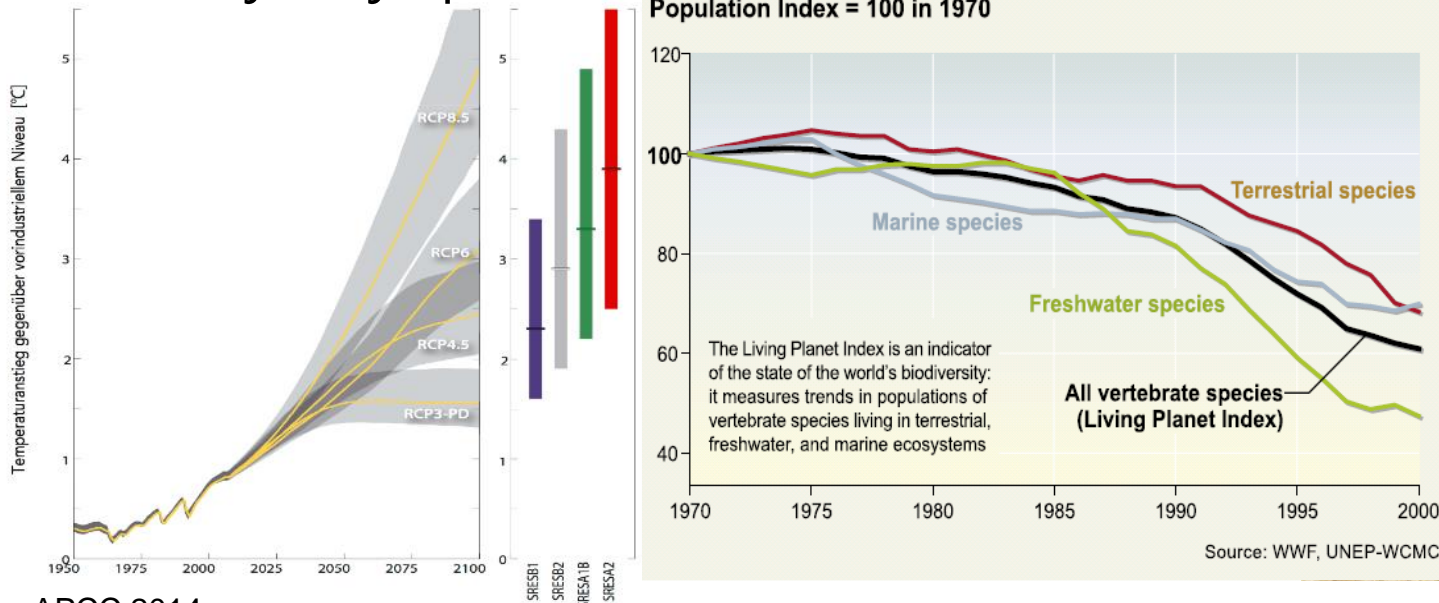
Der NÖ LFV hat daraufhin versucht im Einvernehmen mit den Kraftwerksbetreibern an der Traisen (Unterlauf), Gölsen bei St. Veit und Pielach eine kurzfristige Lösung zu finden, welche zum Glück auch gelang. Es wurden seitens der Betreiber Erhöhungen der Restwassermenge zugesichert und dies konnte schlimmeres verhindern.

Leider gab es im Juli und August trotz allen Bemühungen einige Fischsterben durch die Hitzewelle (Siehe Fotostrecke). **Manchmal sagen jedoch Bilder mehr als Worte.**



▷ Sladká voda: 0,8 % zemského povrchu **ALE** > 10 % živočišných druhů

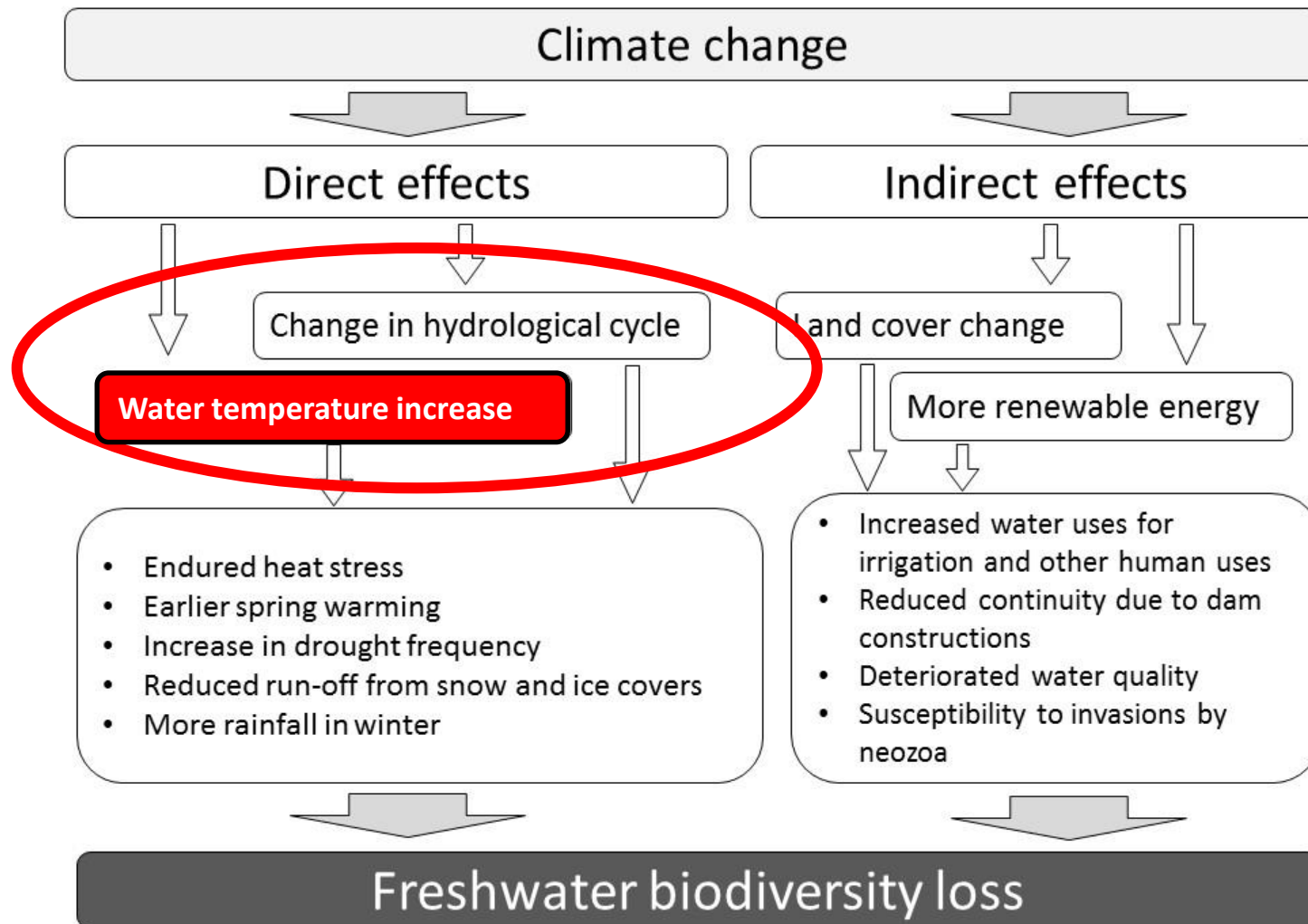
▷ Nejsilnější pokles biodiverzity (mořská vs. nozemní vs. sladkovodní.)



APCC 2014

**Nutné přesné pochopení prostorových & časových vzorců, aby bylo možné realizovat opatření na ochranu a přizpůsobení**

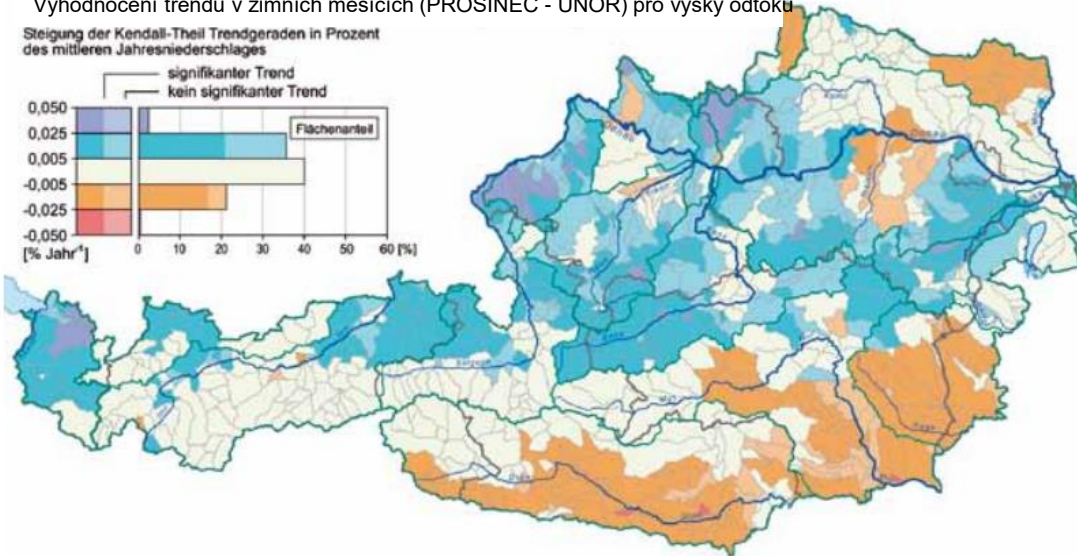
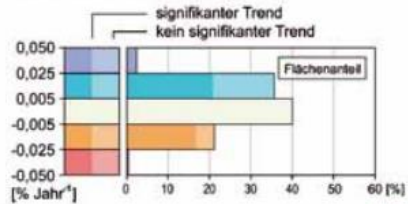




Borgwardt et al. 2018

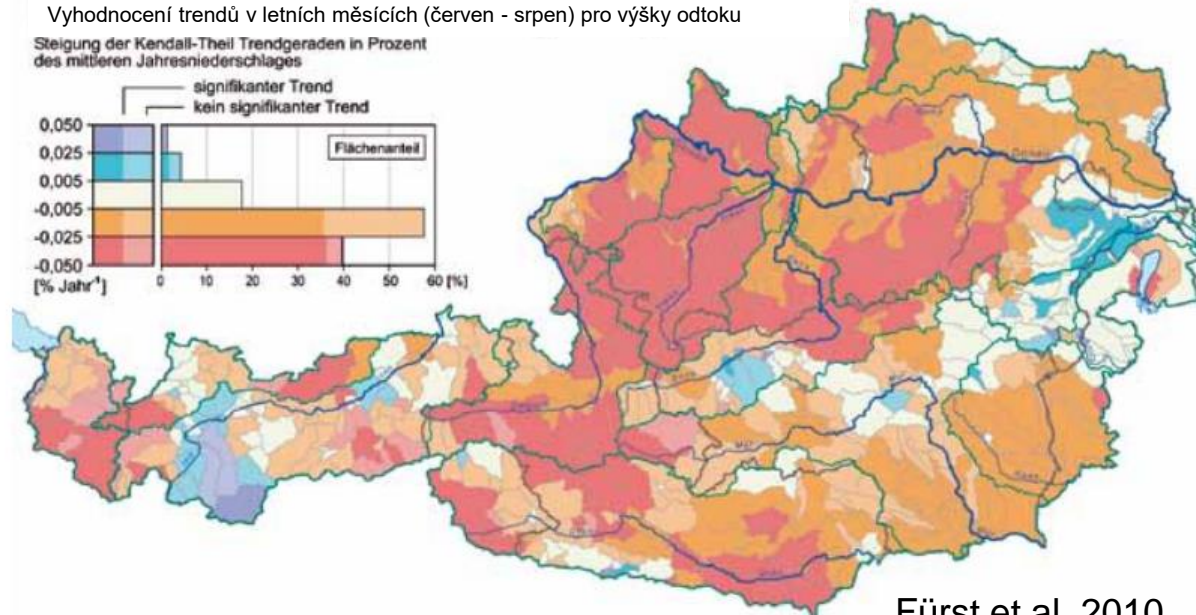
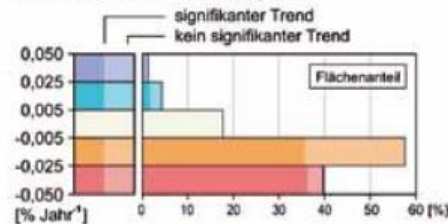
Vyhodnocení trendů v zimních měsících (PROSINEC - ÚNOR) pro výšky odtoku

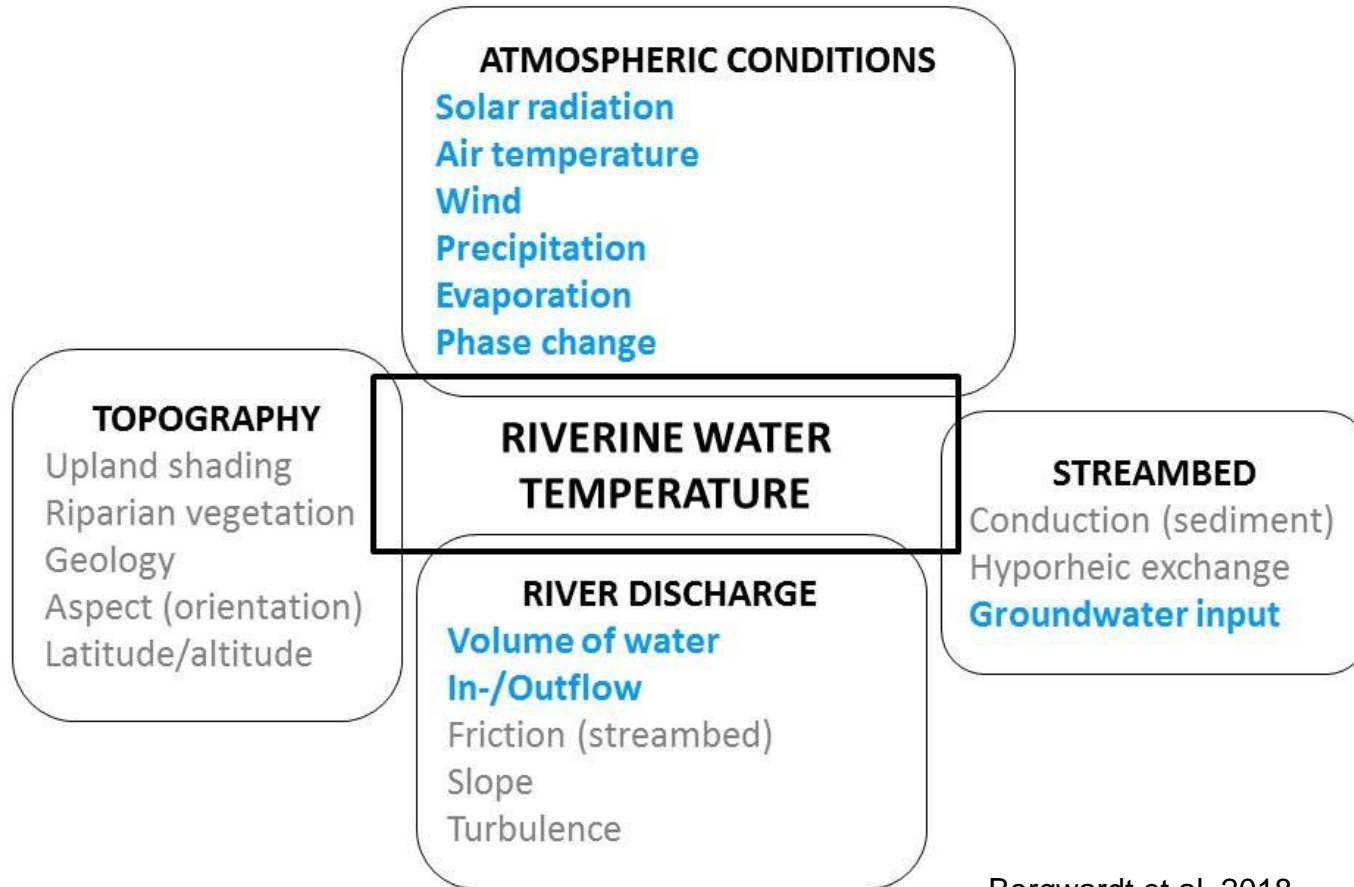
Steigung der Kendall-Theil Trendgeraden in Prozent des mittleren Jahresniederschlages



Vyhodnocení trendů v letních měsících (červen - srpen) pro výšky odtoku

Steigung der Kendall-Theil Trendgeraden in Prozent des mittleren Jahresniederschlages

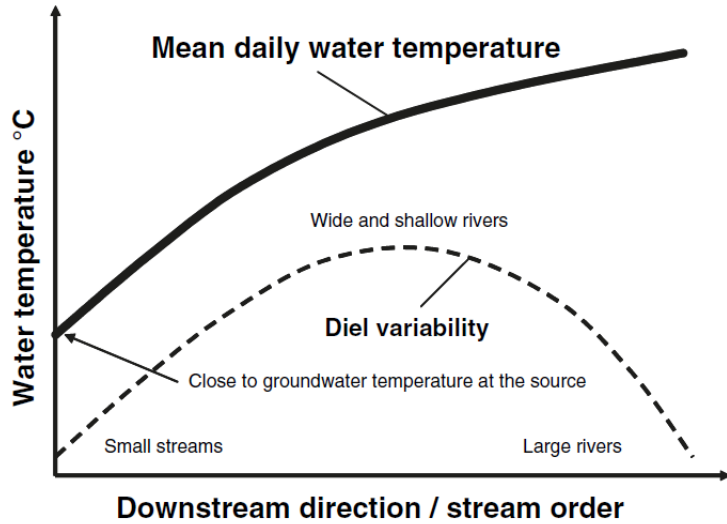




Borgwardt et al. 2018

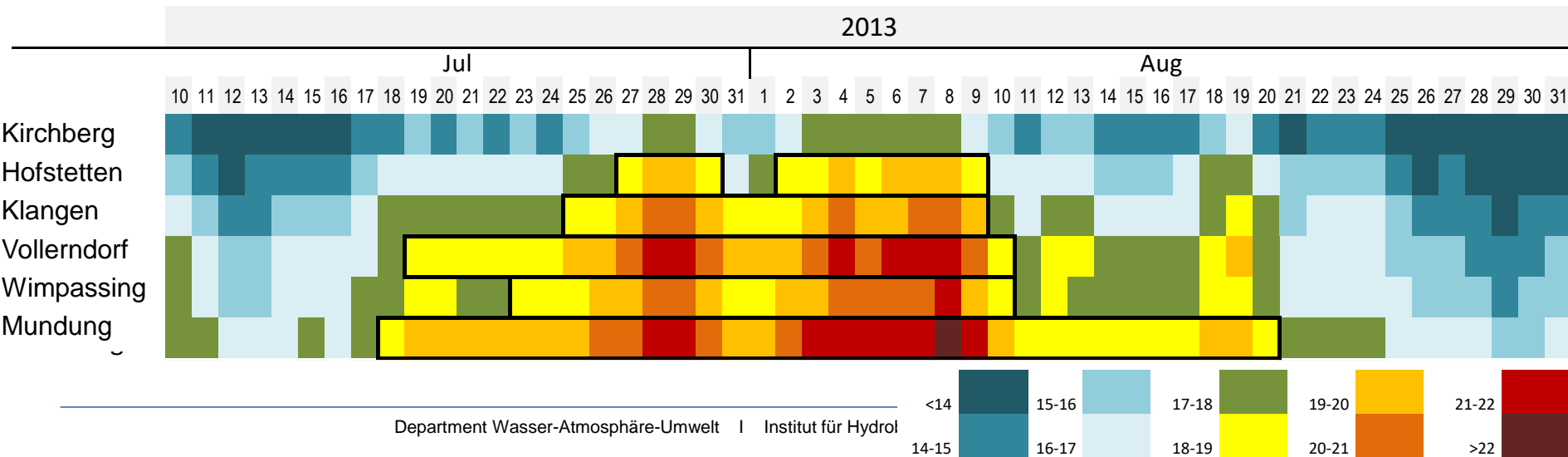
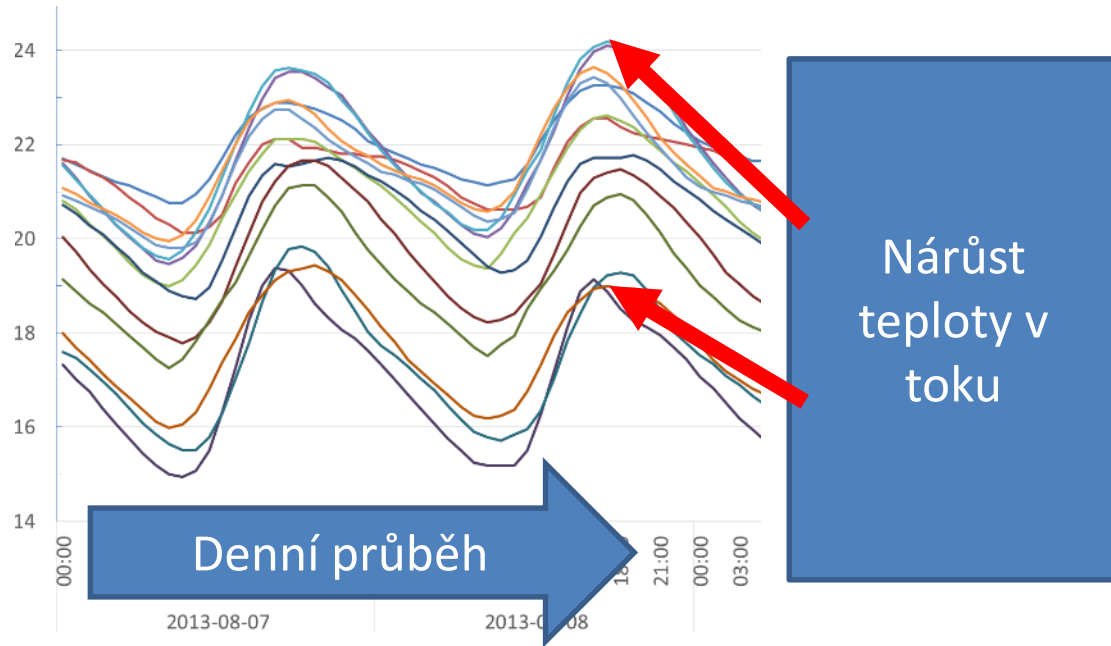


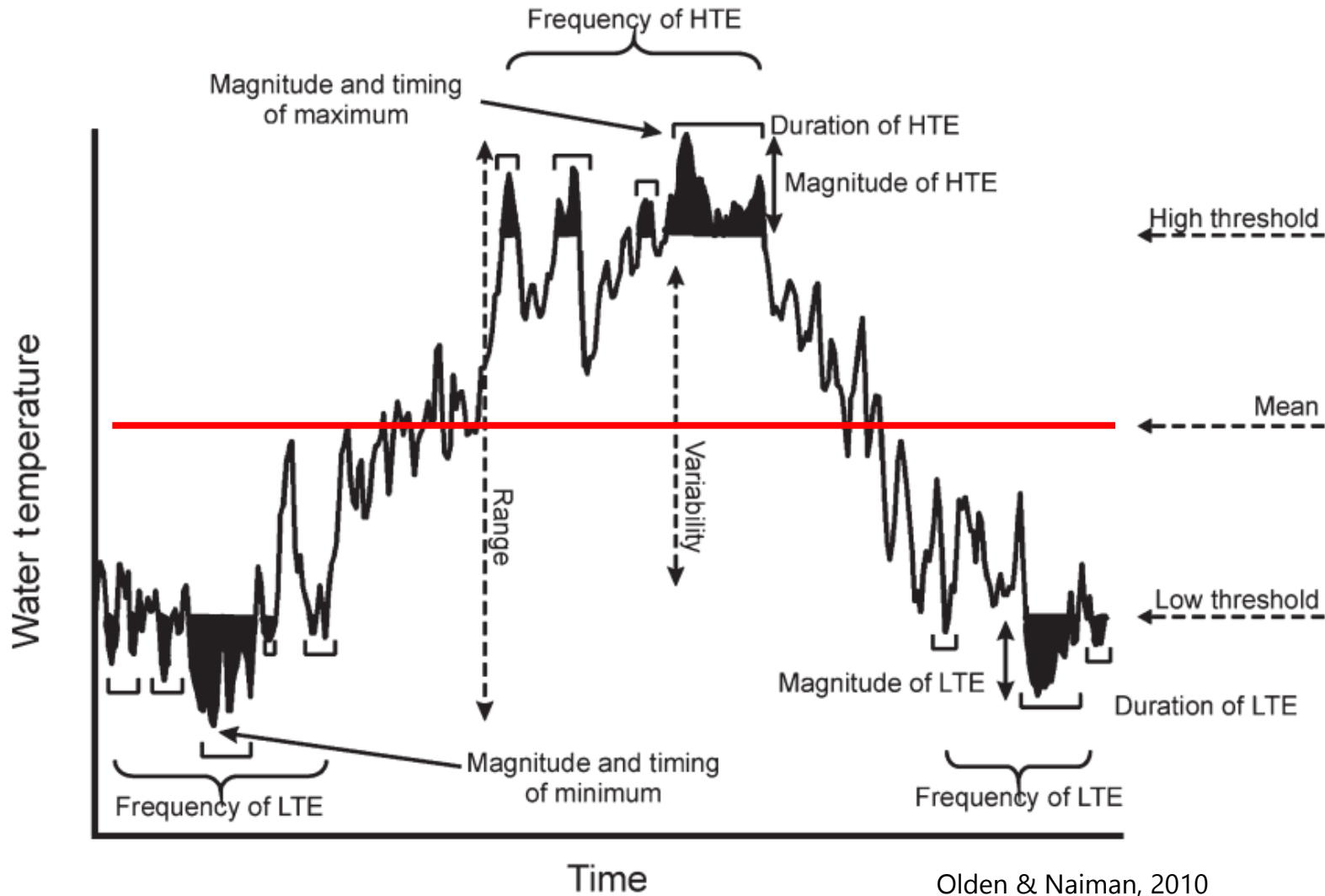
## ▷ Ohřívání v toku



Caissie 2006

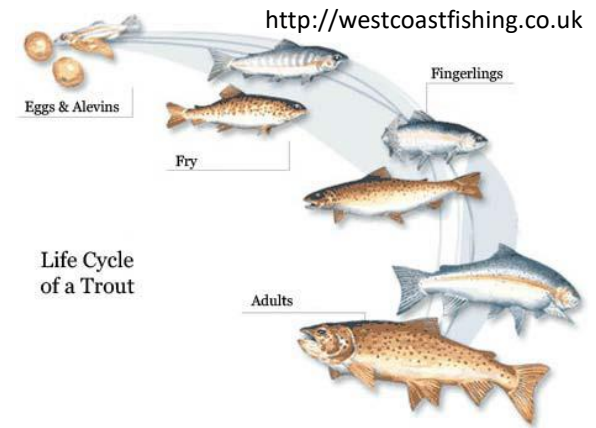
## ▷ Různá denní kolísání





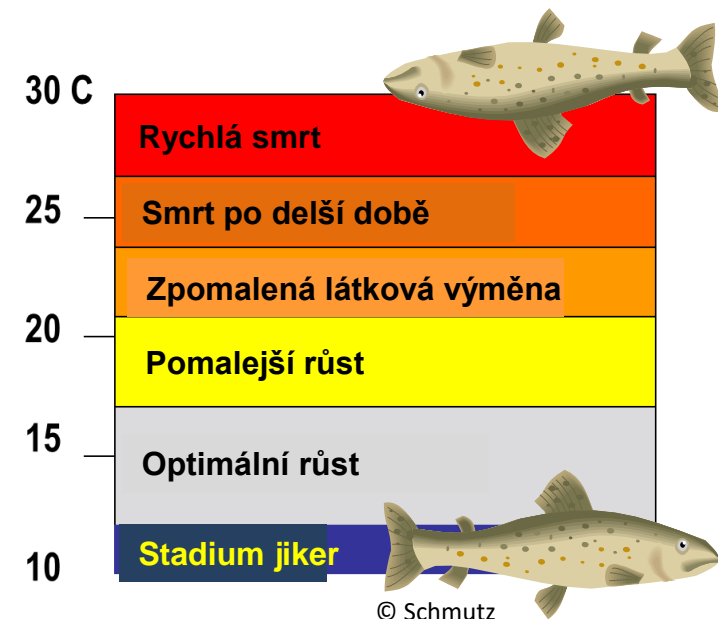
Olden & Naiman, 2010

- ▷ Ryby jsou **studenokrevné** organismy → Teplota je rozhodující parametr životního prostředí,
- ▷ ovlivňuje všechny biochemické a fyziologické aktivity ryb



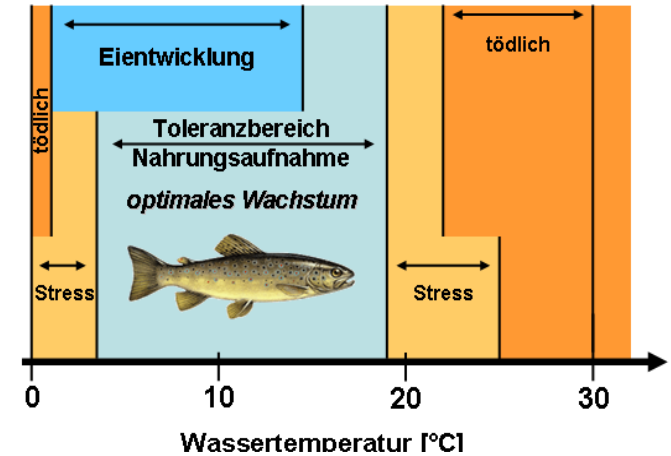
## 5násobný efekt teploty (Fry 1971):

- 1) Letální faktor
- 2) Kontrolující faktor (např. látková výměna)
- 3) Limitující faktor (např. odvod látek)
- 4) Maskující faktor (vliv na jiné funkce)
- 5) Řídící faktor ( pryč od míst s vysokou teplotou)

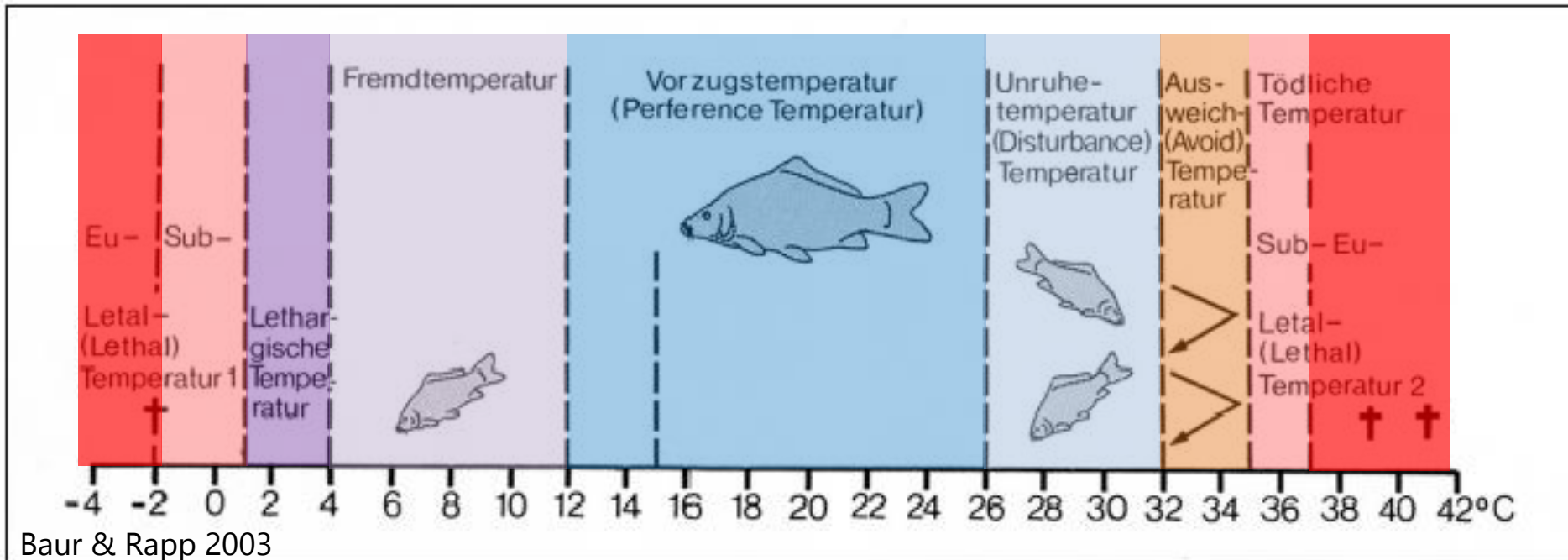


▷ Rozhodující „**využitelný**“ rozsah teploty je definován:

- dlouhodobým přežitím
- příjmem potravy
- rozmnožováním
- odolností vůči nemocem/parazitům
- konkurencí
- únikem

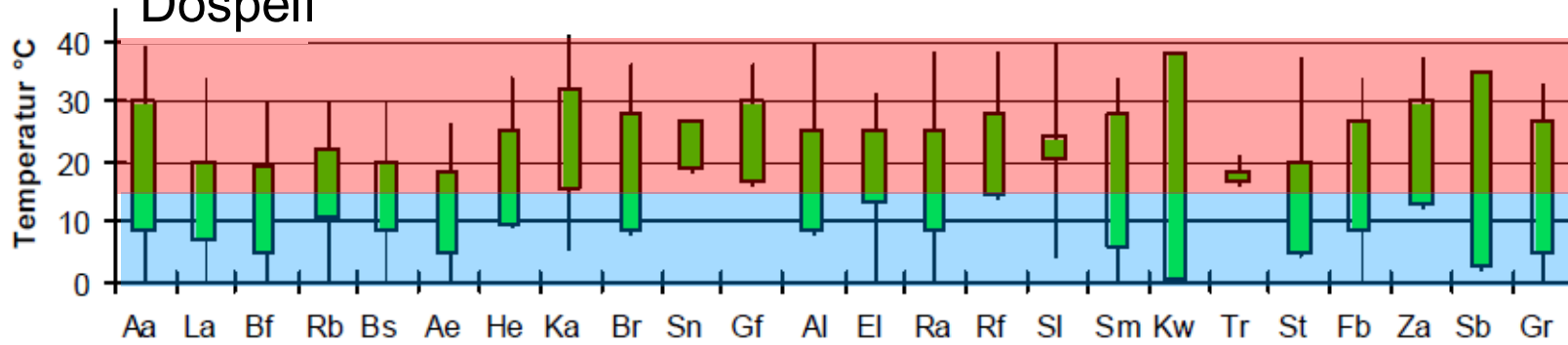


Melcher et al. 2009 after Elliott 1981



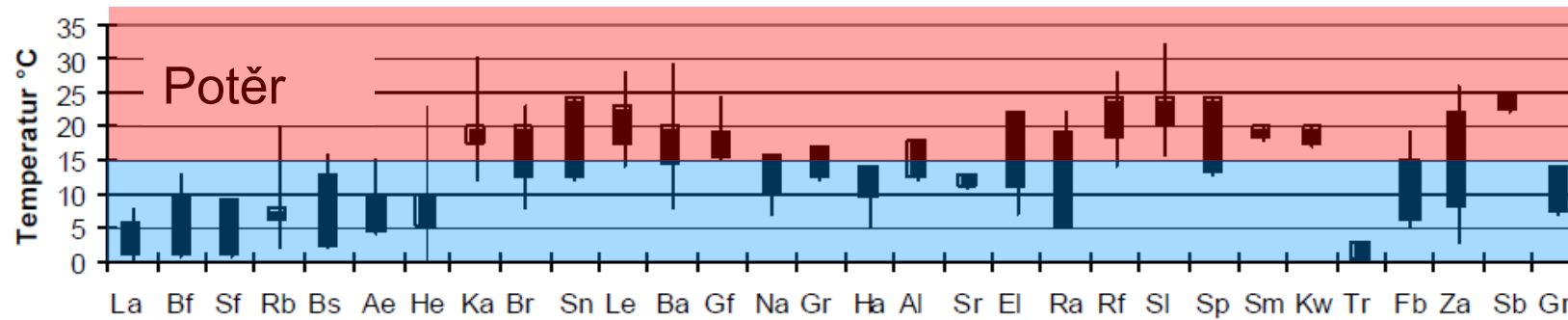


## Dospělí

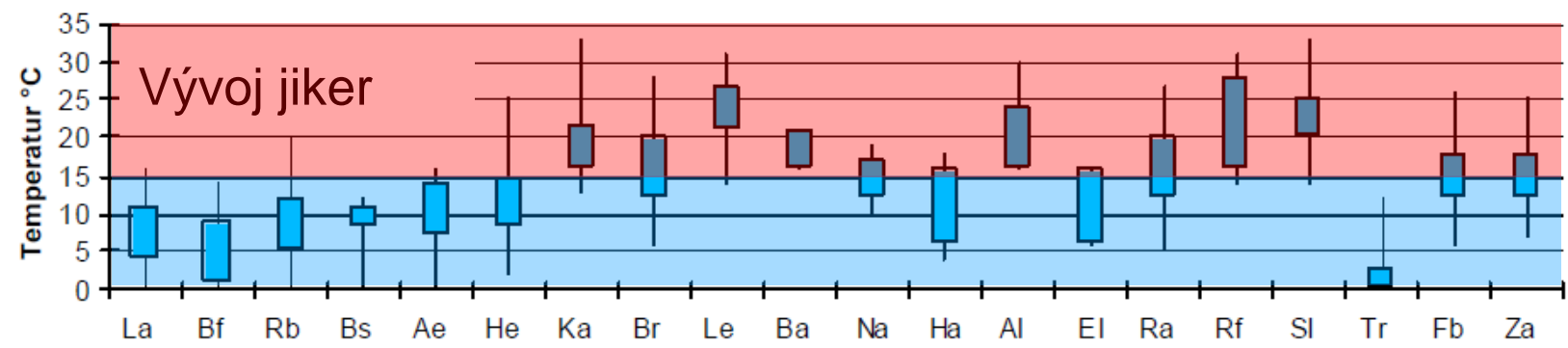


Teplota

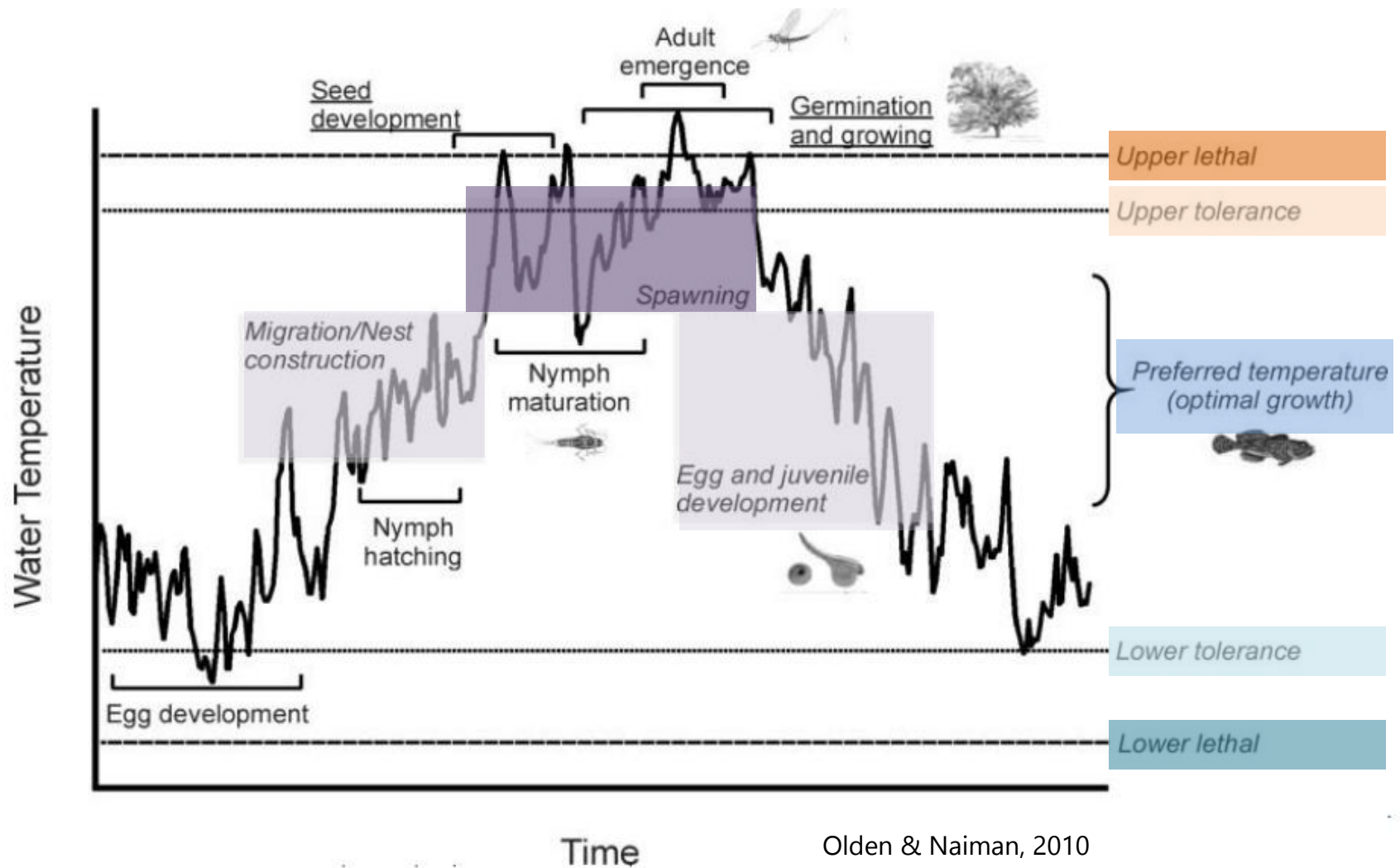
## Potěr



## Vývoj jiker



# INTRO: TEPLOTA VODY & BIOTA

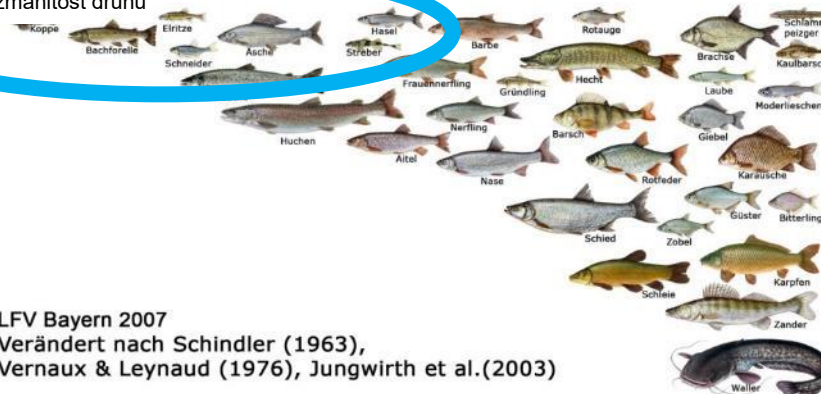


Morfologie



spád	> 3 ‰	> 1 ‰	> 0,7 ‰	> 0,3 ‰
Teplota	at ● < 18°C	● < 20°C	<b>Teplota</b> ● < 22°C	● < 24°C
Střední šířka	< 10 m - 15 m	< 40 m - 70 m	< 70 m - 200 m	< 200 m - 600 m
Vzdálenost ke zdroji	< 40 km	< 100 km	< 300 km	< 600 km
Sediment Korngröße				
Splaveniny a štěrky	Splaveniny a štěrky	Štěrky	Štěrky a písek	Písek a jíl

Rozmanitost druhů



## Tolerance teploty

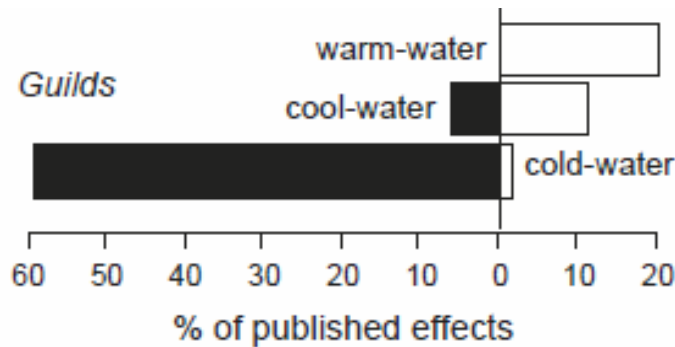
**oligo-stenotermní:** omezení na úzký studený rozsah teplot  
**meso-eurytermní:** přizpůsobení na střední rozsah teplot

## Potřeba kyslíku

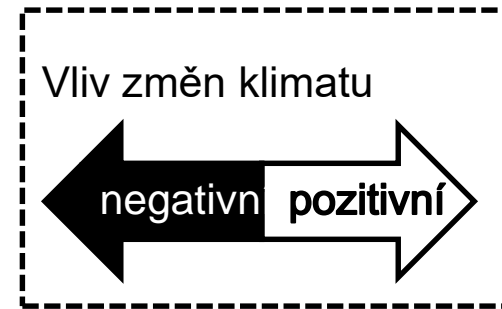
**stenoxybiont:** vysoký obsah O<sub>2</sub> (lososovití, zástupci potočních organismů)  
**euroxybiont:** kolísání kyslíku/deficity O<sub>2</sub> se tolerují

## Studená vs. chladná- vs. teplá voda

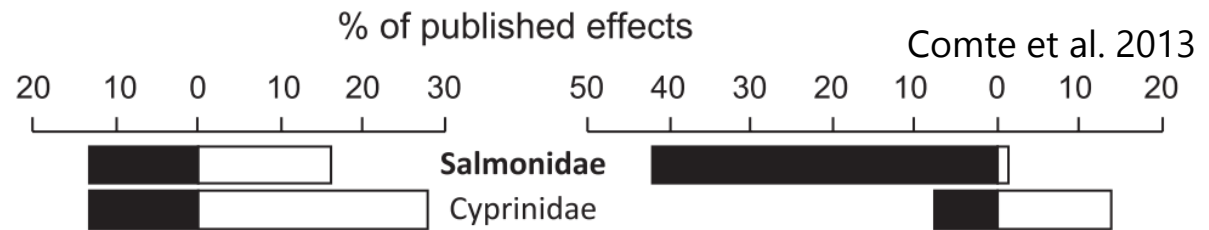
Druhy (Magnuson et al.1978)



Comte et al. 2013



## Lososovití vs. kaprovití



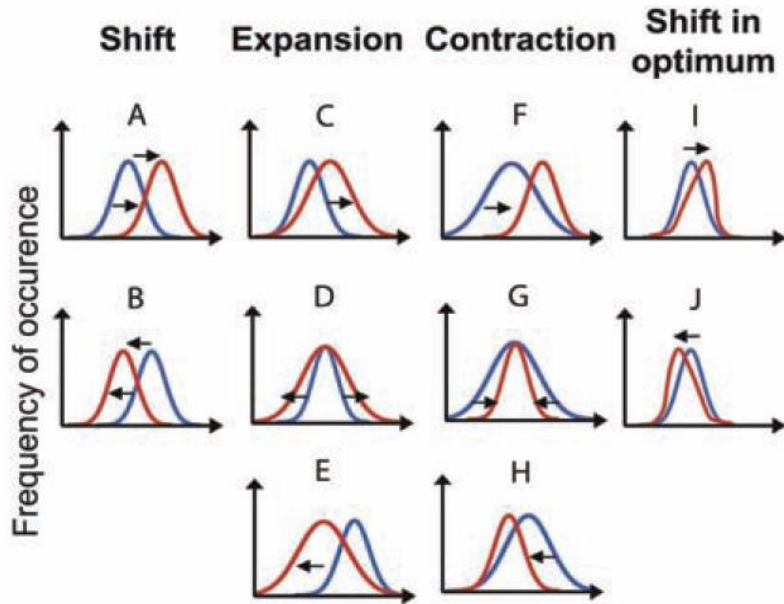
Comte et al. 2013

**sledováno**

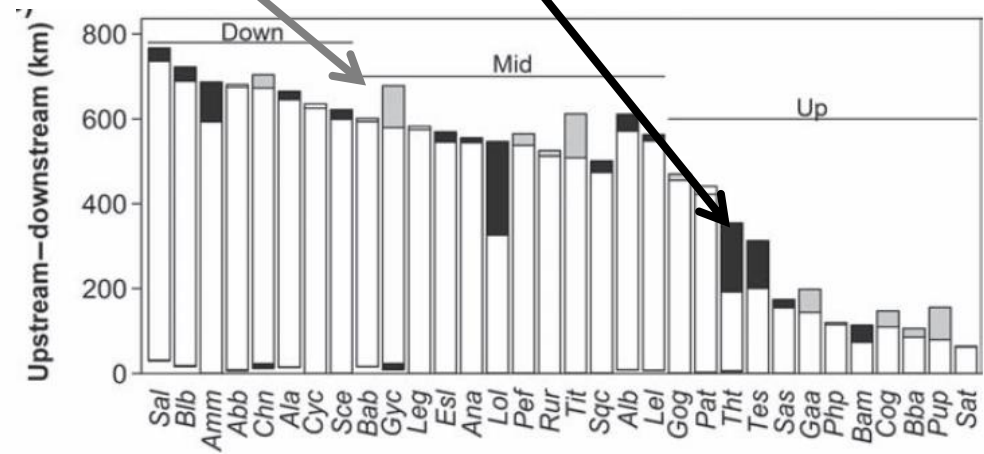
**předpovídáno**



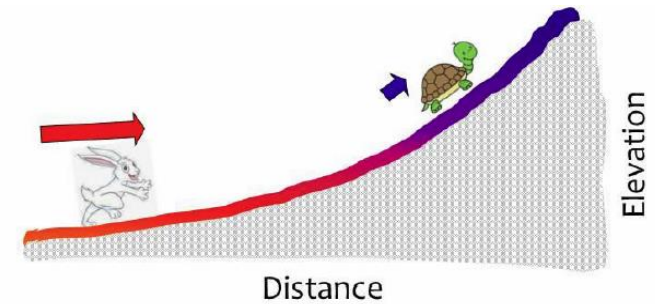
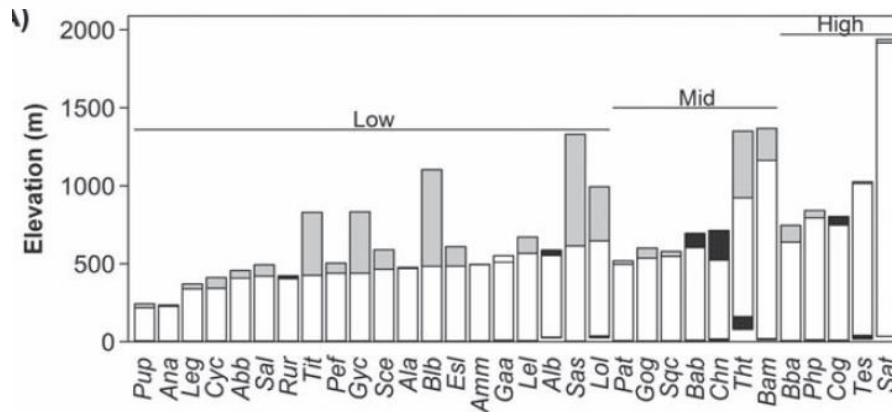
## Posun řek → Posun nadmořské výšky



expansion vs. contraction



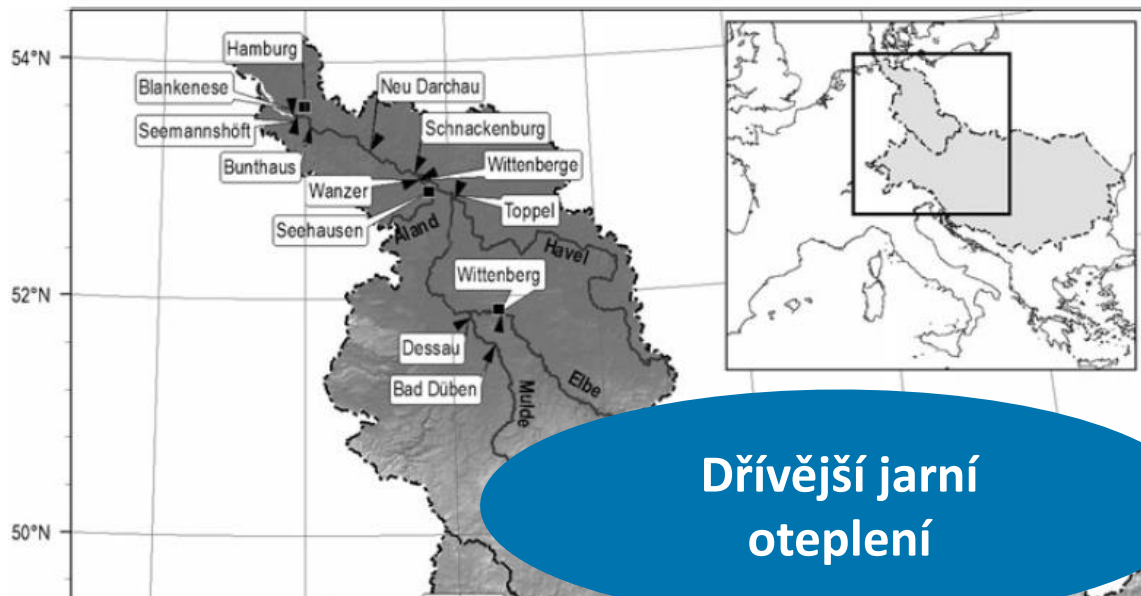
Comte&Grenouillet 2013



Jaké změny vyvolané změnami klimatu lze v  
tocích skutečně zjistit?

## Dunaj a Labe (1981-2008)

- ▷ Nárůst o 0,05 ° C za rok v období po r. 1980
- ▷ Sezónní posuvy
- ▷ Nárůst dnů >25° C



W1: 1981-1994

W2: 1995-2008

Basin	Location	No. peaks >20 °C	Start of period	Více teplých dnů			Dřívější jarní oteplení		
				W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	<i>p</i>	W <sub>1</sub> (DOY)	W <sub>2</sub> (DOY)	<i>p</i>
Elbe	Blankenese	1980–09	0–26.5	644	923	0.009	133	126	0.062
Elbe	Seemannshöft	1965–09	0–26.5	640	889	0.002	134	126	0.033
Elbe	Schnackenburg	1980–09	0–27.1	687	817	0.124	132	127	0.168
Danube	Straubing	1981–09	0–27.0	283	628	0.003	142	130	0.041
Danube	Linz	1951–08	0–22.0	43	63	0.594	155	147	0.272

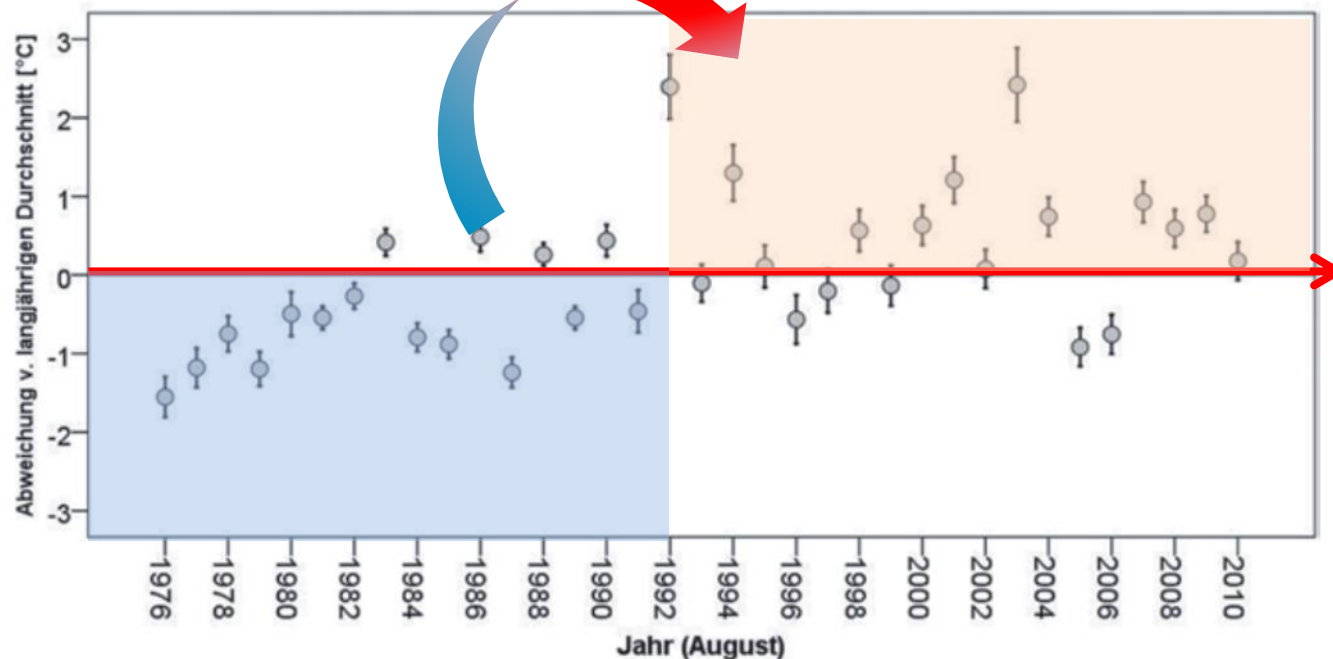
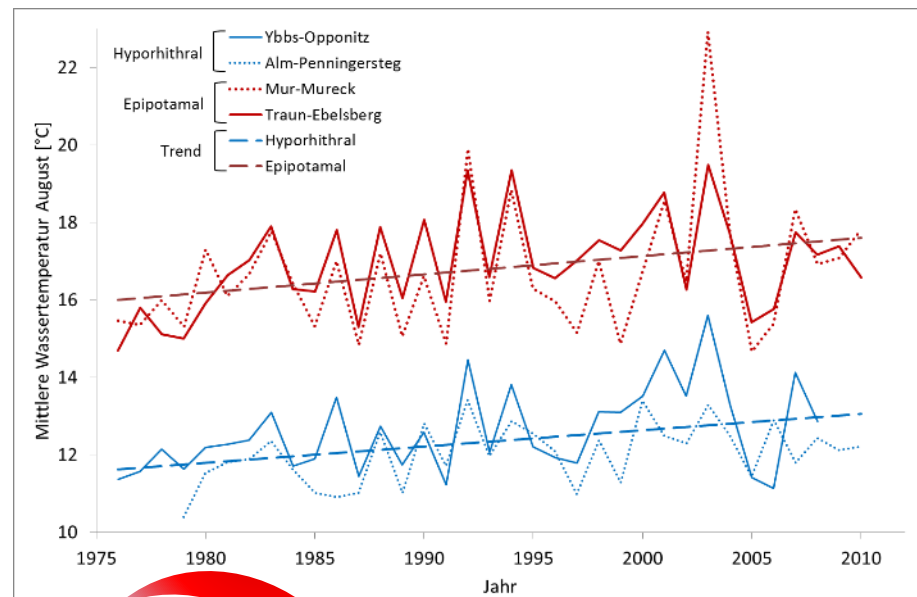
*p* is the probability of the *t* statistics comparing values for W<sub>1</sub> and W<sub>2</sub> while *DOY* denotes the day-of-year number

Sledování teploty vody na vodočtech v Rakousku 1976-2010

Měřitelný nárůst teploty v rakouských vodách:

~2,5° C za 30 let

Vyšší letní teploty

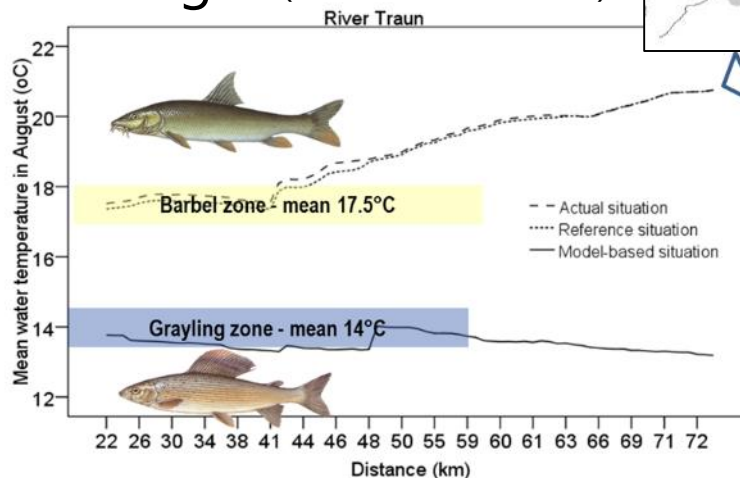
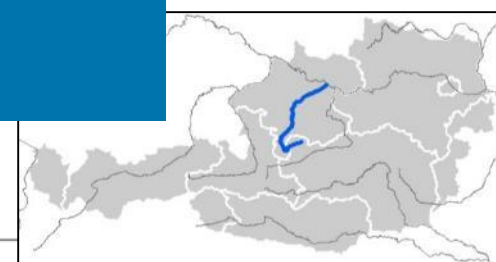




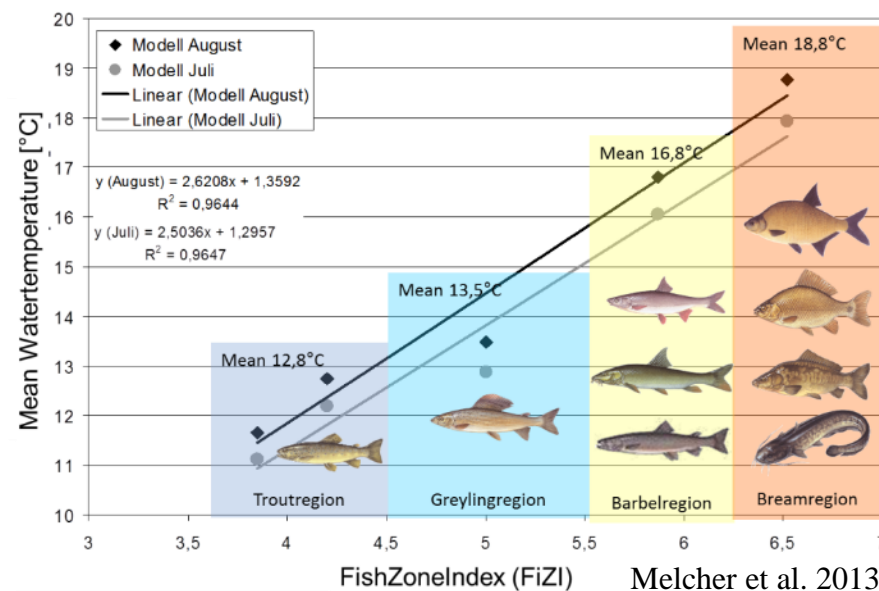
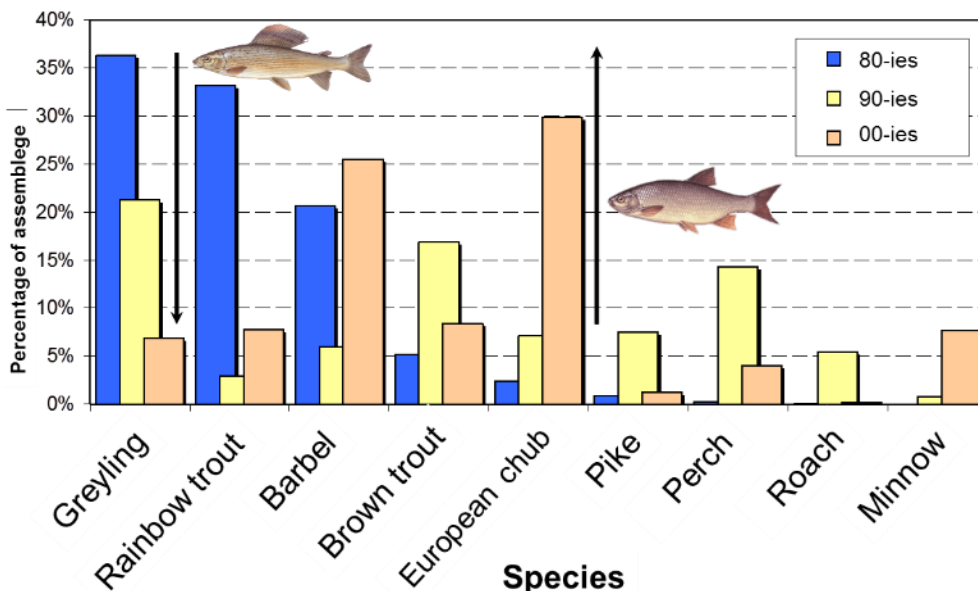
# TEPLOTA VODY & RYBÍ REGIONY

Schéma zatížení teplotou Traun-Ager (Melcher et al 2009)

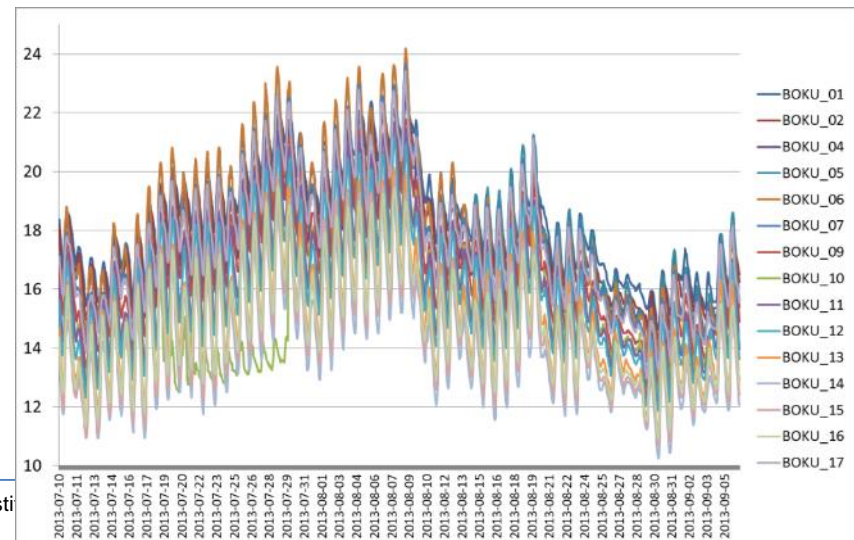
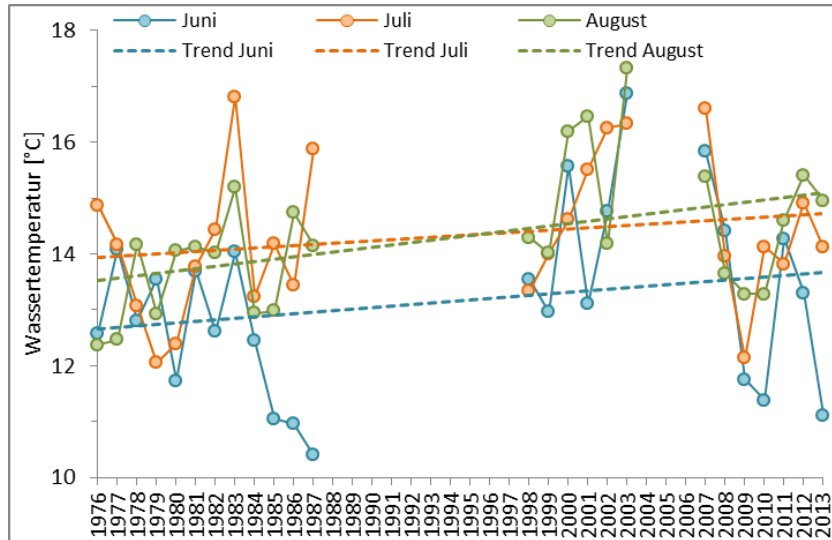
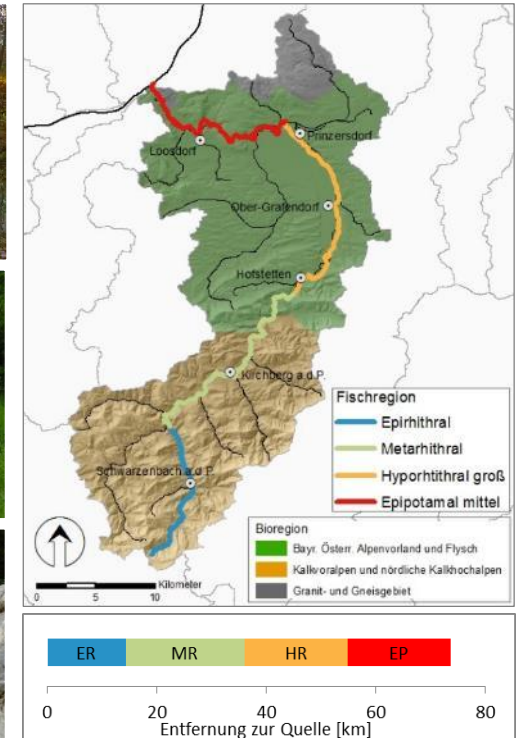
Zvláště silně jsou ohříváním dotčeny tekoucí vody s nezávislou teplotou odtoku a režimem splavenin  
Zřetelný posuv cenózy



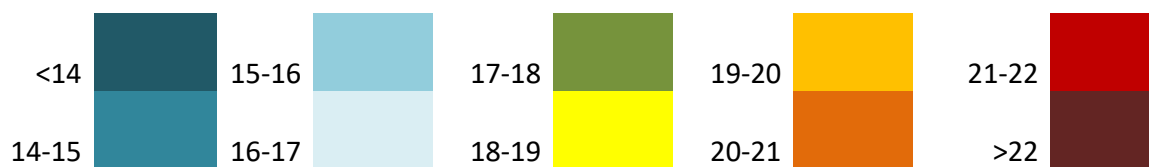
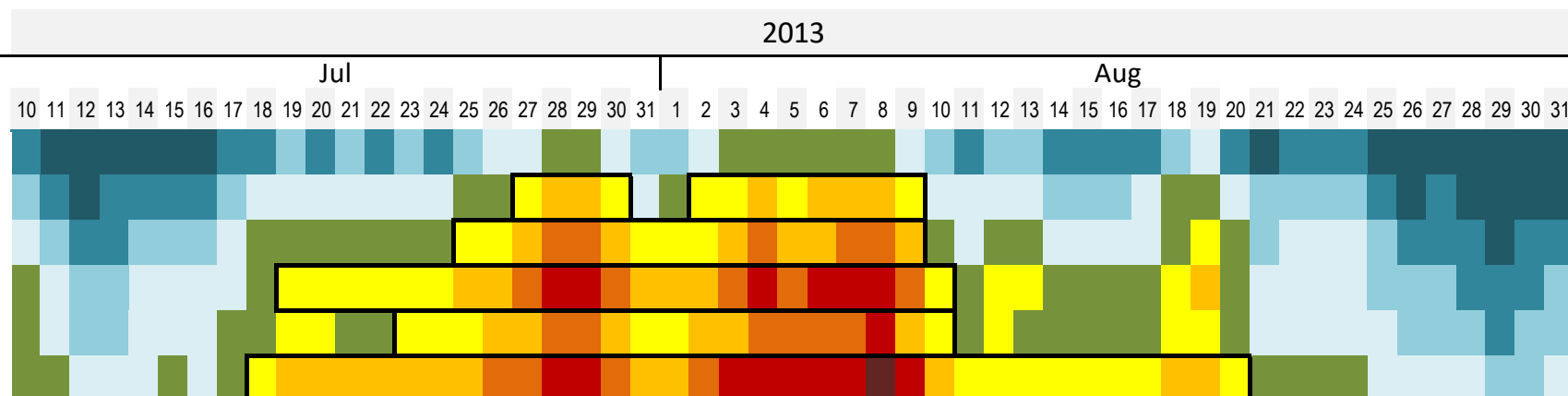
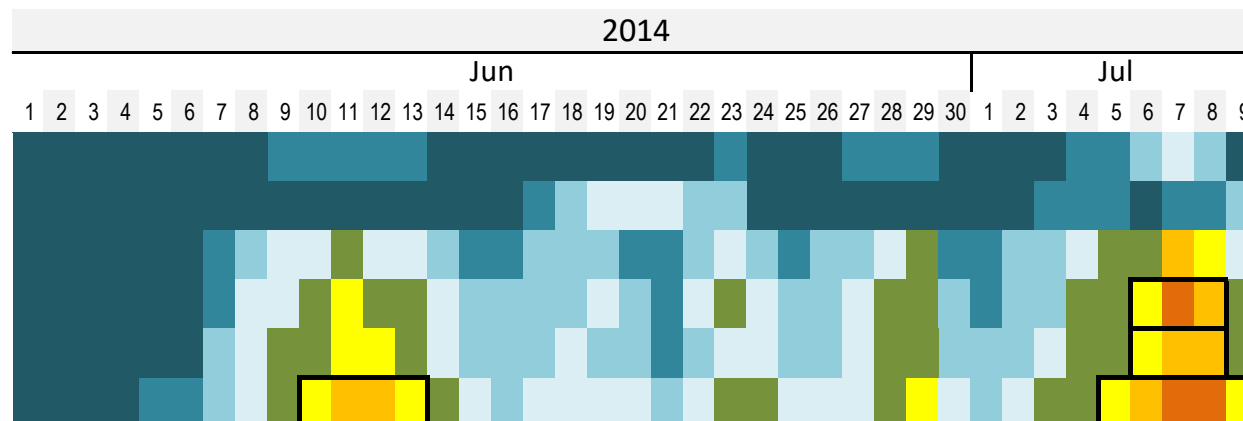
Teplota vody a rybí regiony



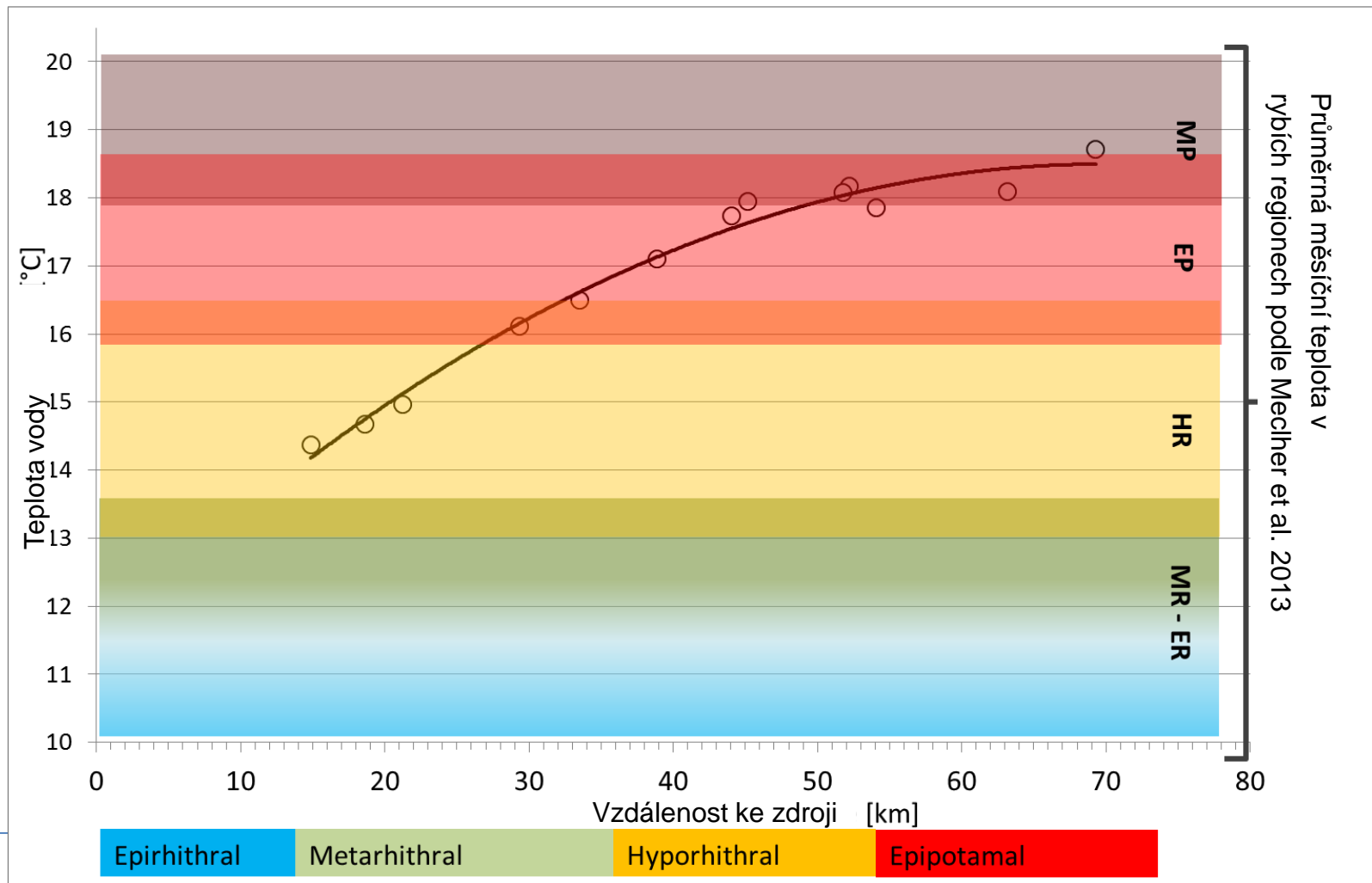
# TEPLOTA VODY PIELACH



## „Heatmap“ průměrných teplot vody v toku řeky Pielach v měsících červen/červenec/srpen



Průměrné měsíční hodnoty v srpnu 2013 v toku řeky Pielach a očekávané teploty vody v rybích regionech, viz Melcher et al. (2013)

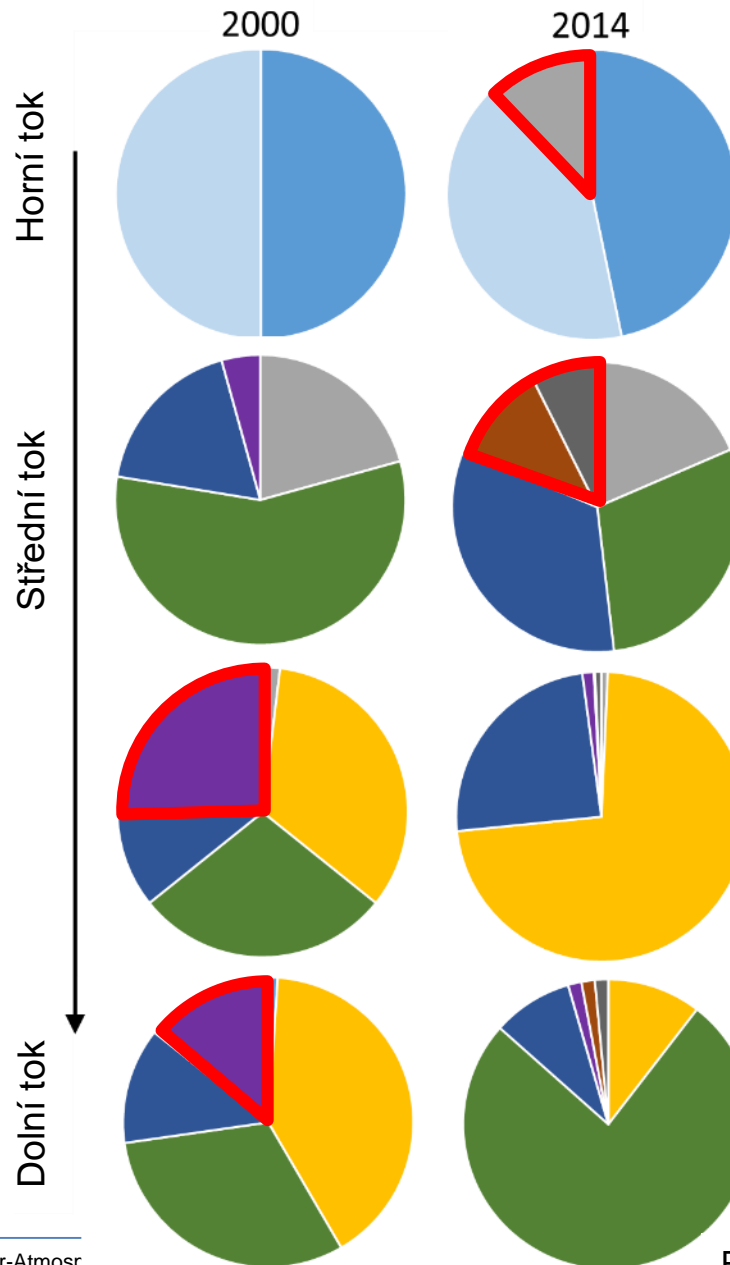
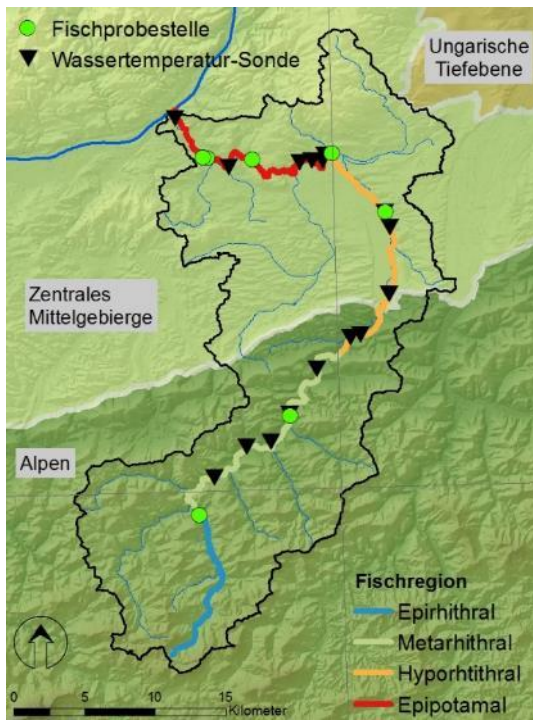




# PIELACH – POSUN CENÓZY



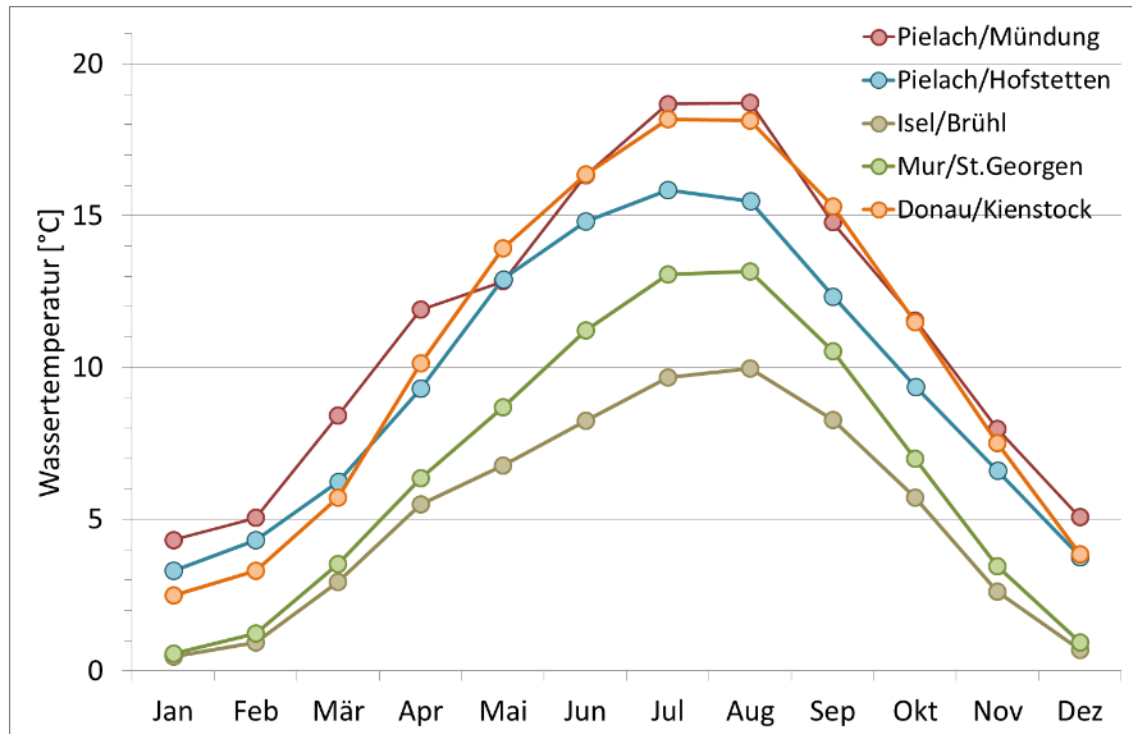
- Pstruh potoční
- Pstruh duhový
- Lipan podhorní
- Jelec tloušť
- Parma obecná
- Hlavatka obecná
- Ostroretka stěhovavá
- Ouklejká pruhovaná
- Střevle potoční



Pletterbauer et al. 2014



Dlouholeté měsíční průměrné hodnoty (2001 až 2011) vody s výskytem hlavatky obecné  
Hodnoty pro Pielach/ústí z měření 2013/2014.

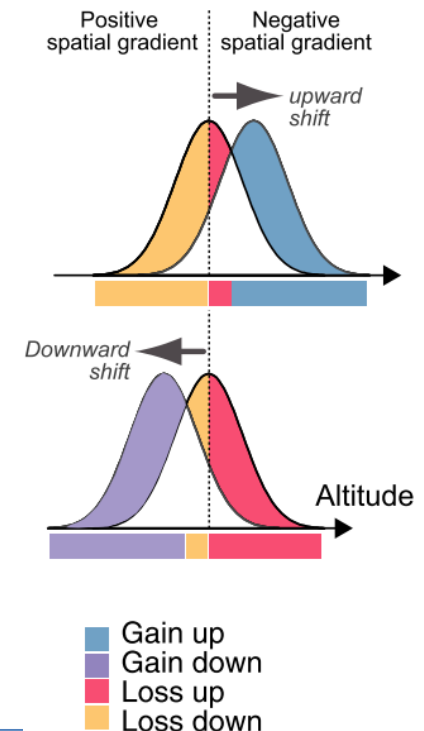
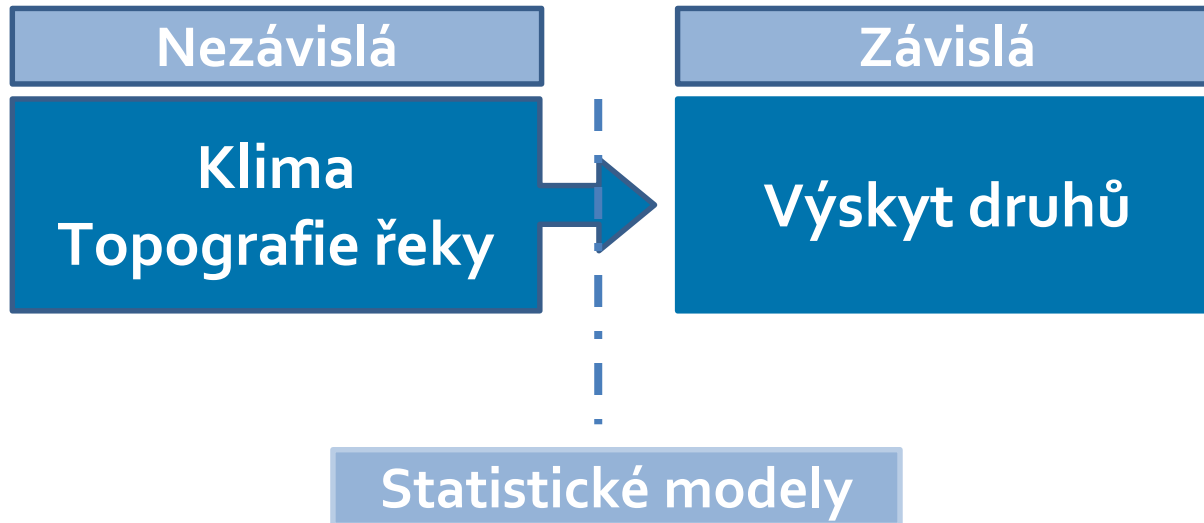


změněno podle Ratschan 2014

## Analýza prostorově časových vzorů

### Species Distribution Model (SDM) – modely rozšíření

- Identifikace relevantních faktorů
- Předpověď rozšíření na základě nálezů a parametrů ŽP pro netestované oblasti / jiná období
- ‚Ensemble forecasting‘ (Araújo & New 2007)

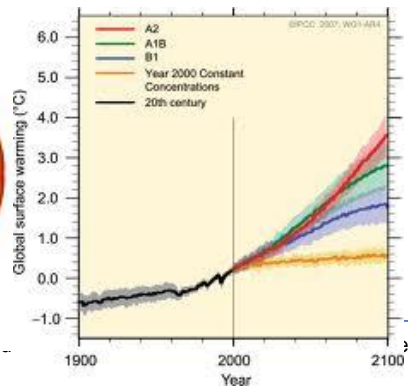
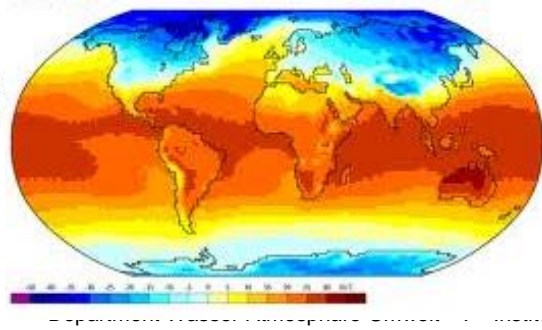
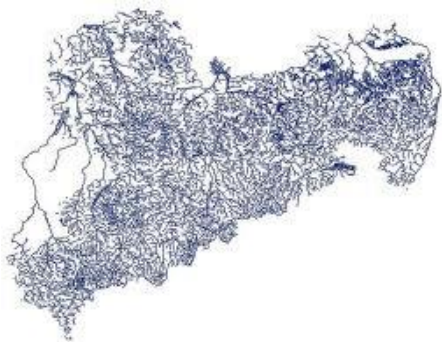
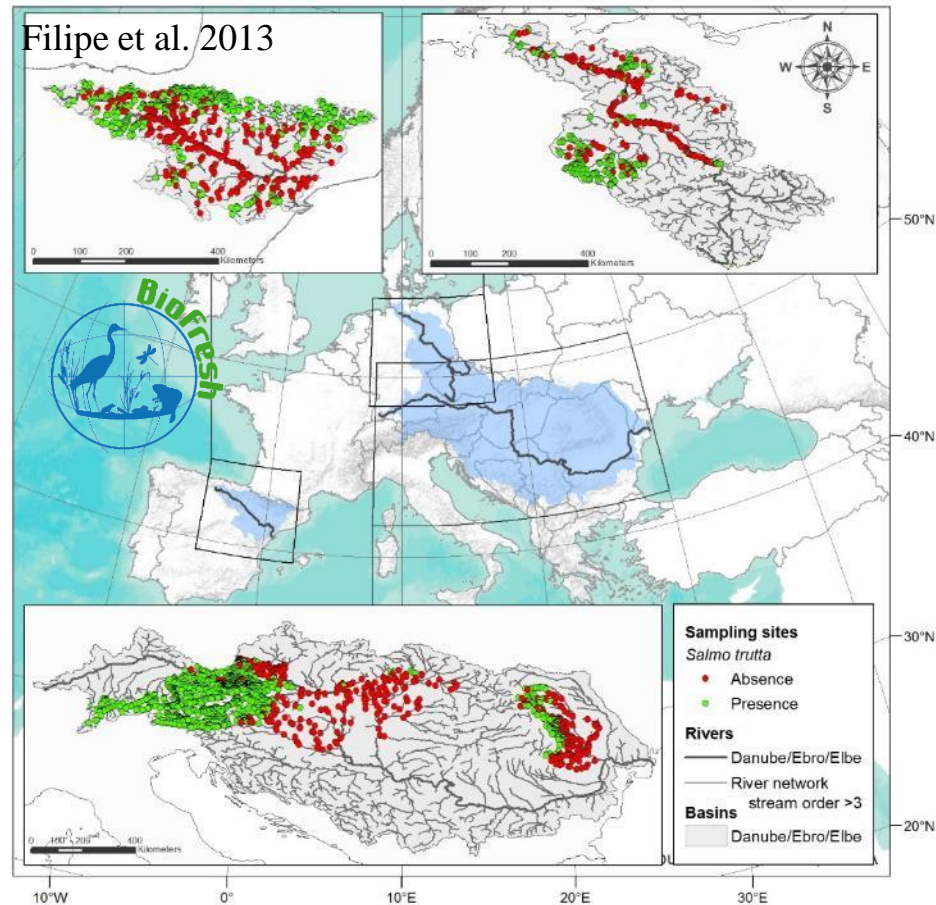


# ROZŠÍŘENÍ PSTRUHA



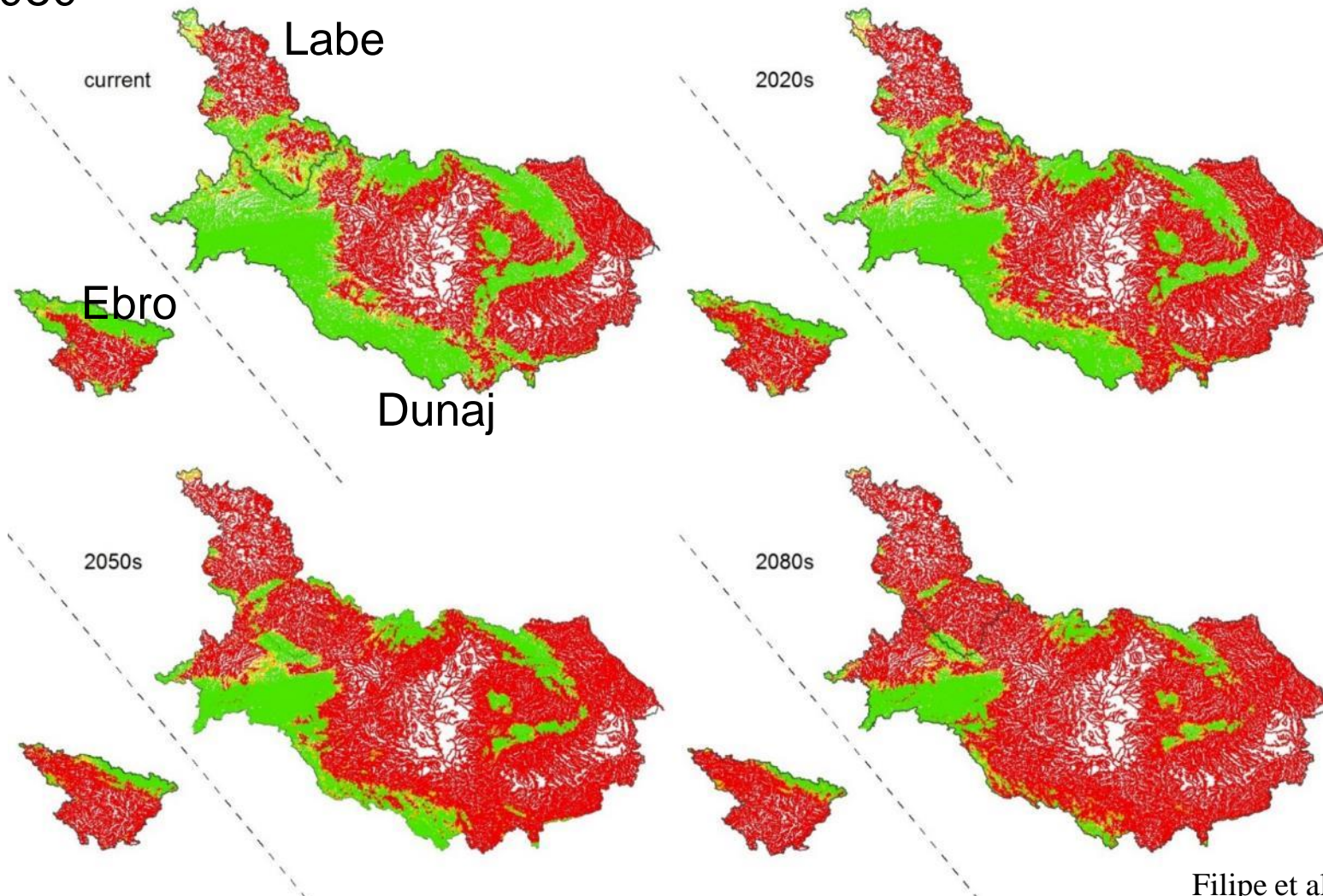
- (1) Model rozšíření pro pstruha potočního v závislosti na klimatu, využívání půdy a topografii řeky
- (2) Budoucí rozšíření s ohledem na změnu klimatu

Zkoumaná oblast: povodí Dunaje, Ebra, Labe





>60 % ztráta prostředí v důsledku vlivu klimatických změn do r. 2080

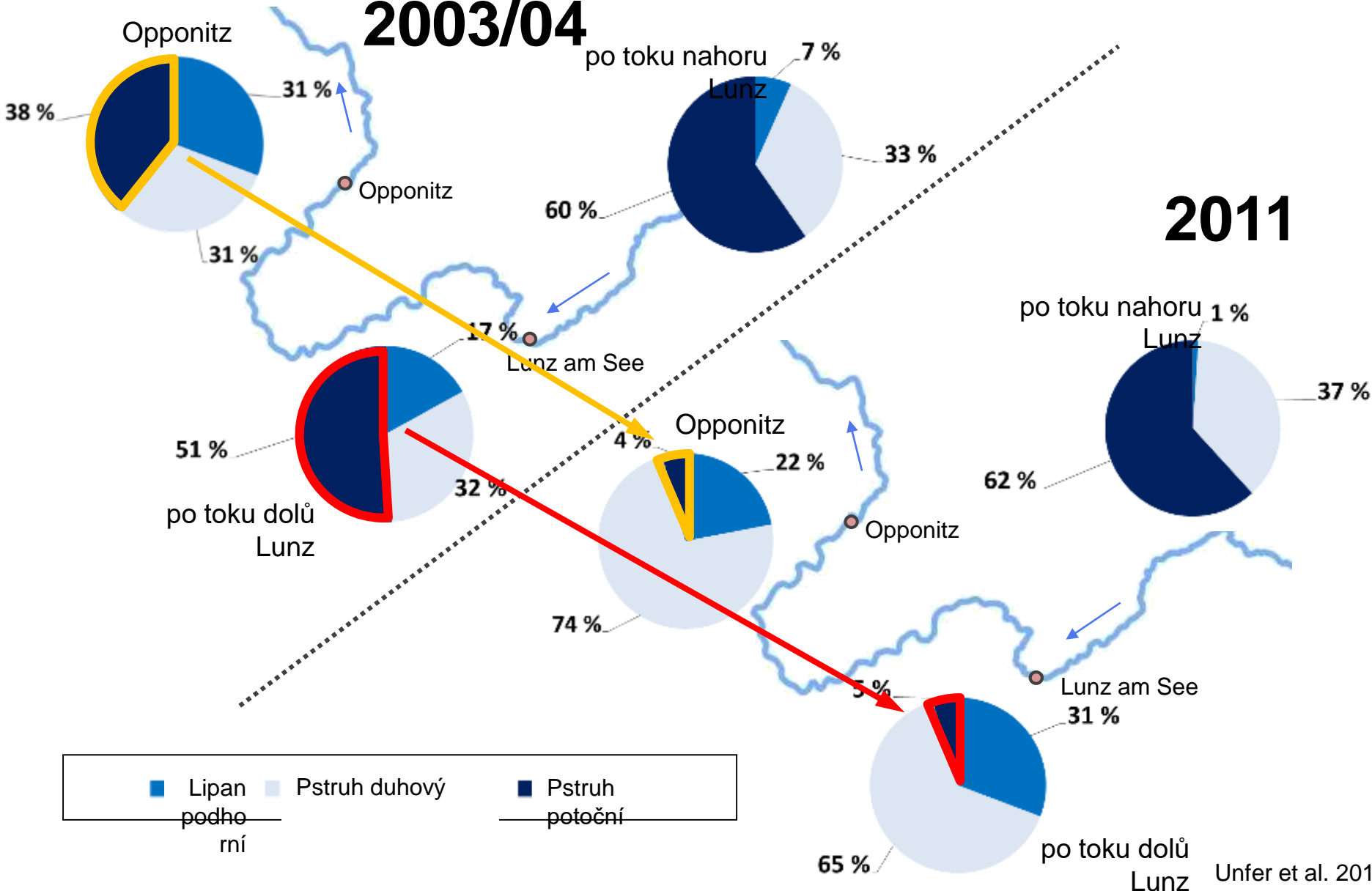


Filipe et al. 2013

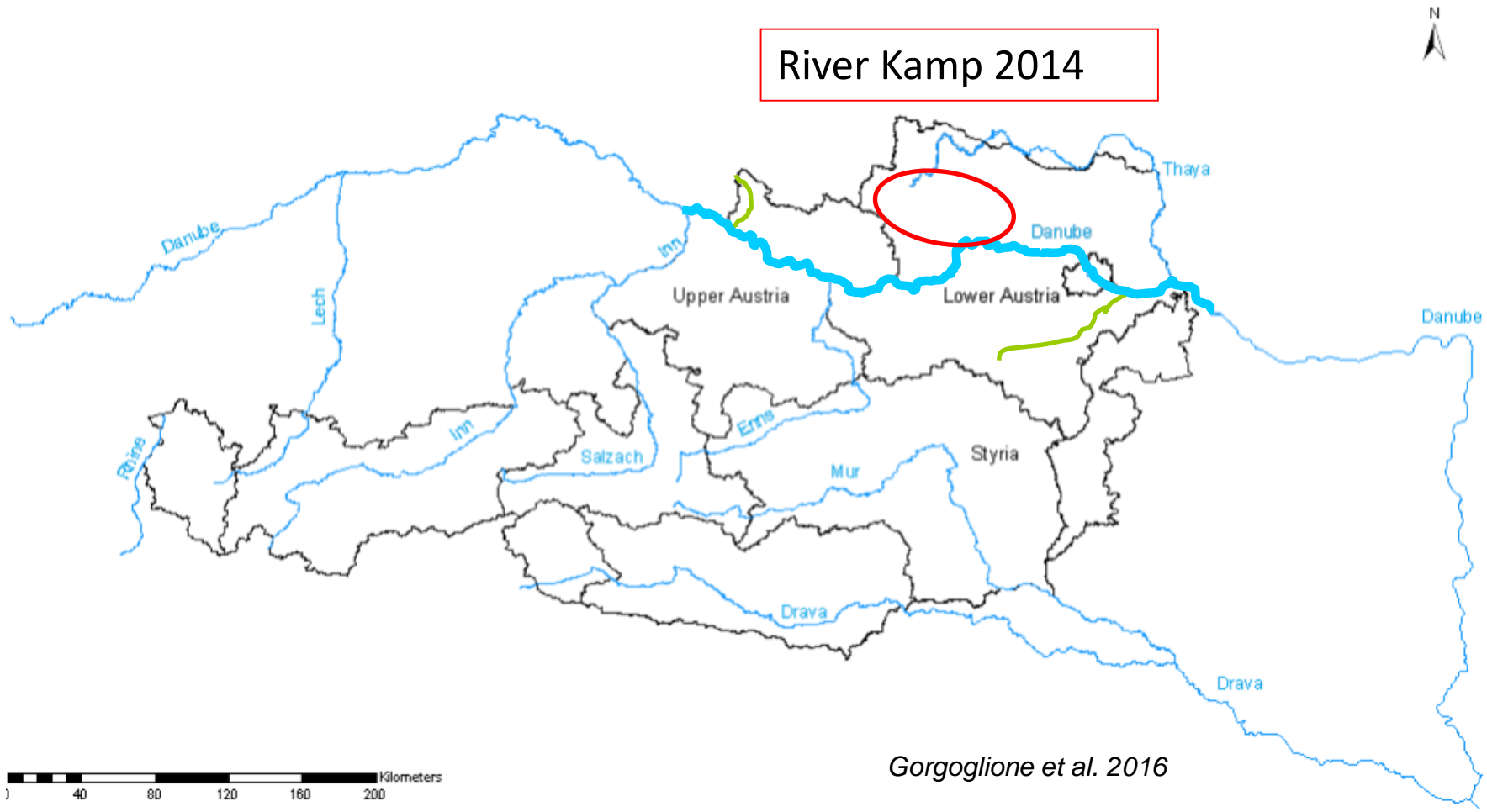
# Je problémem pouze teplota?



## 2003/04



## River Kamp 2014

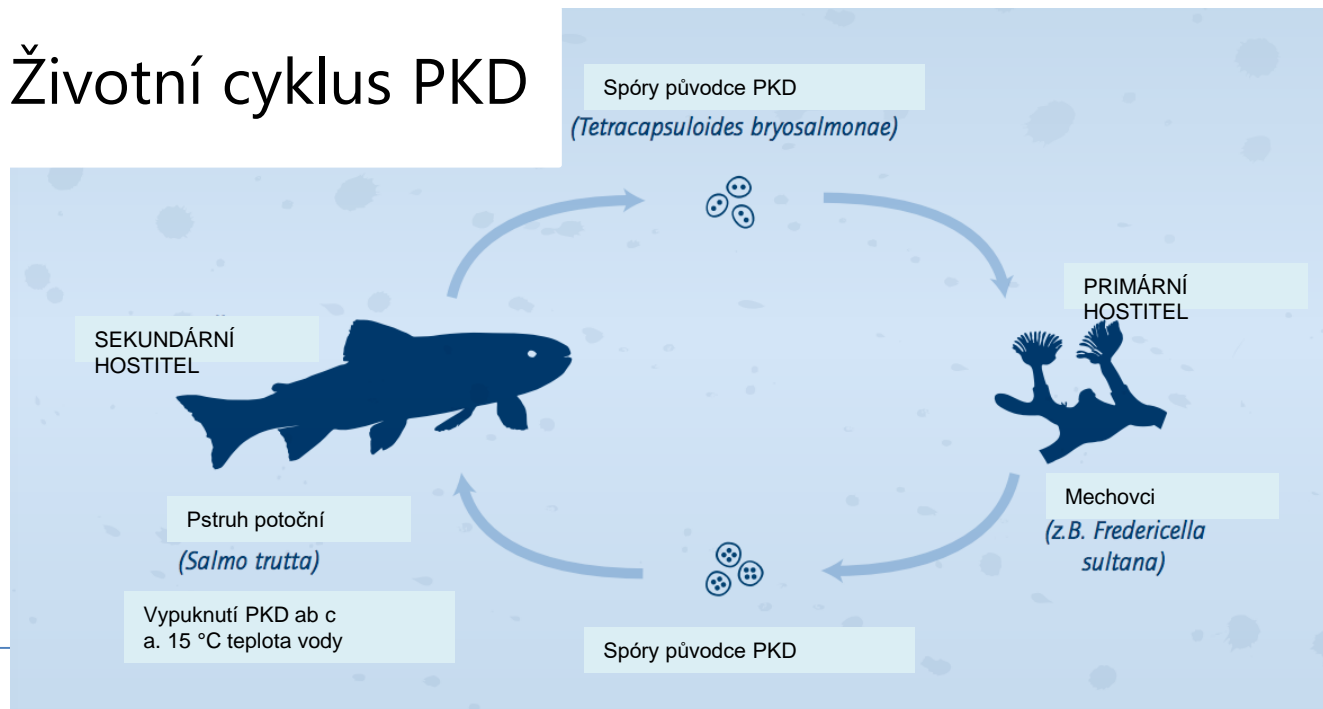


*Gorgoglione et al. 2016*

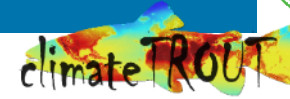
## PKD: Proliferační ledvinová choroba

- známá cca 100 let (Okamura et al., 2011)
- 80. léta: Jako původce PKD identifikována **Myxozoa** (Kent & Hendrick, 1985)
- 1999: Hlavním hostitelem mechovci → Popis Patogen **Tetracapsuloides bryosalmonae** (Anderson et al., 1999)
- Spóry patogenu v Evropě prokazatelně vylučuje pstruh potoční a siven americký (Grabner & El-Matbouli 2008).
- Infekce prokázána u téměř všech lososovitých (Bucke et al., 1991)

### Životní cyklus PKD



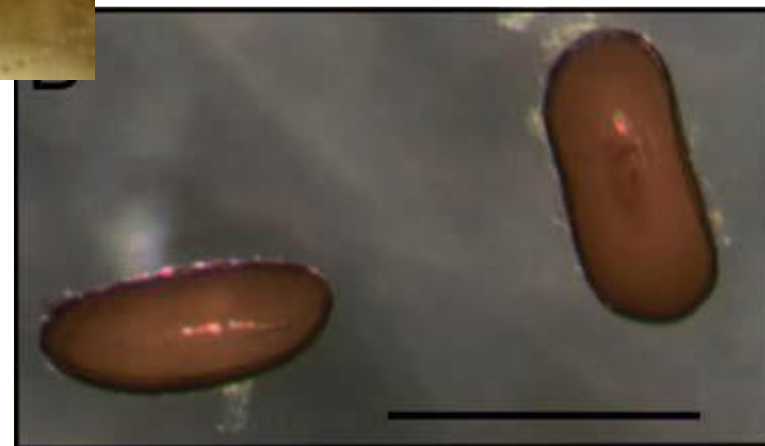
# PKD - MECHOVCI (BRYOZOA)





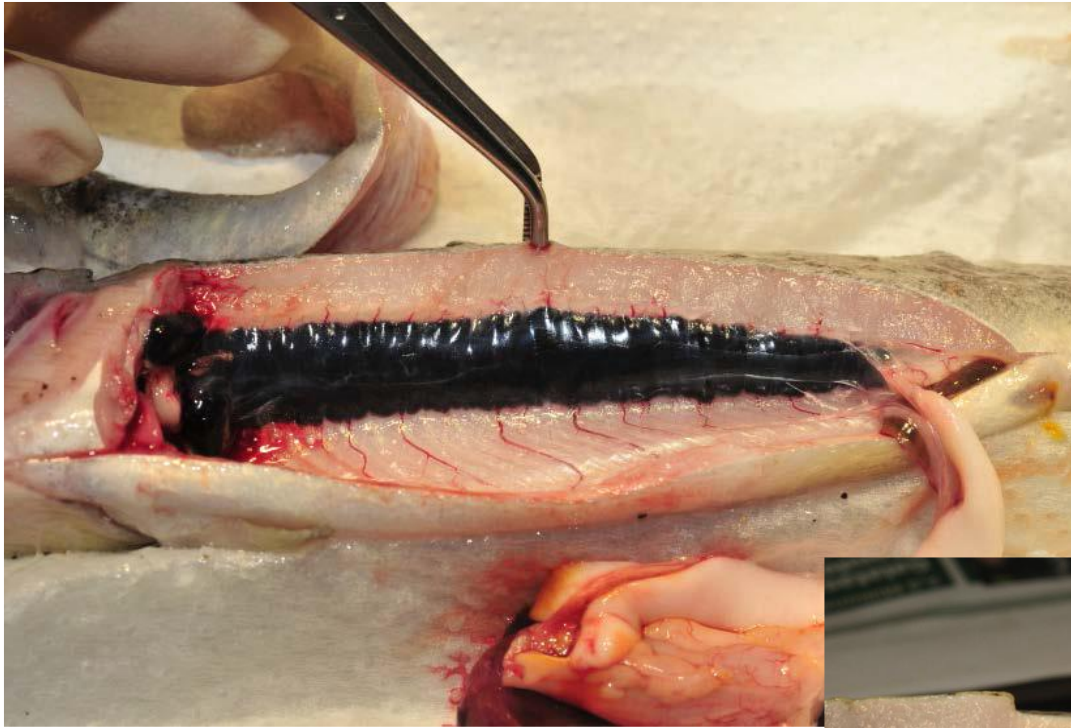


**Mehovci a statoblasty**  
(trvalé stadium)

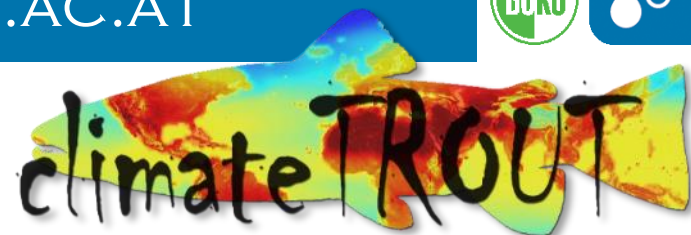




- *T. bryosalmonae* proniká do ryb kůží/žábry (Morris et al., 2000).
- Ryba reaguje zánětlivými reakcemi, → otokem ledvin (Feist & Longshaw, 2006)
- **K imunitním reakcím při nízkých teplotách nedochází** (Le Morvan et al., 1998).
- Spóry se z ryb vylučují močí (Hendrick et al., 2004) → jsou infekční pro mechovce (Grabner & El-Matbouli, 2008).
- Ryby umírají na PKD (Bettge et al., 2009) příp. sekundární infekce (Feist & Bucke, 1993)
- **Úmrtnost a závažnost onemocnění v závislosti na teplotě** (Bettge et al., 2009)
- **Mladé ryby jsou náchylnější k onemocnění**
- Zvláště je ohrožena nejmladší populace
- Mladé ryby, které PDK přežijí (díky nízkým teplotám) získají imunitu, avšak vylučují spóry (Okamura et al., 2011)



# ClimateTrout: Newly emerging impacts in riverine ecosystems: combined effects of climate change and malacosporean infections in brown trout



## Willkommen bei ClimateTrout



Das Projekt „Neu auftretende Bedrohungen der Bachforelle in Fließgewässern: das Zusammenwirken von klimatischen Veränderungen und Malacosporeen-Infektionen“, kurz ClimateTrout, ist ein gemeinsames Projekt von VetMedUni Wien und BOKU Wien unterstützt durch den Klima- und Energiefonds im Zuge des Österreichischen Klima-Wissenschaftsprogrammes (ACRP, 9th call)

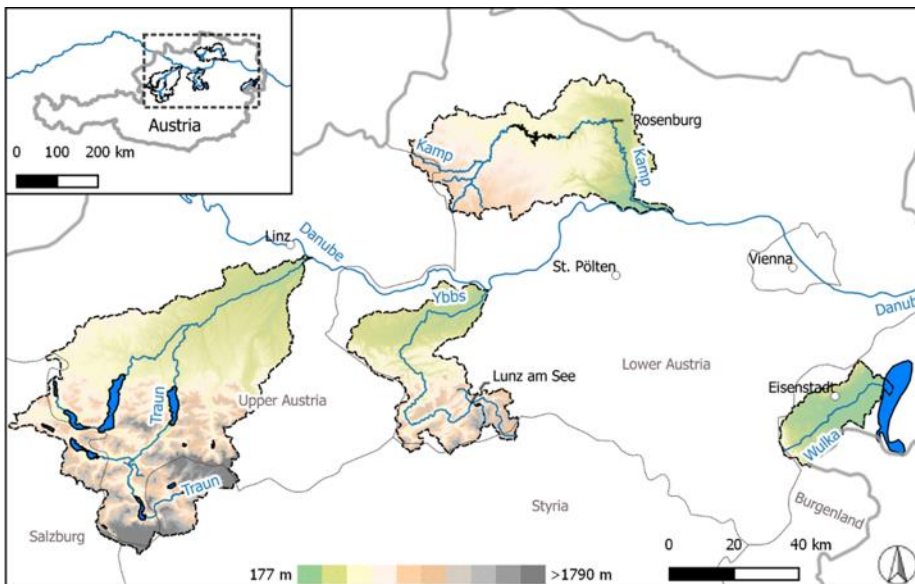


Universität für Bodenkultur Wien  
University of Natural Resources  
and Life Sciences, Vienna

ClimateTrout untersucht das Zusammenspiel von Wassertemperatur in Flüssen, das Vorkommen von Moostierchen, die Verbreitung der Bachforelle (*Salmo trutta f. fario*) und das Auftreten der proliferativen Nierenkrankheit (PKD) in Abhängigkeit des Klimawandels. Das Projekt befasst sich mit neu auftretenden Belastungen durch den Klimawandel.

ClimateTrout hat zum Ziel:

- eine Klima-sensitive Art (Bachforelle, *Salmo trutta f. fario*) zu untersuchen
- Klimawandel-vulnerable Lebensräume (kaltwasserführende Flüsse) zu identifizieren
- die Veränderung von Ökosystemprozessen (Wassertemperatur) durch den Klimawandel darzustellen
- die Effekte von Krankheitserregern und deren verstärktes Vorkommen durch den Klimawandel zu berücksichtigen
- Empfehlungen für robuste Managementstrategien zum Erhalt von vitalen Bachforellenspopulationen unter Berücksichtigung des Klimawandels zu erstellen

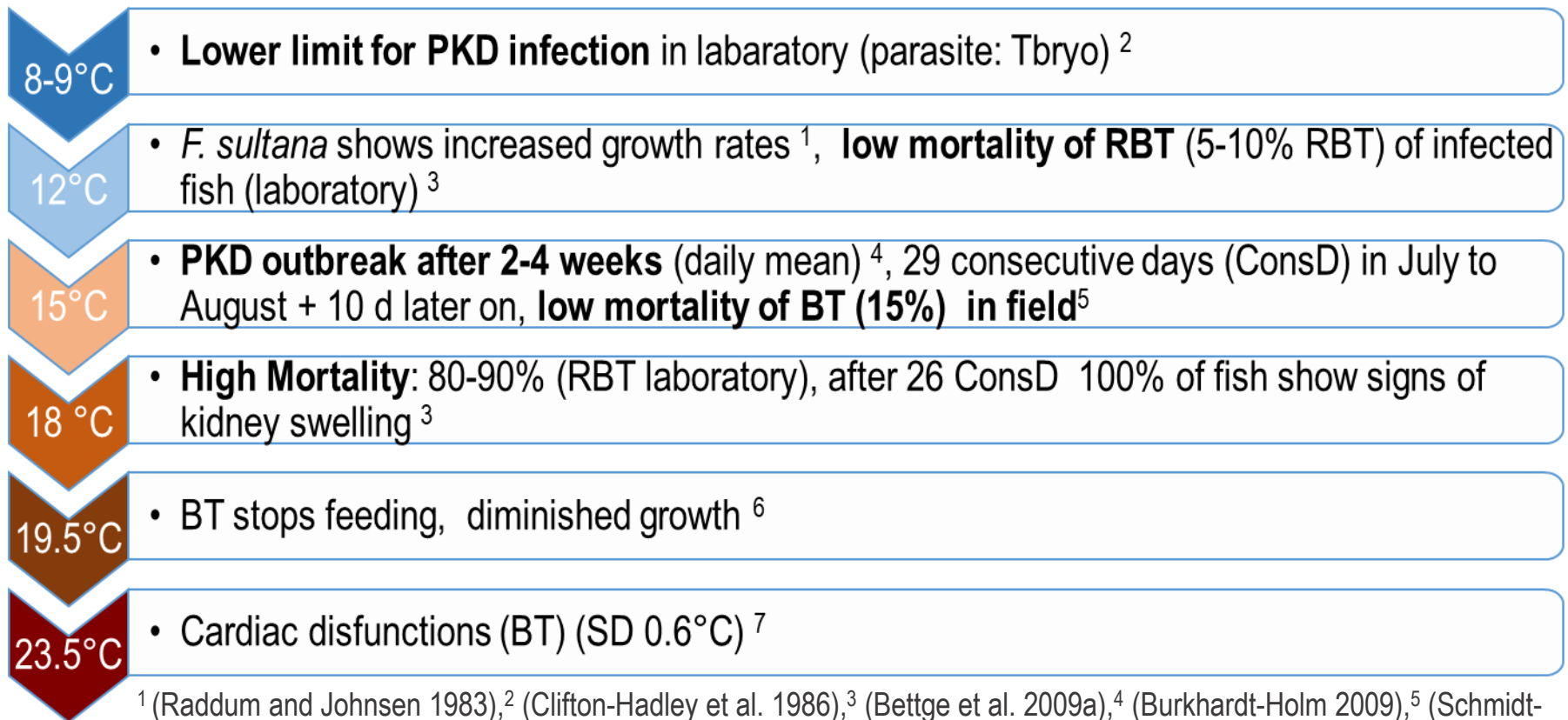


9th Austrian Climate Research Programme



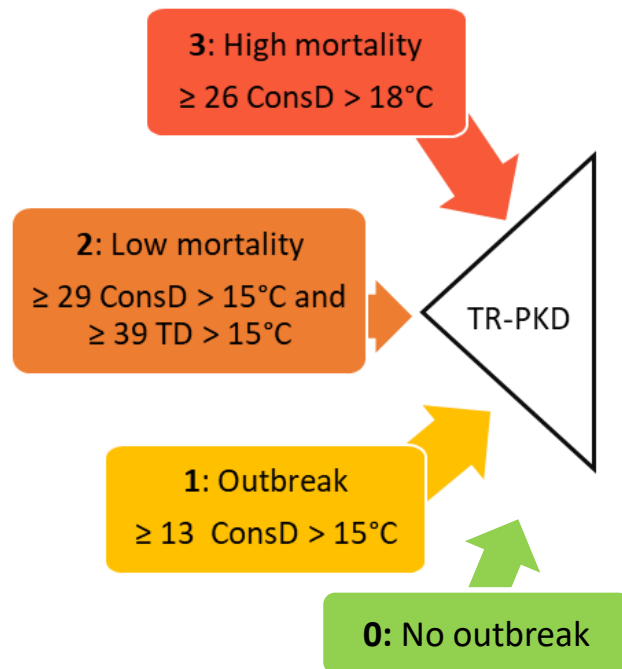


# Relevantní mezní hodnoty teploty pro pstruha potočního a PKD



<sup>1</sup> (Raddum and Johnsen 1983), <sup>2</sup> (Clifton-Hadley et al. 1986), <sup>3</sup> (Bettge et al. 2009a), <sup>4</sup> (Burkhardt-Holm 2009), <sup>5</sup> (Schmidt-Posthaus et al. 2015), <sup>6</sup> (Elliott and Elliott 2010), <sup>7</sup> (Vornanen et al. 2014)

# Rakouské hodnocení rizika PKD & teploty



Riziko PKD v závislosti na teplotě (TR-PKD)

*4stupňový odhad rizika, který bere v úvahu různé mezní hodnoty*

Zjištění Status-Quo

Výhled na budoucí vývoj

ConsD = consecutive days; TD = total days

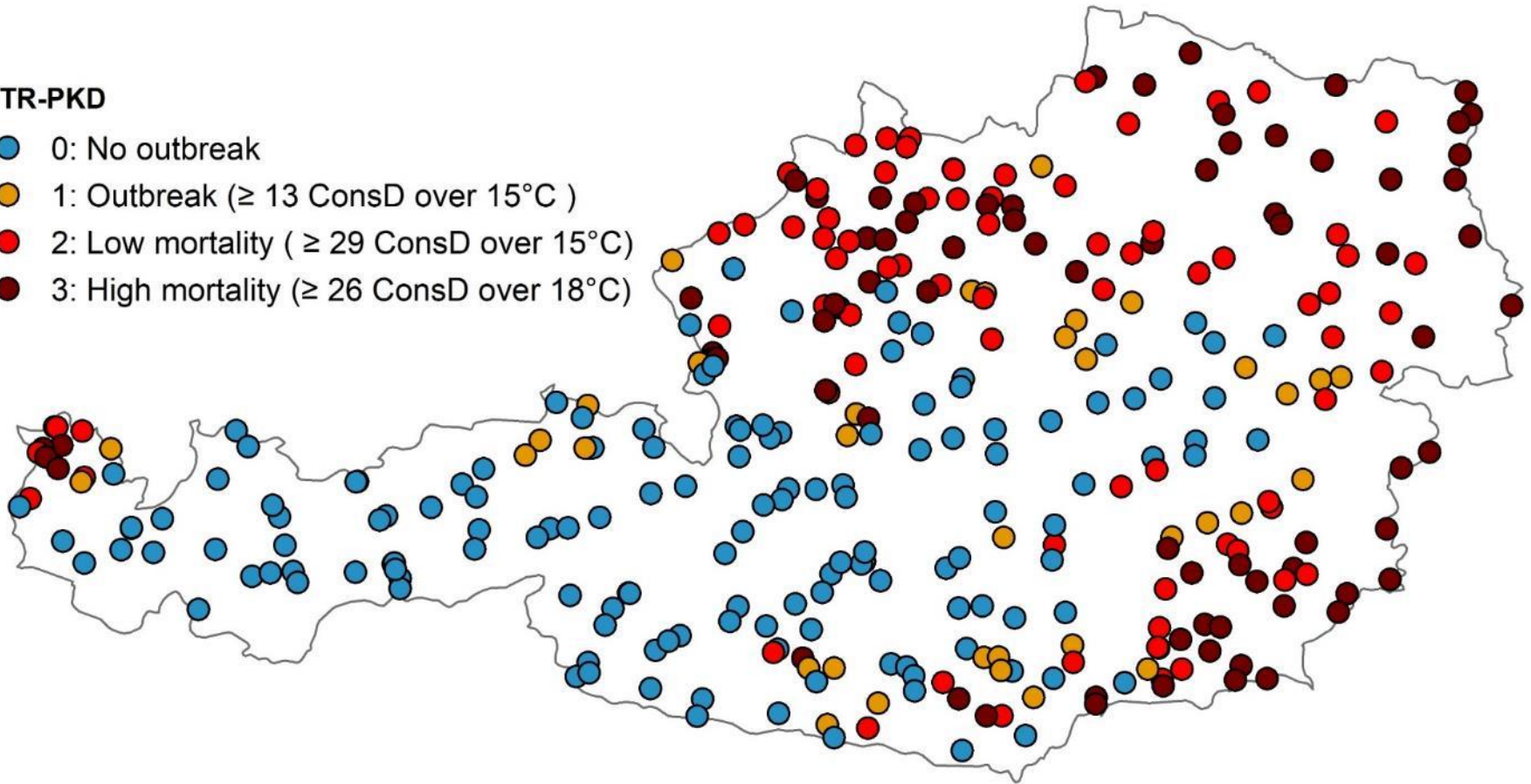


# Status-Quo (2000-2011) riziko PKD

## Všechny hladiny teploty toků (pod 1500m)

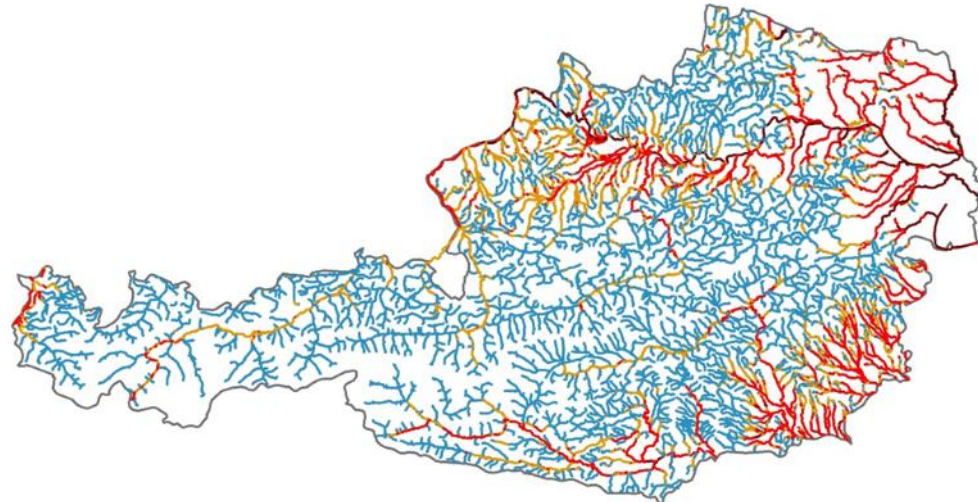
### TR-PKD

- 0: No outbreak
- 1: Outbreak ( $\geq 13$  ConsD over  $15^{\circ}\text{C}$ )
- 2: Low mortality ( $\geq 29$  ConsD over  $15^{\circ}\text{C}$ )
- 3: High mortality ( $\geq 26$  ConsD over  $18^{\circ}\text{C}$ )

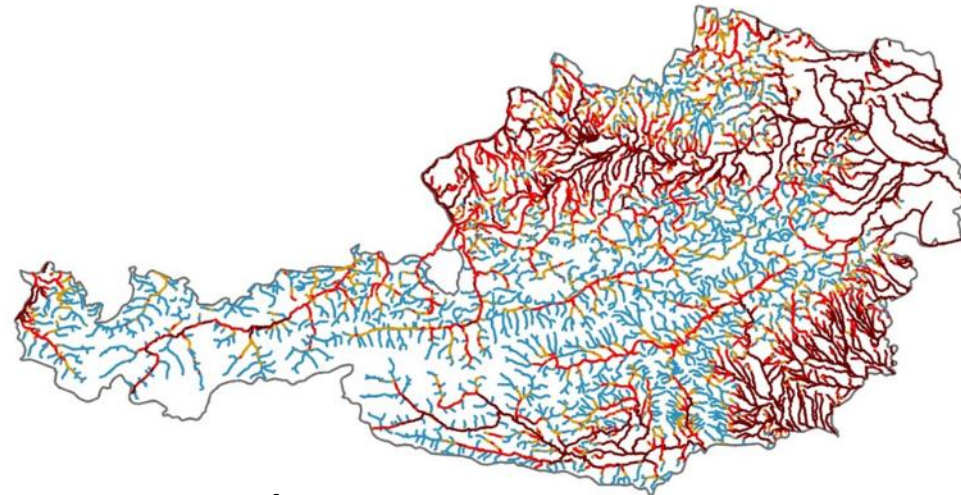


## Budoucí vývoj; RCP8.5

Near future  
(2021-2050)



Far future  
(2071-2100)

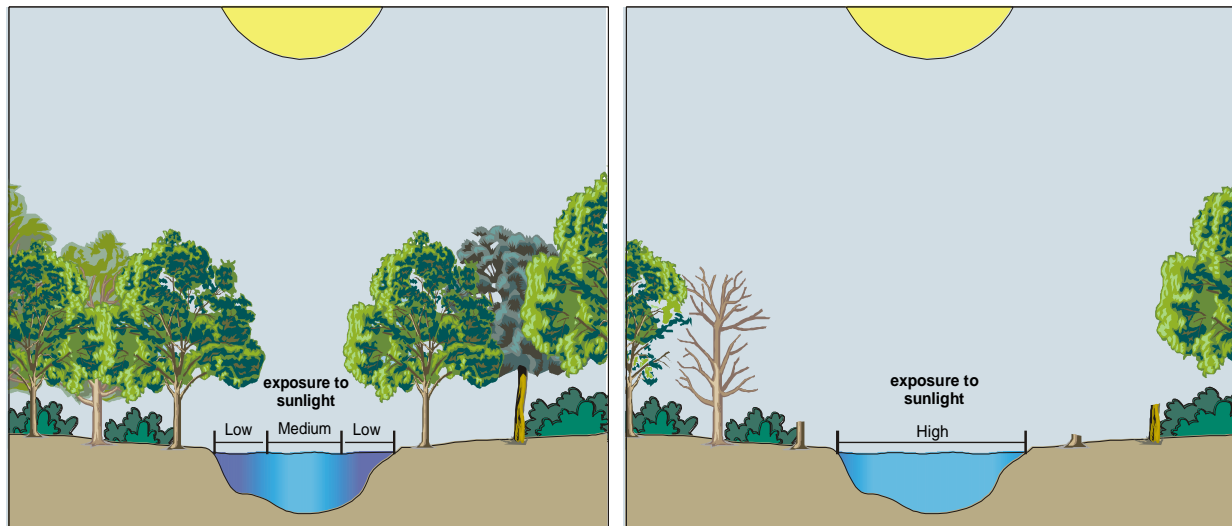


**Přídavný faktor, který ryby stresuje!**

# Všechno zbytečné?

## Důležitý faktor - zastínění

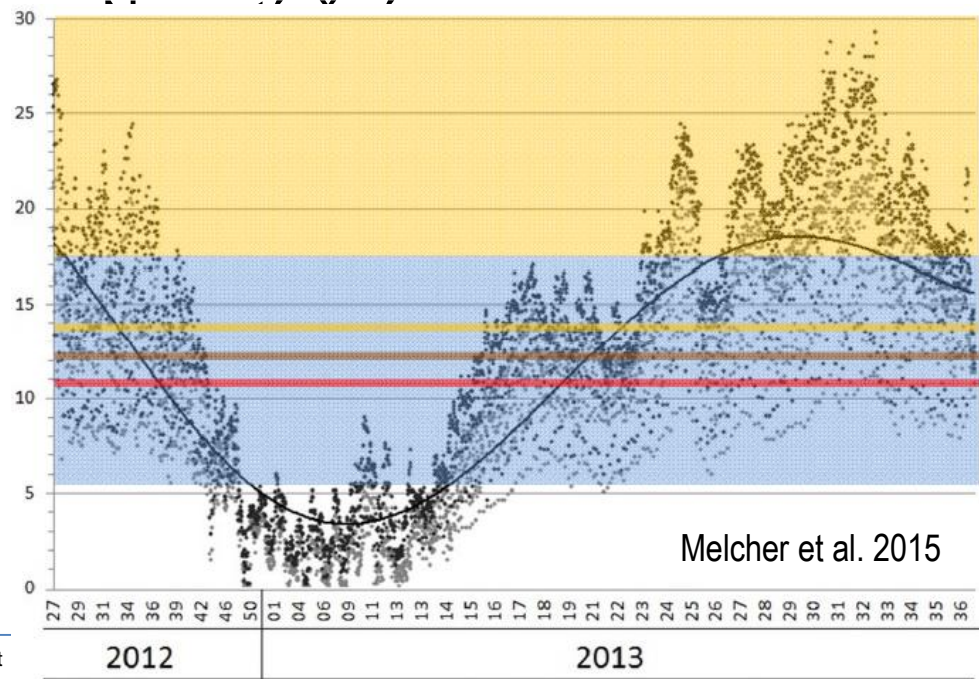
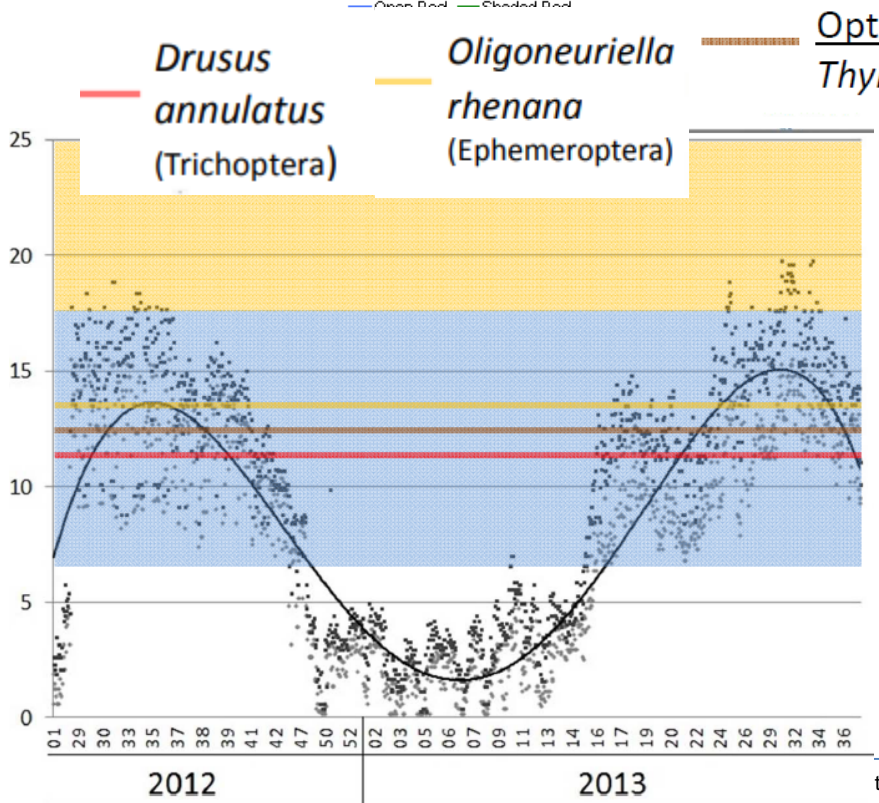
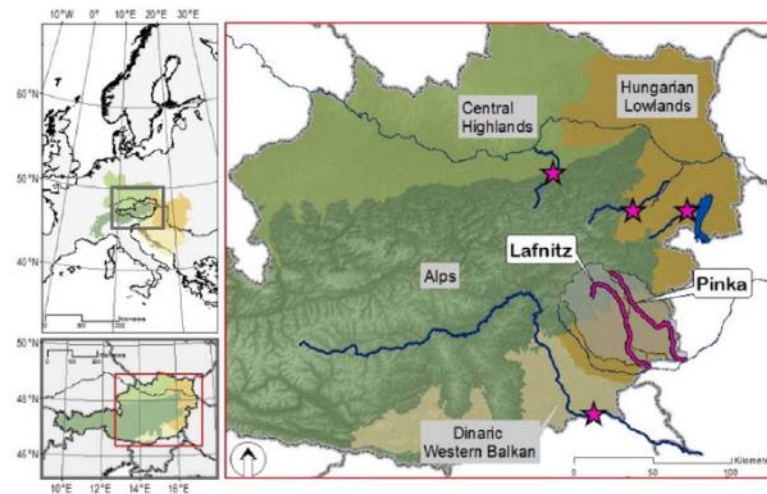
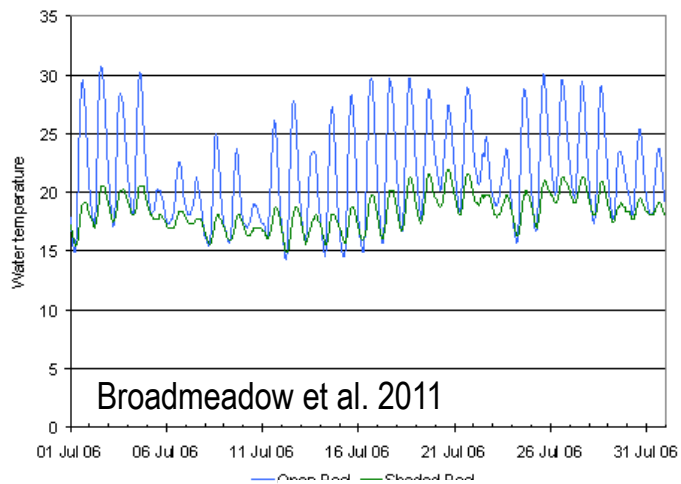
Nejen lokálně, ale na úrovni povodí!!



[http://mathinscience.info/teach/612\\_science/biolife\\_envisci/freshwater/fresh\\_water.htm](http://mathinscience.info/teach/612_science/biolife_envisci/freshwater/fresh_water.htm)

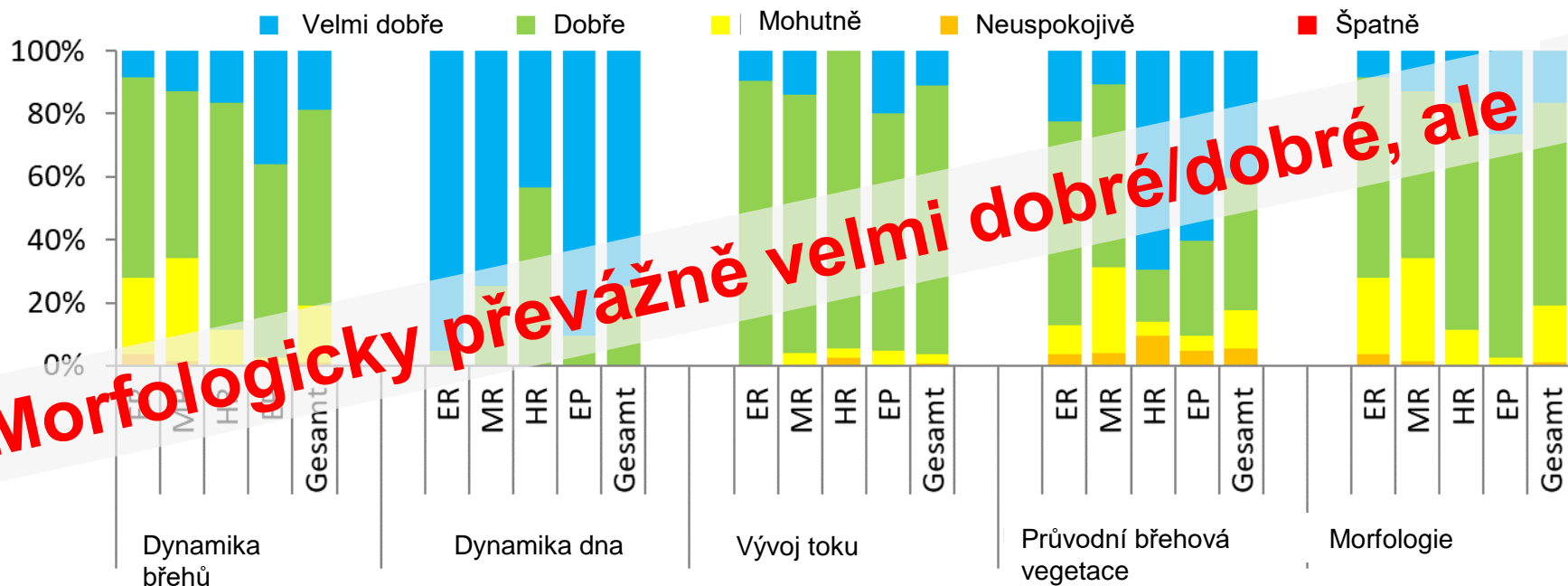


# ZASTÍNĚNÍ & TEPLOTA VODY



Melcher et al. 2015

Zabránit lokálnímu mýcení  
Zachovat staré porosty





## Konektivita: Funkce migračních pomůcek

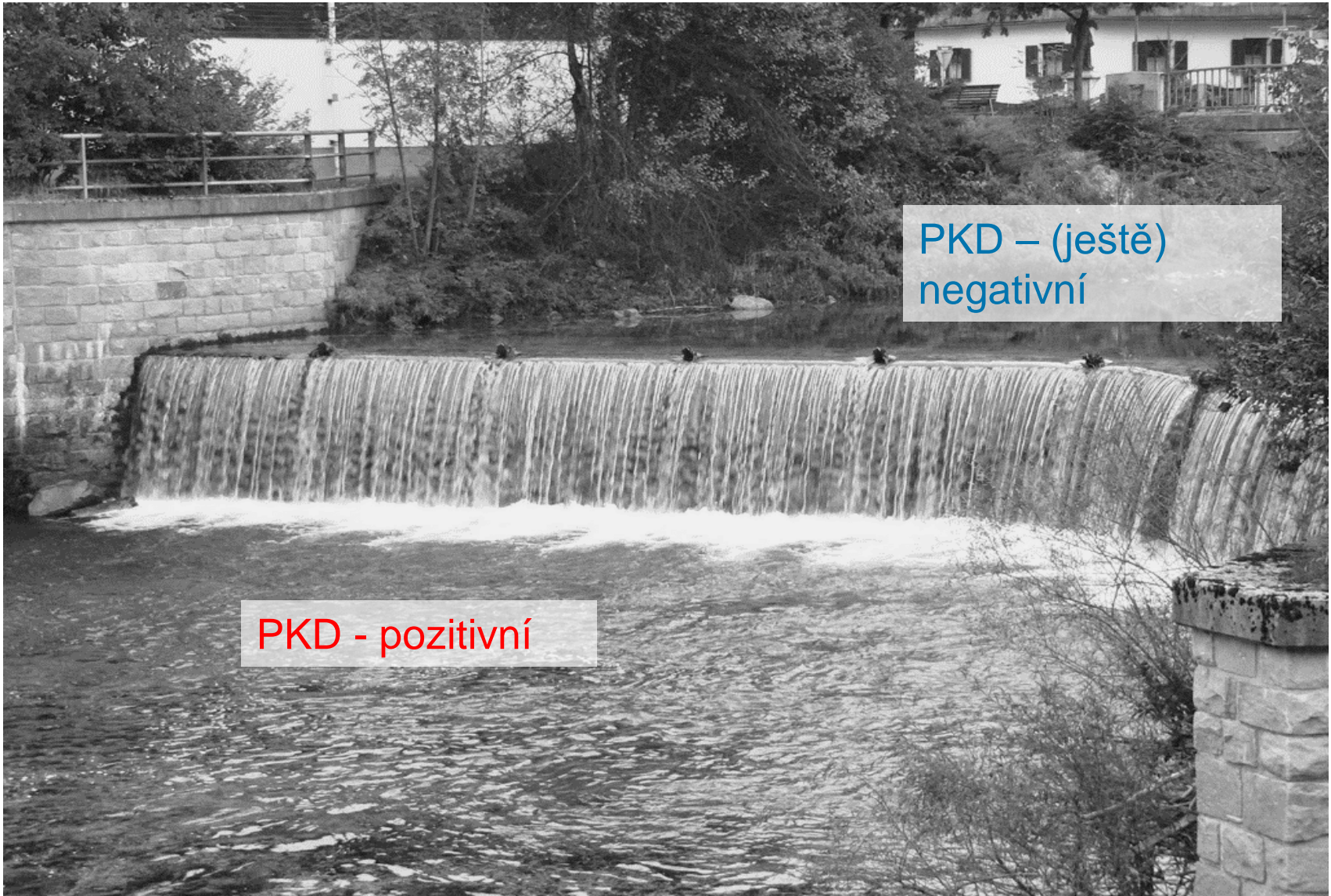


Blokované pomocné stupně



Vstup FAH; 5-10cm hloubka vody



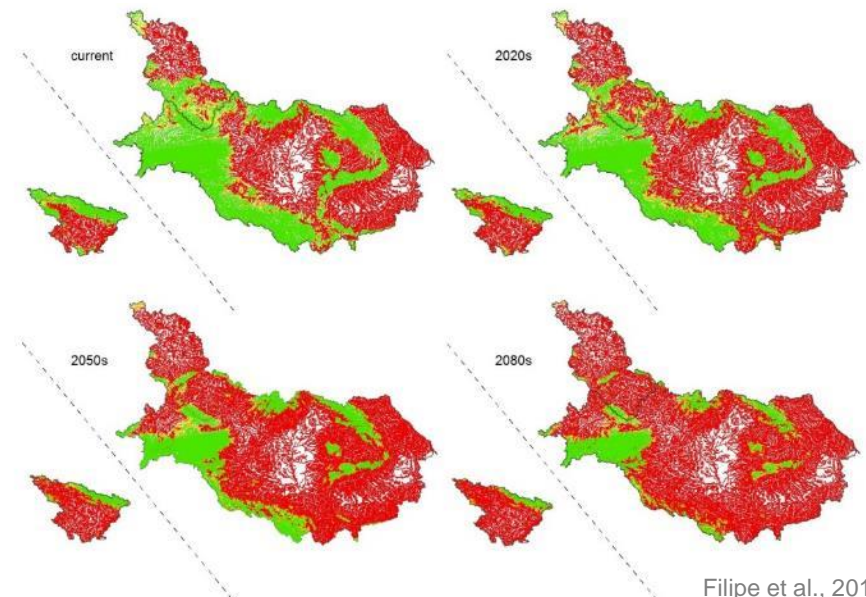
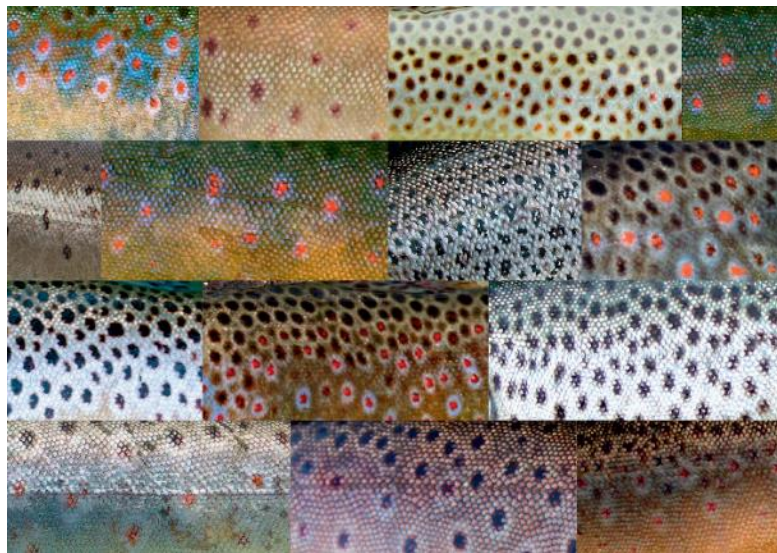
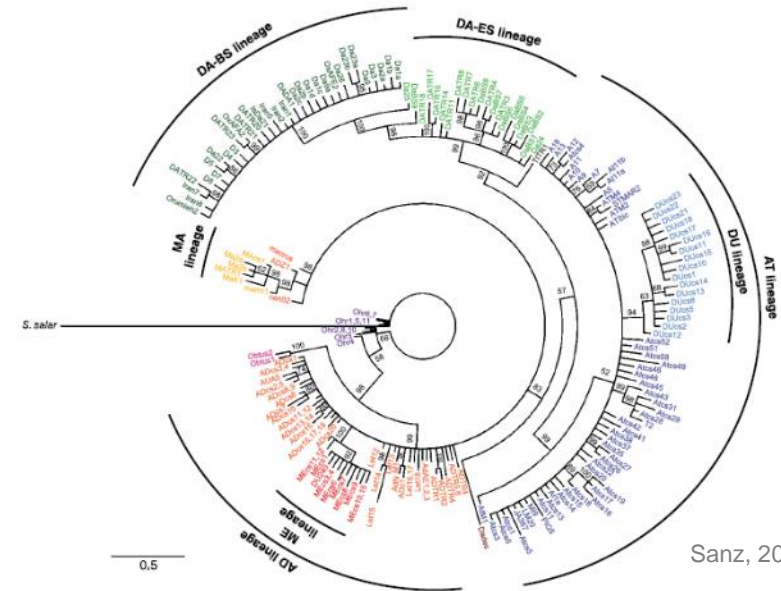
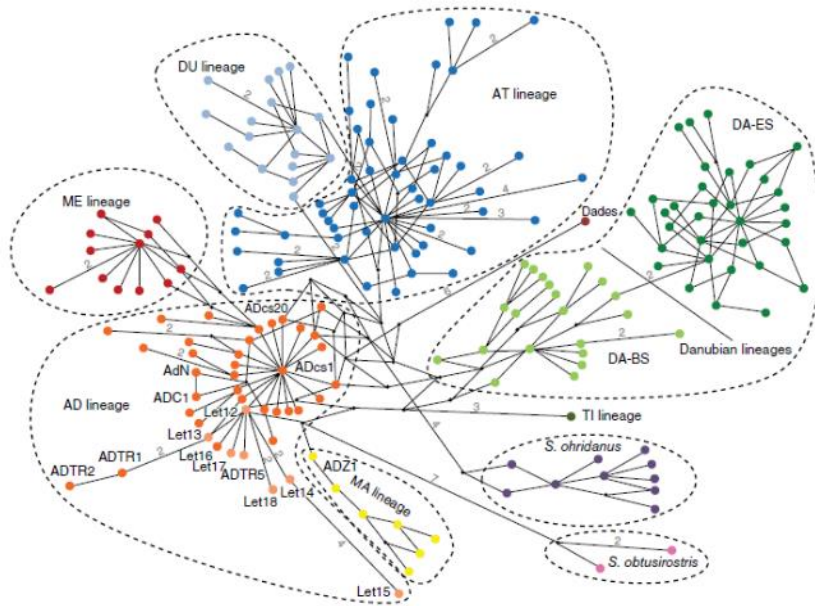


PKD - pozitivní

PKD – (ještě)  
negativní



# ZACHOVAT ROZMANITOST - SCHOPNOST VSTŘEBÁVAT RUŠIVÉ PODNĚTY



Filipe et al., 2013

## Teplota vody

- ▷ rostoucí trend s rychlým nárůstem od 80. let
- ▷ Delší fáze horkého počasí
- ▷ Časnější jarní teplejší počasí

## Rozšíření druhů

- ▷ Změna klimatu ovlivňuje rozšíření druhů žijících ve studené vodě a rovněž složení druhů - velkoprostorový management
- ▷ Řasy jako možné refugium - genetická rozmanitost!
- ▷ Nyní je třeba zavádět opatření - nejen lokální (efekty povodí)
- ▷ Úloha nemocí - velká potřeba výzkumu!

## Konkrétní opatření

- Dezinfekce vybavení používaného ve vodách
- Úseky bez PKD: vždy testovat nasazované ryby na PKD
- Otázka otevření kritických přerušení kontinua

## Další kroky:

- Zjišťování stavu PKD v celém Rakousku!!! Kde PKD je a kde (ještě) není?
- Ochrana vod bez výskytu PKD
- Prověření chovu ryb na PKD - PKD by měla dostat statut „choroby podléhající povinnému nahlášení“ (viz Švýcarsko)

Srdečně děkuji!

## Florian Borgwardt

Tel.: +43 1 47654-81234

Fax: +43 1 47654-81217

[florian.borgwardt@boku.ac.at](mailto:florian.borgwardt@boku.ac.at)

[www.boku.ac.at](http://www.boku.ac.at)

### Univerzita půdních kultur Vídeň

Department voda - ovzduší - životní prostředí

Institut pro hydrobiologii a management vod

Gregor Mendel StraÙe 33, 1180 Wien

[www.boku.ac.at/ihg.html](http://www.boku.ac.at/ihg.html)