

Změny sladkovodních ekosystémů v prostoru a čase

Z8025 (učebna Z2, pondělí 16.00-17.50)

11. Potenciální dopady změn klimatu ve sladkovodních ekosystémech



GEOGRAFICKÝ ÚSTAV
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA MU

Mgr. Karel Brabec, Ph.D.

brabec@sci.muni.cz

SYLABUS

1. Úvod – teoretické koncepty
2. Prostorové škály říční krajiny
3. Změny vodních toků v podélném profilu
4. Laterální a vertikální interakce vodních toků s okolním prostředím
5. Stojaté vody – vztahy k povodí, procesy ve vazbě na prostorové členění
6. Dlouhodobé trendy ve vývoji vodních ekosystémů
7. Sezonní dynamika faktorů prostředí a biologických společenstev
8. Teplotní režim povrchových vod
9. Ekologické aspekty průtokového režimu a hydraulických podmínek
10. Antropogenní modifikace vodních ekosystémů (se zřetelem na časoprostorové aspekty)
- 11. Potenciální dopady změn klimatu ve sladkovodních ekosystémech**
12. Časo-prostorové aspekty adaptačních opatření a revitalizací degradovaných ekosystémů
13. Případové studie

PROJEVY ZMĚN KLIMATU NA SLADKOVODNÍ EKOSYSTÉMY

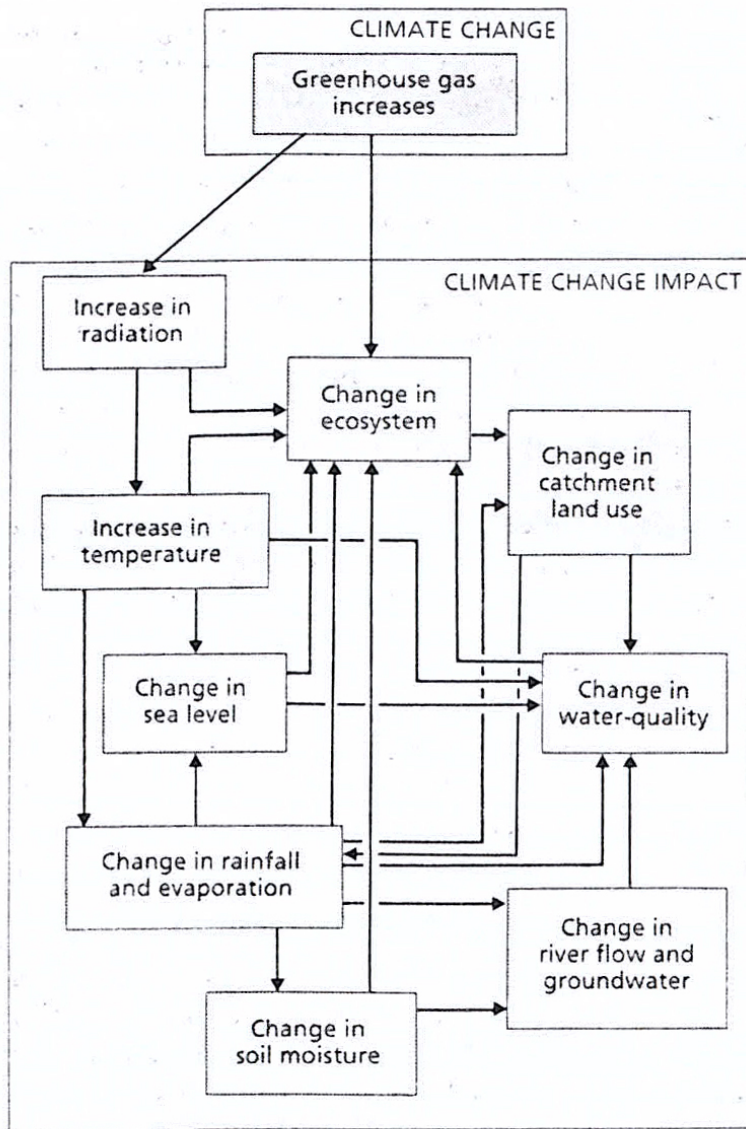
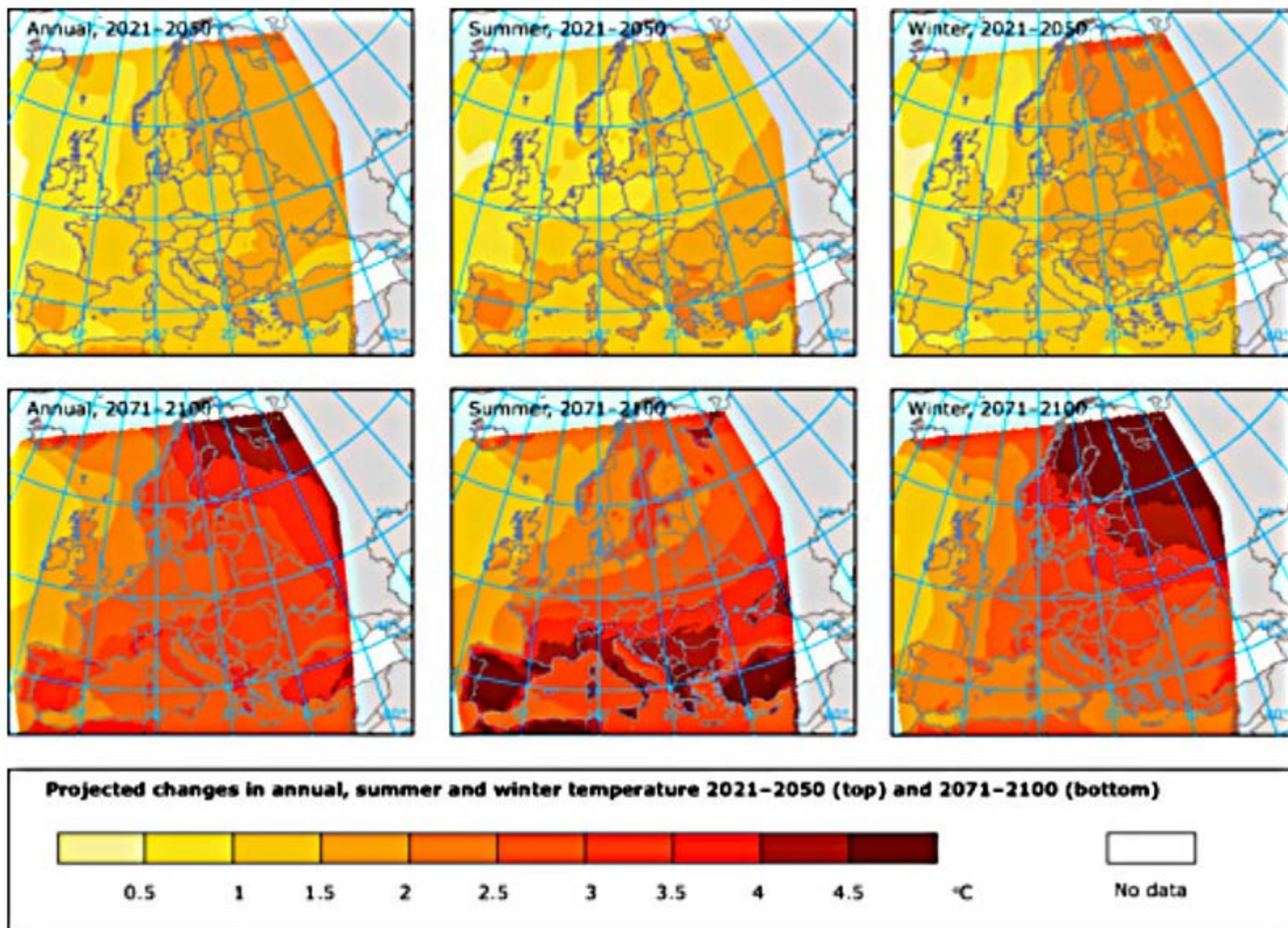
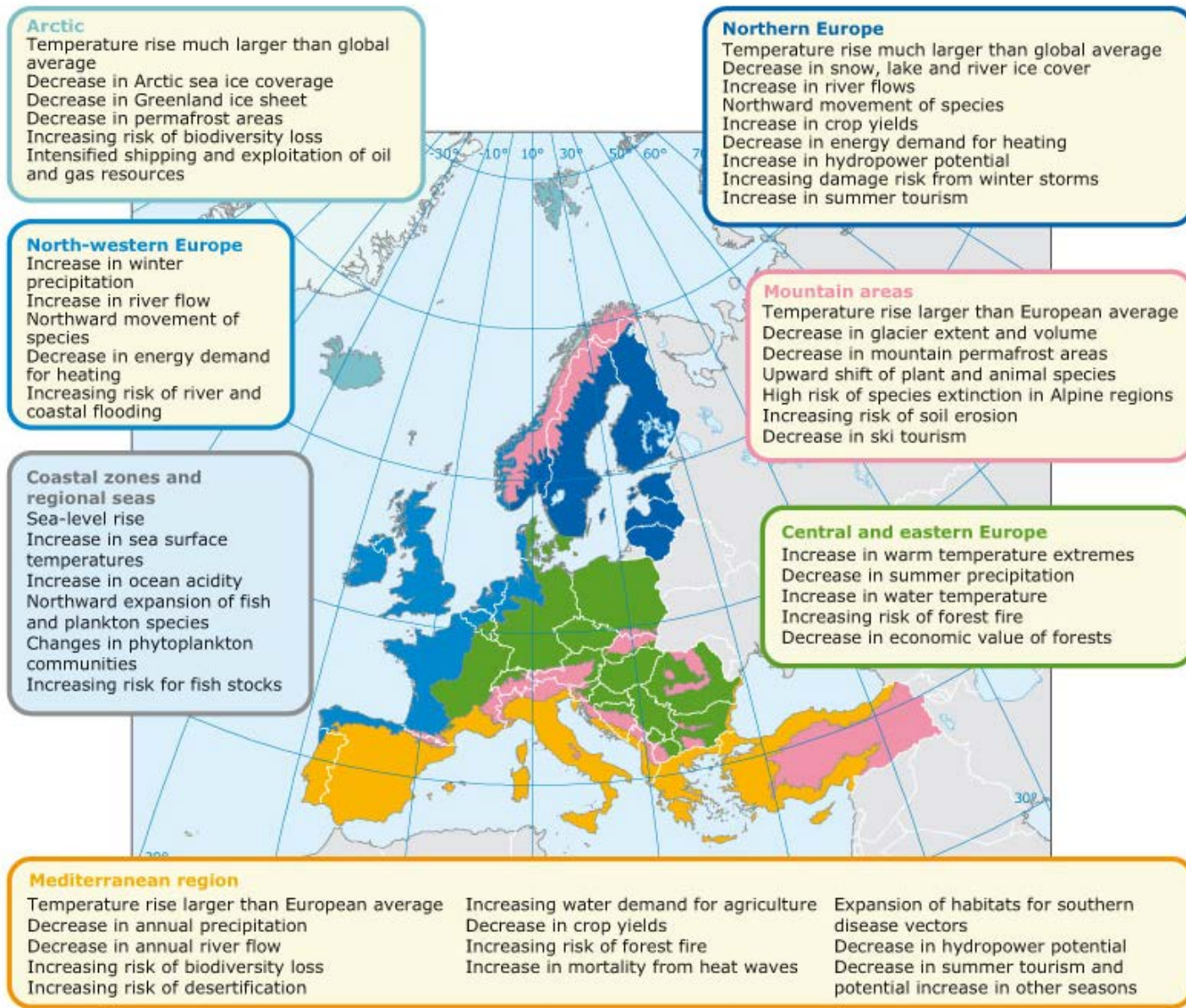


Fig. 9.1 The impact of climate change on the hydrological system.

PREDIKCE ZMĚN TEPLoty



REGIONÁLNĚ SPECIFICKÉ PROJEVY



ZMĚNY KLIMATU

- od poslední doby ledové klima na Zemi relativně stabilní (průměrná teplota okolo 14°C)
- během posledního století byl zaznamenán nárůst o 0,7°C
- většina scénářů změn klimatu předpovídá další pokračování tohoto trendu
- nárůst o 1-6°C do konce 21. století (IPCC, 2007)

EVROPA: TEPLOTA

- během dekády 2002-2011 byly zaznamenány nejvyšší teploty (o 1,3°C vyšší než průměr preindustriální doby)
- teplota v Evropě by mohla být koncem 21. stol. v průměru o 2,5-4,0°C teplejší než v období 1961-1990
- arktické oblasti se oteplují rychleji než jiné

EVROPA: TEPLOTA

- záznamy nízkého rozsahu zámrazu arktických moří byly zaznamenány v letech 2007, 2011, 2012 (představující asi polovinu stavu 80. let 20. stol.
- tání grónského ledového příkrovu se zdvojnásobil od 90. let 20. stol. (ztráta v průměru 250 miliard tun ledu každý rok v období 2005-2009)
- ledovce v Alpách od roku 1850 ztratily 2/3 svého objemu a předpokládá se další pokračování tohoto vývoje

EVROPA: SRÁŽKY

- **srážky** klesají v jižních regionech Evropy a naopak narůstají v severních
- tyto trendy se promítají do zvyšování **povodňových jevů** (zvláště na severu), vzhledem k tomu, že vyšší teploty zintenzivňují vodní cyklus
- zároveň se **vysychání toků** stává stále častějším a výraznějším v jižní Evropě
- **nízké průtoky** podle predikcí budou významně klesat v létě v jižní Evropě, ale také v dalších regionech v různé míře

EVROPA: BIOTA

- řada studií prokázala různorodé **změny** společenstev rostlin a živočichů
- například rostliny kvetou dříve během roku, dřívější **rozvoj** fytoplanktonu a zooplanktonu
- populace rostlin a živočichů se vlivem oteplování jejich původních areálů **přesunují** severněji a do vyšších nadmořských výšek
- vzhledem k tomu, že rychlost přesunu řady druhů nemusí držet krok s tempem změn klimatu a tím mohou být v budoucnu vystaveny nebezpečí **vyhynutí**

PROJEVY KLIMATICKÝCH ZMĚN VE VODNÍCH EKOSYSTÉMECH

- zvýšení povrchové teploty vody v jezerech a vodních tocích napříč Evropou
- zvýšení hypolimniové teploty ve velkých hlubokých jezerech
- redukce zamrzání jezer
- tání horských ledovců a permafrostu, což způsobuje změny průtokového režimu horských toků a uvolňování rozpuštěných látek a polutantů do povrchových vod

PROJEVY KLIMATICKÝCH ZMĚN VE VODNÍCH EKOSYSTÉMECH

- je pravděpodobné, že tyto trendy budou pokračovat
- změny průtokového režimu související s predikovanými změnami úhrnu, sezonality, intenzity a distribuce **srážek** = zvýšený transport sedimentů a živin vodním tokem do jezer a mořského pobřeží
- změny srážek, výparu a dynamiky záplav způsobí změny výšky hladiny, struktury habitatů a dobu zdržení vody v **mokřadech**

PROJEVY KLIMATICKÝCH ZMĚN VE VODNÍCH EKOSYSTÉMECH

- malé **vysychající toky a malá jezera** v teplých a suchých oblastech mohou zanikat, zatímco průtoky v současných permanentních tocích se mohou změnit na občasné; v jezerech může vzrůstat salinita
- systémy, které již dosáhly **zlomových bodů** mezi dvěma stavy se mohou měnit poměrně prudce: permanentní-občasné toky, sladkovodní-trvale salinní, nestratifikované-stratifikované jezero, dimiktický-monomiktický režim

EKOLOGICKÉ SOUVISLOSTI KLIMATICKÝCH ZMĚN

- **interakce se stresory**, které již ovlivňují vodní toky, jezera a mokřady (hospodaření s vodními zdroji, eutrofizace, acidifikace, toxické látky, hydromorfologické změny, změny využití krajiny v povodí, nepůvodní druhy)
- zjištěné i očekávané dopady se výrazně lišily mezi **typy** ekosystémů (jezera, toky, mokřady) a **klimatickými oblastmi**

chladné oblasti:

- (i) **zvýšení primární produkce** jako důsledek delší vegetační sezóny (kratší zámrz) a zvýšené uvolňování živin z půdy v povodí; (ii) **redukce populací** nebo ztráta chladnomilně stenotermních druhů (arктиčtí siveni) v důsledku vzrůstající teploty; (iii) **změny ve struktuře potravních sítí**, které v jezerech vedou k vyšší biomase fytoplanktonu a poklesu rozpuštěného kyslíku v hypolimniu stejně jako zvýšení uvolňování živin ze sedimentů

- (iv) nepříznivé dopady na **submerzní vodní rostliny** způsobené změnami světelného režimu pod hladinou (zvýšený zákal související s intenzivními srážkami a přísunem plavenin v létě;
- (v) **zvýšený drift bezobratlých** v tocích způsobený unášecí silou průtoků během tání sněhu/ledu/permafrostu

v mírném pásu a v teplých vlhkých oblastech jsou sladké vody zvláště zranitelné **eutrofizací**

- změny klimatu zřejmě naruší snahy **revitalizovat** vodní ekosystémy (prostřednictvím vlivu na teplotní, hydrologický a živinový režim)
- vyšší teplota v jezerech vede k vyšší **primární produktivitě** (více vodních květů), výraznější a delší době **letní stratifikace** provázené výraznějším vyčerpáním kyslíku v hypolimniu a zvýšeným uvolňováním **fosforu** ze sedimentů

- změny **distribuce druhů** v rámci ekoregionů a náchylnost k invazím nepůvodních druhů
- pokles celkové **biodiverzity**, narušení ekosystémových služeb
- **reakce bioty** jsou hůře predikovatelné (rozdíly mezi ekoregiony) než odezva chemických a hydrologických charakteristik

- zvýšená teplota mění **potravní vztahy**: více ryb přežívá zimu (redukce zámrazu); změna z dominance zooplankton+makrofyta na ryby+fytoplankton
- změna **srážkového režimu** (více zimních a intenzivnější v létě) může způsobit větší přísun živin pocházející z eroze zemědělské půdy a častějších zahlcení čističek odpadních vod

- v tocích představuje zvýšení **teploty stres** pro ryby a bezobratlé s vyššími nároky na rozpuštěný kyslík – změny struktury společenstev; **změny habitatů** losovitých ryb a chladnomilně stenotermních bezobratlých (ústup z mnoha fluviálních systémů střední a jižní Evropy)
- změny srážkového režimu (pattern/intensity) a s nimi spojené riziko **nízkých průtoků** mění říční habitaty a biologická společenstva (snížení O₂ a riziko eutrofizace)

- **vysychání mokřadů** může vést ke ztrátám vodní bioty a invazím nemokřadních druhů (např. lesních); na druhé straně vyšší výskyt extrémních srážkových událostí a zimních záplav se projeví vlhčím charakterem mokřadů v mírném pásmu = **pozitivní vliv na procesy** (functioning) nivních mokřadů (koloběh živin, struktura habitatů)

v **teplých aridních oblastech** Evropy se očekává výrazný vliv změny **vlhkostní rovnováhy** na sladkovodní ekosystémy

- redukce srážek a zvýšená teplota povedou ke **ztrátám habitatů** a **změnám struktury biologických společenstev** (poklesy hladin jezer, průtoků v tocích a zvýšené míry eutrofizace)

teplé aridní oblasti

- změny **režimů vysychajících toků** (permanent – intermittent; intermittent – ephemeral)
- vliv **salinity** na potravní sítě a strukturu společenstev
- **endemické** druhy budou ohroženy ztrátami habitatů a sníženou konektivitou mezi nimi

- vyšší výpar s nízkými srážkami vede ke **snížení hladiny** vody v **mokřadech**, pro které to bude další zvýšení ohrožení (po melioračních zásazích z 19. a 20. století)
- **ochrana, obnova** stavu vodních ekosystémů, stanovišť a biodiverzity

ÚČINKY KLIMATICKÝCH ZMĚN NA VÁŽKY

předpoklady pro indikaci klimatických změn

- mobilní
- závisí na vodních i terestrických biotopech (reagují na změny biotopů a krajiny)
- dobré znalosti o biologii a ekologii
- atraktivní živočichové s dobrou determinovatelností
- jejich rozšíření je studováno po delší dobu

ÚČINKY KLIMATICKÝCH ZMĚN NA VÁŽKY



Figure 1. Broad Scarlet or Scarlet Darter (*Crocothemis erythraea*, male) – maybe the best studied dragonfly species showing range expansion as a result of climatic changes. Photo: J. Ott.

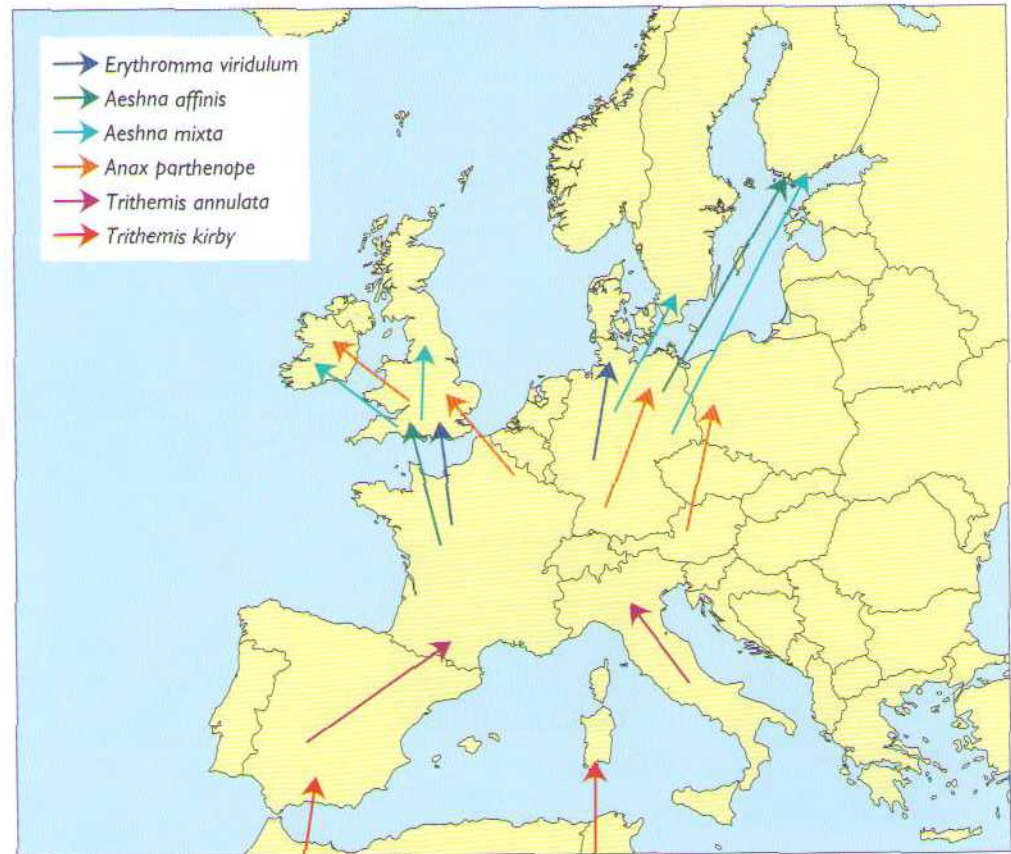
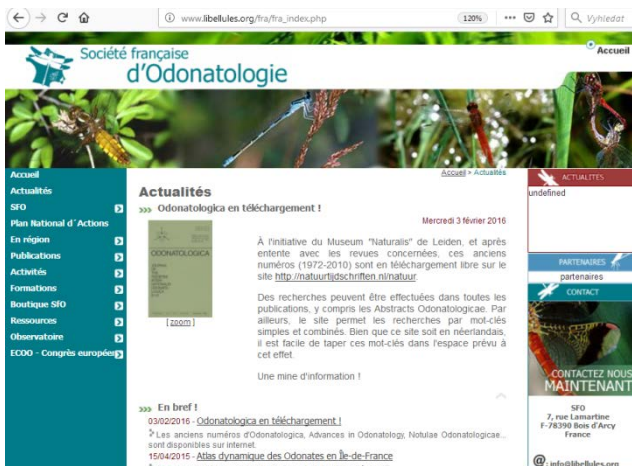


Figure 2. Range expansion of Mediterranean and African Odonata in Europe – some examples.

ÚČINKY KLIMATICKÝCH ZMĚN NA VÁŽKY

Crocothemis erythraea – první špička (tajícího) ledovce

- od konce 70. let zaznamenáno postupné šíření Německem na sever (2008 u severní hranice s Dánskem)
- šíření také v Nizozemí, Polsku, do Velké Británie
- za příčinu je považováno zvyšování teploty
- i další druhy původně z oblasti Středozeemí se šíří na sever
- www.libellules.org, www.sudenkorento.fi



www.libellules.org/fra/fra_index.php

Société française d'Odonatologie

Actualités

Odonatologica en téléchargement !

Mercredi 3 Février 2016

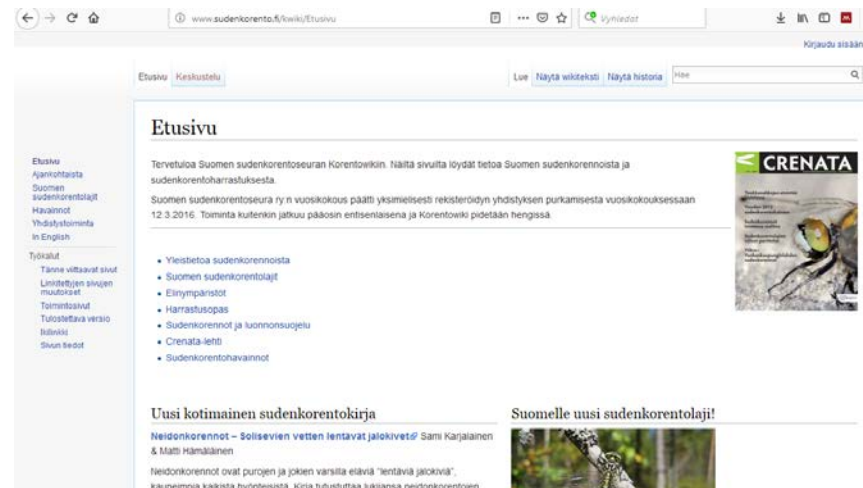
À l'initiative du Museum "Naturalis" de Leiden, et après entente avec les revues concernées, ces anciens numéros (1972-2010) sont en téléchargement libre sur le site <http://matuur.tidschriften.nl/natuur>.

Des recherches peuvent être effectuées dans toutes les publications, y compris les Abstracts Odonatologicae. Par ailleurs, le site permet les recherches par mot-clés simples et combinés. Bien que ce site soit en néerlandais, il est facile de taper ces mot-clés dans l'espace prévu à cet effet.

Une mine d'information !

CONTACTEZ NOUS MAINTENANT

SFO
7, rue Lamarlière
F-78390 Bois d'Ancy
France
@: info@libellules.org



www.sudenkorento.fi/fiwiki/Etusivu

Etusivu

Keskustelu

Lue Näytä wikiteksti Näytä historia

Etusivu

Tervetuloa Suomen sudenkorentoseuran Korentowikin. Näitä sivuita löydät tietoa Suomen sudenkorenoista ja sudenkorentoharrastuksesta.

Suomen sudenkorentoseura ry:n vuosikokous päätti yksimielisesti rekisteröidyn yhdistyksen purkamisesta vuosikokouksessaan 12.3.2016. Toiminta kuitenkin jatkuu pääosin entisellään ja Korentowiki pidetään hengessä.

- Yleistietoa sudenkorenoista
- Suomen sudenkorentolajit
- Elinympäristöt
- Harrastusopas
- Sudenkorennot ja luonnonsuojelu
- Crenata-letti
- Sudenkorentohavainnot

Uusi kotimainen sudenkorentokirja

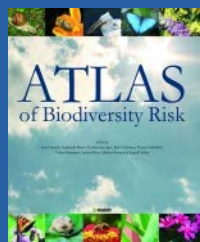
Neidonkorennot – Solisevien vetten lentävät jalokivet! Sami Karjalainen & Matti Härmäläinen

Neidonkorennot ovat purojen ja jokien varsilla eläviä "lentäviä jalkokiviä". Kauneimpia kaikista hyönteisistä. Kirja tutustuttaa lukijansa neidonkorentojen

Suomelle uusi sudenkorentolaji!

CRENATA

ÚČINKY KLIMATICKÝCH ZMĚN NA VÁŽKY

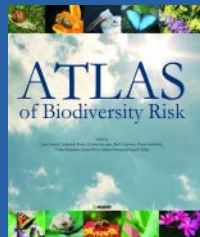


záznamy druhů původně obývajících Středozeří

Table 1. Damselfly and dragonfly species of Mediterranean origin showing clear northern range expansions in Europe compared to Askew (1988).

| Species name | Range expansion in |
|-------------------------------|--|
| <i>Coenagrion scitulum</i> | France, Germany, Belgium, Luxemburg, also in the East, e.g. in the Czech Republic, new in the Netherlands |
| <i>Erythromma lindenii</i> | North-eastern France, parts of Belgium, northern and eastern Germany, new to Poland |
| <i>Erythromma viridulum</i> | North-eastern France and Netherlands, northern Germany, new to Sweden and the UK |
| <i>Lestes barbarus</i> | Central parts of Europe, becoming more abundant, new to the UK |
| <i>Aeshna affinis</i> | Northern France and Germany, Netherlands, new to the UK and Finland |
| <i>Aeshna mixta</i> | UK up to the central parts, new to Ireland, Sweden and Finland |
| <i>Anax imperator</i> | UK up to the central parts and new to Scotland, also new to Ireland, Denmark and Sweden |
| <i>Anax parthenope</i> | Northern France, Belgium, Netherlands, northern Germany and Poland, new to UK and Ireland |
| <i>Boyeria irene</i> | North-eastern parts of France, new to Germany |
| <i>Gomphus pulchellus</i> | Northern and eastern parts of Germany, also to Austria |
| <i>Oxygastra curtisii</i> | Rediscovered in Germany after more than 50 years |
| <i>Crocothemis erythraea</i> | All central Europe, new for the UK |
| <i>Sympetrum meridionale</i> | All central Europe, up to northern Germany and Poland |
| Species name | Increasing tendency of migrations/invasions, e.g. observed in |
| <i>Anax ephippiger</i> | Germany, also reproducing, and other central European countries |
| <i>Sympetrum fonscolombii</i> | UK, Ireland, northern France, Belgium, Netherlands, Germany, Poland, partly indigenous populations (second generation) |

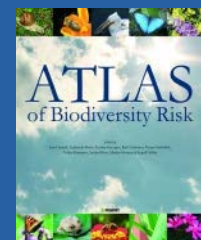
ÚČINKY KLIMATICKÝCH ZMĚN NA VÁŽKY



šíření druhů původem z Afriky a Středního Východu změny areálů eurosibiřských druhů

- dříve se vyskytovaly jen v jižním Španělsku a střední Itálii
- dnes i jižní Francie, celé Španělsko, postup Itálií na sever
- pravděpodobně kombinace více faktorů (zvyšování teplot roční průměr/letní teploty, nárůst slunečných dnů, mírnější zimy)
- změny zaznamenány i na biologii jednotlivých druhů: rychlejší vývoj nymf, více generací v roce, delší letová období
- zatím nebyl dokumentován žádný druh vážek který by se pod vlivem změn klimatu šířil na jih
- první poznatky o zmenšování areálu Eurosibiřských druhů, druhy vřesovišť (vliv změn úrovně hladiny, vysychání, nárůst teploty)

ÚČINKY KLIMATICKÝCH ZMĚN NA VÁŽKY



ohrožení vysycháním biotopů (změny srážkového režimu)



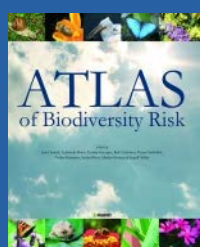
Figure 5. A water in the Palatinat in summer 2006, before drying out several moorland species, like *C. haselatum* and *L. dubia*, were present with big populations. Photo: J. Ott.



Figure 6. A small river (Vezzola) in Abruzzi Mountains (Italy) in fall 2007, dried out for a long time. Photo: J. Ott.

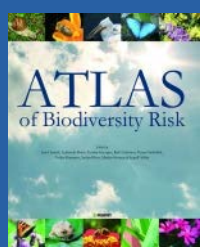
ÚČINKY KLIMATICKÝCH ZMĚN NA VÁŽKY

srovnání severní a jižní polokoule



- vážky (Odonata) jako modelová skupina
- účinky klimatu na distribuci a ekologii druhů vážek
- rozdíly mezi severní a jižní polokoulí?
- šíření **středomořských druhů** o stovky km během posledních 20-30 let (britské ostrovy, Skandinávie)
- v současné době dochází ke kolonizaci jižní Evropy africkými druhy, které tak rozšiřují areál na sever
- odlišná situace v **jižní Africe** – klimatické limity (bottlenecks), cykly (El Niño)
- mnohé savanové druhy jsou ekologicky oportunistické a tolerantní k široké škále biotopů/habitatů (Van Huyssteen & Samways, 2009)

ÚČINKY KLIMATICKÝCH ZMĚN NA VÁŽKY srovnání severní a jižní polokoule



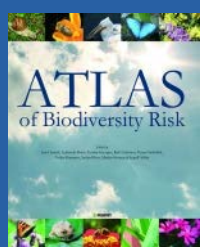
- geografické rozšíření některých druhů se zmenšuje v suchých obdobích a následně oportunisticky expanduje během vlhčích etap (*Orthetrum robustum*)



<https://www.warwickarboton.co.za/images/DF%20jpgs/113-Orthetrum-robustum-Kosi-Bay-CD14-5470.jpg>

ÚČINKY KLIMATICKÝCH ZMĚN NA VÁŽKY

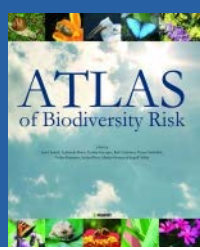
srovnání severní a jižní polokoule



- vedle změn v geografickém rozšíření dochází i k posunům v rámci **nadmořské výšky** (nárůst diverzity i redukce horských citlivých druhů)
- ztráta habitatů se specifickým teplotním režimem a zvyšování podílu **habitatových generalistů**
- při nejmenším na jižní polokouli je složité určit jestli došlo ke zvětšení rozsahu nadmořské výšky obývaného daným druhem
- příčinami je „pozadový šum“ prehistorických změn klimatu a současná výrazná cykličnost klimatu – to může překrývat lokální dopady lidské činnosti

ÚČINKY KLIMATICKÝCH ZMĚN NA VÁŽKY

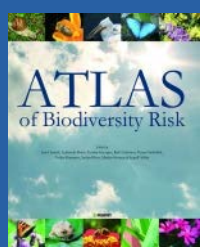
srovnání severní a jižní polokoule



Změny fenologie vážek

- dřívější výlet imág, změny voltinismu z univoltinních na bivoltinní v severních zemích severní polokoule
- prodloužení sezóny letajících dospělců
- časem možná de-synchronizace výletu imág
- na jižní polokouli jsou opět tyto jevy více maskovány geografickou rozmanitostí a meziroční variabilitou

ÚČINKY KLIMATICKÝCH ZMĚN NA VÁŽKY srovnání severní a jižní polokoule



vliv vysychání

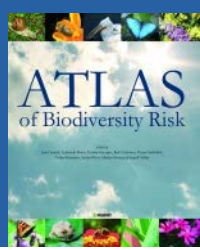
- eliminace společenstev
- krátkodobé vysychání – zvýhodnění druhů s velkou schopností kolonizace a krátkým vývojovým cyklem (r-stratégové)



Figure 1. Dried out water body near Kaiserslautern (Germany) in 2006: once a habitat of the endangered moorland species *Coenagrion hastulatum*. Photo: J. Ott.

ÚČINKY KLIMATICKÝCH ZMĚN NA VÁŽKY

srovnání severní a jižní polokoule



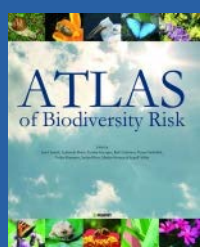
vliv invazních druhů

- invazní druhy ryb a korýšů (vážky potravou)
- invazní druhy pobřežních stromů v jižní Africe omezují osídlení vodního tělesa vážkami (změna chemismu vody, hlavní je ale zastínění)



Figure 2. The parthenogenetic Crayfish *Procamburus* sp. – in Germany an alien species e.g. found in the Palatinate – preying upon a dragonfly larva (*Libellula quadrimaculata*). Photo: J. Ott.

ÚČINKY KLIMATICKÝCH ZMĚN NA VÁŽKY srovnání severní a jižní polokoule



vliv invazních druhů

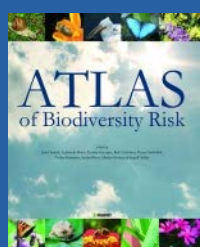


Figure 4. Shown here is a fully restored stream after alien pines had been removed. The recovery of the local odonate fauna has been remarkable, indicating how their populations can be restored once a key threat has been addressed. Photo: M. J. Samways.



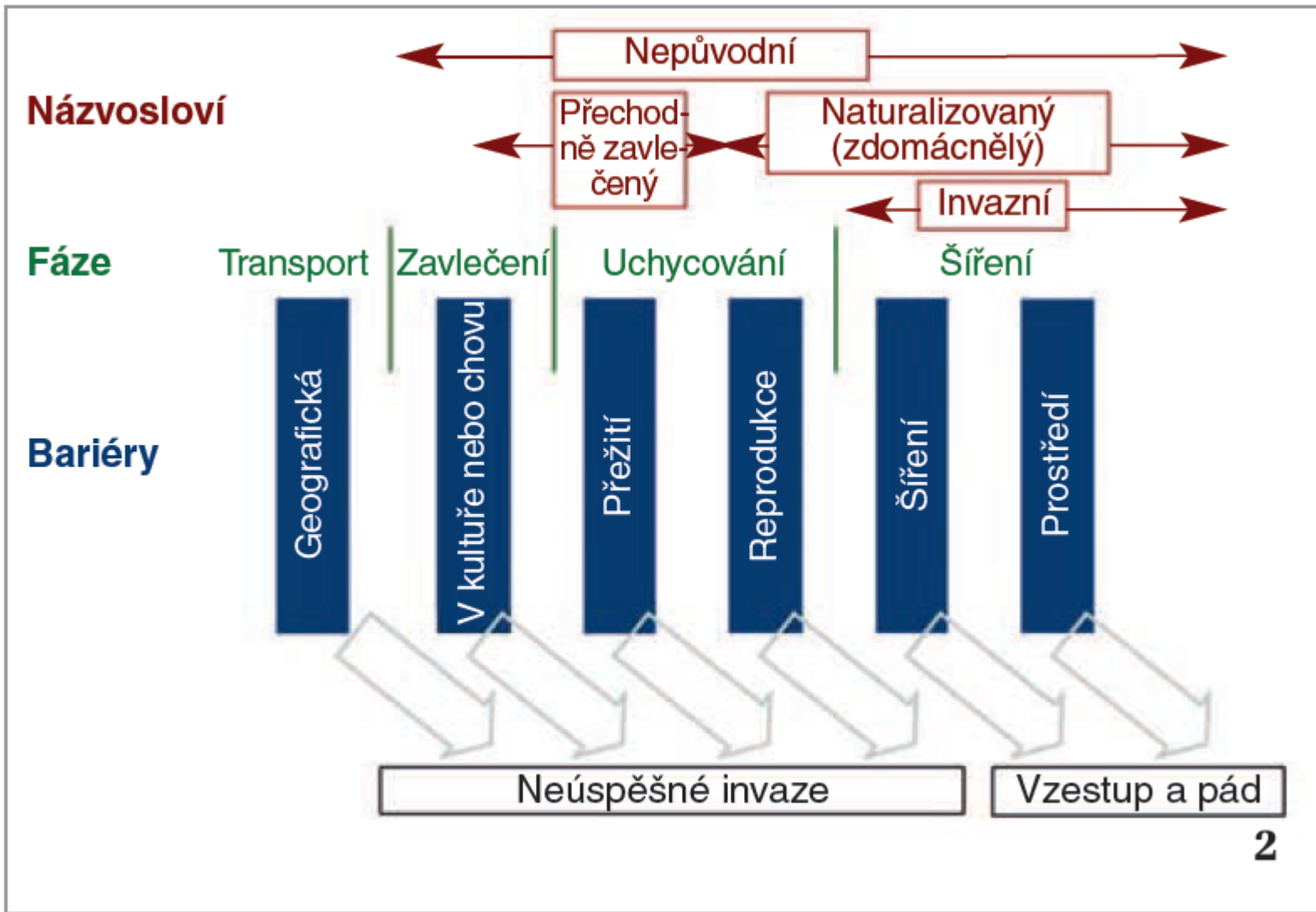
Figure 5. *Syncordulia venator*, a threatened endemic species which has benefited enormously from the removal of alien trees. Photo: M. J. Samways.

ÚČINKY KLIMATICKÝCH ZMĚN NA VÁŽKY srovnání severní a jižní polokoule

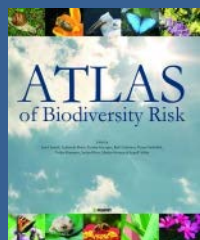


ohrožené druhy

- ohrožené biotopy (vřesoviště, horské oblasti)
- druhy vyžadující stabilní podmínky (úroveň hladiny)
- malé populace, plošková/nespojité distribuce, izolované populace



VODNÍ CESTY A INVAZE ORGANISMŮ



Risk Assessment of Aquatic Invasive Species' Introductions via European Inland Waterways

VADIM E. PANOV, BORIS ALEXANDROV, KESTUTIS ARBACIAUSKAS, ROSA BINIMELIS, GORDON H. COPP, MICHAL GRABOWSKI, FRANCES LUCY, ROB S.E.W. LEUVEN, STEFAN NEHRING, MOMIR PAUNOVIĆ, VITALIJ SEMENCHENKO & MIKHAIL O. SON



Figure 1. Important European waterways and invasion corridors for the spread of aquatic species (after Galil et al. 2007, modified). Main canal number: 1 – Volga-Don Canal, 2 – Volga-Baltic Canal, 3 – White Sea – Baltic Sea Canal, 4 – Bug-Prpyat Canal, 5 – Vistula-Oder Canal, 6 – Havel-Oder Canal, 7 – Mittelland Canal, 8 – Dortmund-Ems Canal, 9 – Rhine-Herne Canal, 10 – Ludwig Canal and Main-Danube Canal, 11 – Rhine-Rhône Canal, 12 – Canal du Centre, 13 – Canal de Briar, 14 – Rhine-Marne Canal, 15 – Kiel Canal. Solid red arrows indicate the Southern meridian invasion corridor and the Northern meridian invasion corridor.

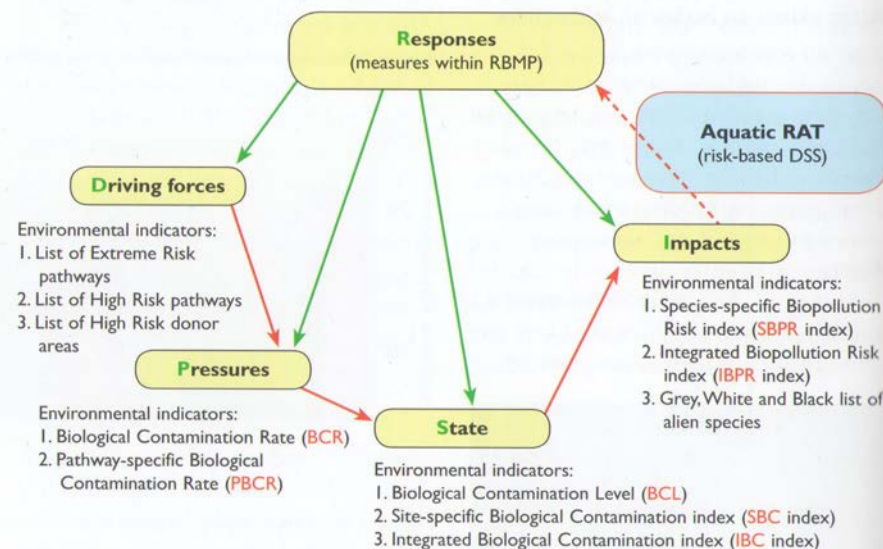


Figure 2. Environmental indicators and Risk Assessment Toolkit (RAT) for introductions of aquatic invasive species in the DPSIR framework (after Panov et al. 2009, modified). RBMP – River Basin Management Plans, DSS – Decision Support System on aquatic invasive species (for description of specific environmental indicators see text).

Labský koridor

1. vodní cesta využívaná pro vnitrozemskou nákladní lodní dopravu
2. napojení na evropskou síť vodních cest
3. antropogenní vlivy na řeku samotnou

lodě představují důležitý vektor pro vodní bezobratlé (přichycení na povrchu nebo v balastní vodě)



Labský koridor

3. antropogenní vlivy na řeku samotnou (jezy, znečištění – uvolněný prostor pro invazní druhy především měkkýšů a korýšů)

Kanál chladičského okruhu opatovické elektrárny (v pozadí).
V tomto kanálu se celoročně udržuje teplota vody mezi 20
a 35 °C – jde tedy o zdroj tepelného znečištění řeky Labe
nad Pardubicemi.



Mechovnatka jemná
(*Urnatella gracilis*), velikost 1–6 mm

Invaze labským koridorem

- korbikula asijská (*Corbicula fluminea*)
- rak pruhovaný
- krab čínský (*Eriocheir sinensis*) - od 30. let 20. stol.; rozmnožování v moři; k nám migrují několik let od Severního moře; u nás okraj areálu – nepředpokládá se další šíření (ale může šířit patogen račího moru)
- jediná sladkovodní kreveta zaznamenaná na našem území – *Atyaephyra desmarestii* (zatím nevytvořila životaschopnou populaci)

úspěšné invaze:

- vidlonožec *Hemimysis anomala*
- blešivec velkohrbý neboli ježatý (*Dikerogammarus villosus*) - negativní vliv na společenstva makrozoobentosu (killer shrimp)
- stejnonožec *Jaera istri*
- tykadlovci (*Corophium curvispinum* a *C. robustum*)

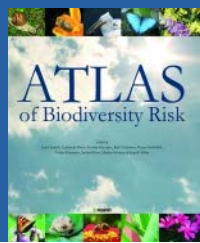
VODNÍ INVAZNÍ DRUHY - ROZSIVKY

Didymosphenia geminata (“ didymo ”, nebo “rock snot”)

- stélkatá rozsivka
- tekoucí vody chudé na N a P
- invaze na Novém Zélandu



ÚČINKY KLIMATICKÝCH ZMĚŇ V JEZERECH



jezera v subpolárních oblastech

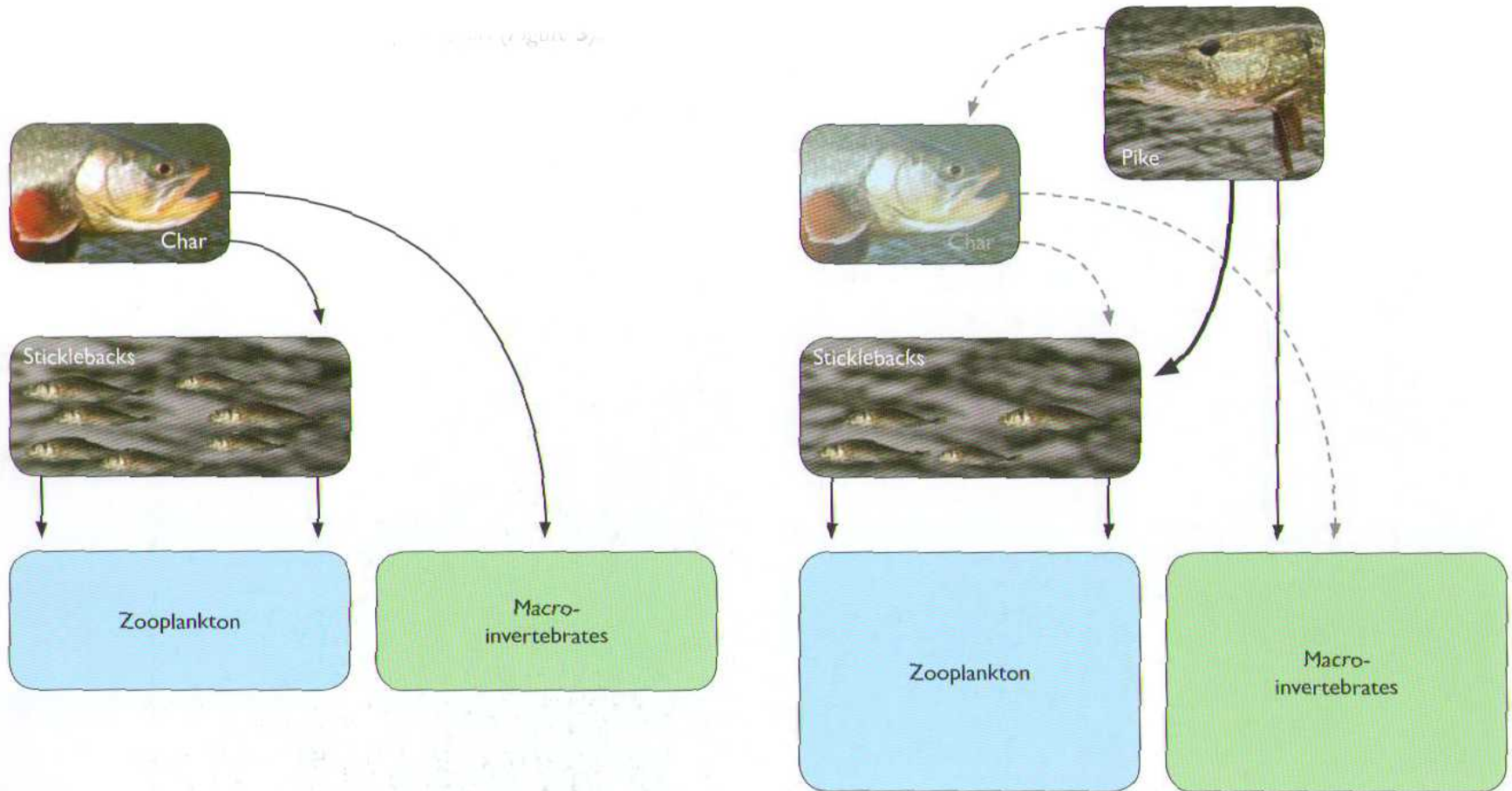
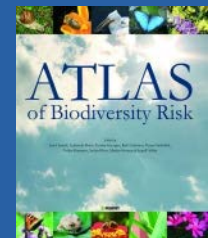


Figure 3. Warming at high latitudes means higher temperature in lakes which permit invasion of less cold tolerant species. Pike invasion into a subarctic lake following a ten year period of increasing water temperatures (Byström et al. 2006) had dramatic consequences for existing char and stickleback populations with top-down effects on lower trophic levels. Temperature isolines were derived from regional data of annual air temperature means for the period 1961-1990 (Source: Vedin et al. 1995).

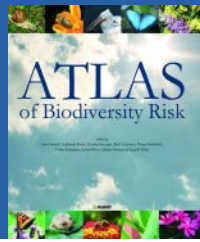
ÚČINKY KLIMATICKÝCH ZMĚN V JEZERECH



Abiotické charakteristiky

- jezera jsou významným krajinným prvkem polárních, subpolárních a boreálních oblastí (až 10% plochy)
- zdroj potravin (ryby), rekreační využití, zdroj pitné vody
- převažují malé vodní útvary (<1 km²), nízká produktivita a dlouho zamrzlá (6-9 měsíců)
- **vliv teploty vzduchu na produktivitu a diverzitu v jezerech:**
 - i/ terestriální primární produkce = export organického uhlíku a minerálních živin
 - ii/ doba zamrzlé hladiny

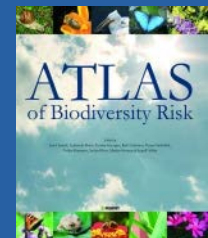
ÚČINKY KLIMATICKÝCH ZMĚN V JEZERECH



Produktivita

- studená, chudá na živiny a průhledná jezera – extrémně nízká produkce ve vodním sloupci (až 90% primární produkce je vázáno na bentické habitaty – povrch na živiny bohatých jemných sedimentů)
- oteplení představuje přísun organických látek zbarvujících vodní sloupec a s tím související pokles prostupnosti pro světlo
- trofické sítě se stávají závislými na bakteriální organické hmotě napojené na allochtonní zdroj uhlíku
- výsledkem je pokles produktivity v jezerech

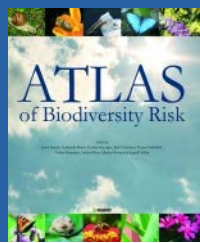
ÚČINKY KLIMATICKÝCH ZMĚN V JEZERECH



Biodiverzita

- v **chladných jezerech** dominance bentických trofických sítí
- bentičtí bezobratlí nejvyšším článkem tohoto subsystému
- vrcholovými konzumenty jsou ryby (siven)
- v **teplejších podmínkách** se při velkém přísunu organické hmoty vyvíjejí na dně společenstva tolerující nízké koncentrace kyslíku (larvy pakomárů)
- ryby více využívají pelagické zdroje
- teplota reguluje **rozšíření jednotlivých druhů ryb**
- siven se prosadí v chladných podmínkách lépe než např. štika nebo okoun (kterým se otevírá prostor až při zvýšení teploty)
- invaze štiky do ustálených společenstev sivena a koljušky mění uspořádání trofických sítí i relativní zastoupení jednotlivých druhů

ÚČINKY KLIMATICKÝCH ZMĚN V JEZERECH



SOUHRN

- produktivita: zvýšená terestrická produktivita = zvýšený přísun organické hmoty
- zbarvení vody organickými látkami = menší prostupnost **světla** = menší produkce v jezerech
- bakteriální rozklad allochtonní organické hmoty na úkor primární produkce = snížení produkce
- zvýšení teploty – migrace štik (druhů s širší teplotní valencí, které jsou jinak omezovány studenými podmínkami), které nabourávají potravní sítě (siven, koljuška)



Pracovníci hodonínského rybářství odklízají uhynulé ryby z rybníku Nesyt

Zdroj: CTK Autor: Václav Sálek