



# Vliv převládajícího charakteru počasí na fungování nádrže Římov a množství, složení a sezónní dynamiku fytoplanktonu

Petr Znachor a Jiří Nedoma

Hydrobiologický ústav, Biologické centrum AV ČR  
Na Sádkách 7, České Budějovice, Česká republika

e-mail: [znachy@gmail.com](mailto:znachy@gmail.com), [www.fytoplankton.cz](http://www.fytoplankton.cz)









# Římov





# Římov





# Římov

Stavba dokončena v roce 1979, vodárenská funkce,  
protipovodňová ochrana

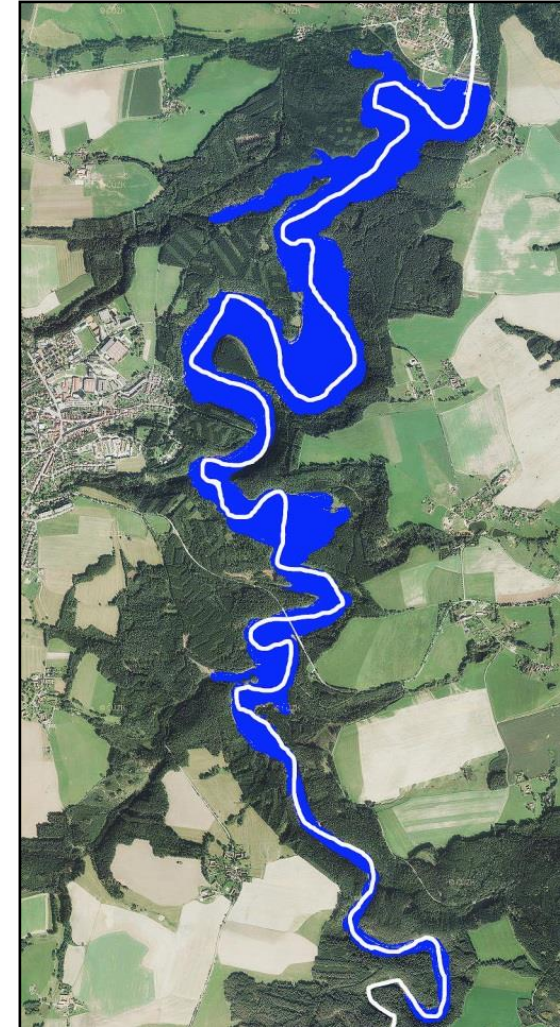
Délka – 13,5 km, plocha – 2,06 km<sup>2</sup>, objem – 34,5 mil.  
m<sup>3</sup>, max. hloubka – 43 m, prům. hloubka – 16,5 m,  
doba zdržení ~ 100 dnů

Komplexní dataset – denní data o počasí a teplotě vody  
u hladiny

Pravidelný monitoring u hráze v třítýdenních  
intervalech – 17 měření za rok – chemie, limnologie,  
biologická data – fyto a zooplankton, ryby jednou ročně

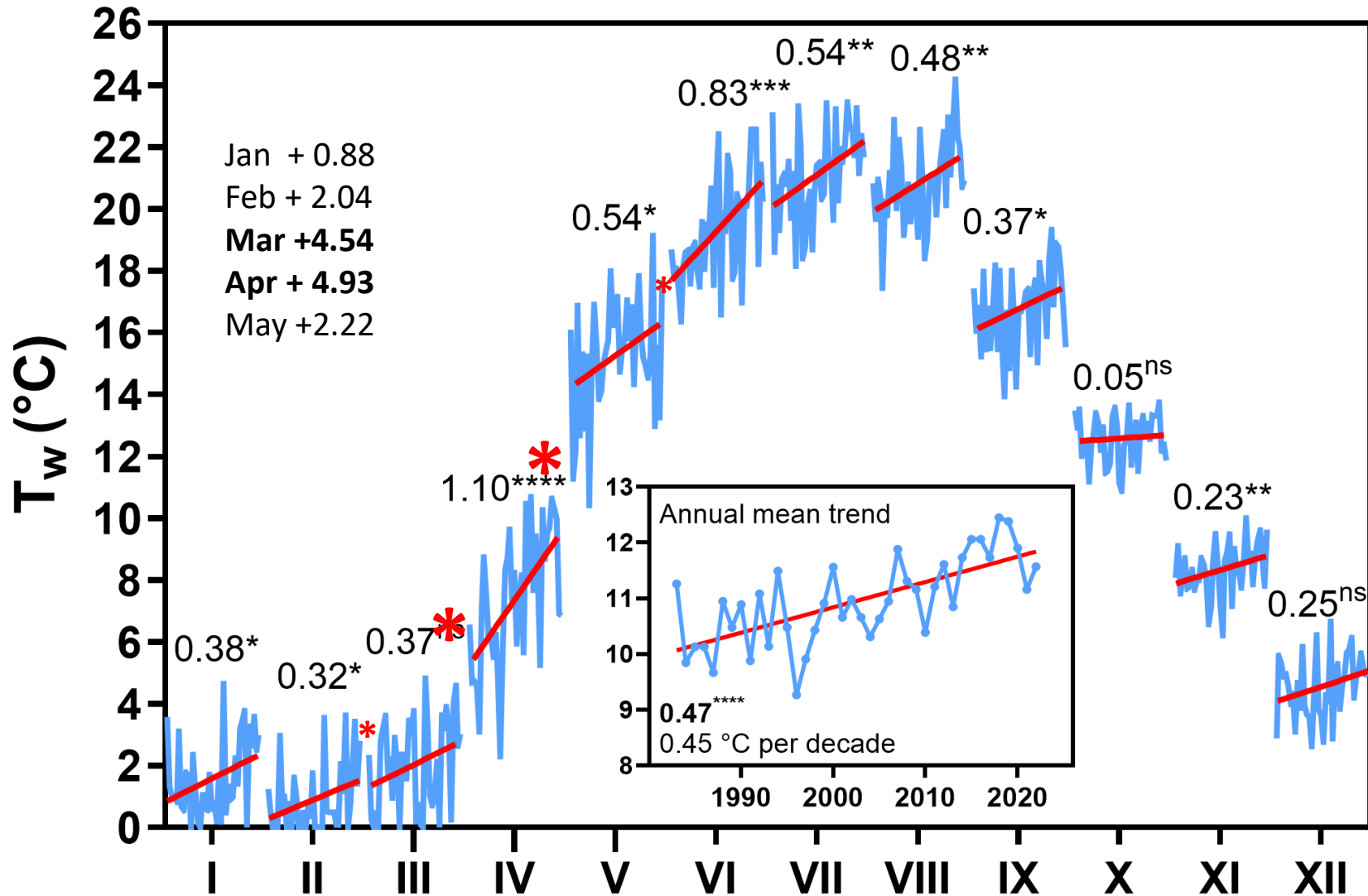
Fytoplankton od roku 1983

Analyzované období 1983–2022

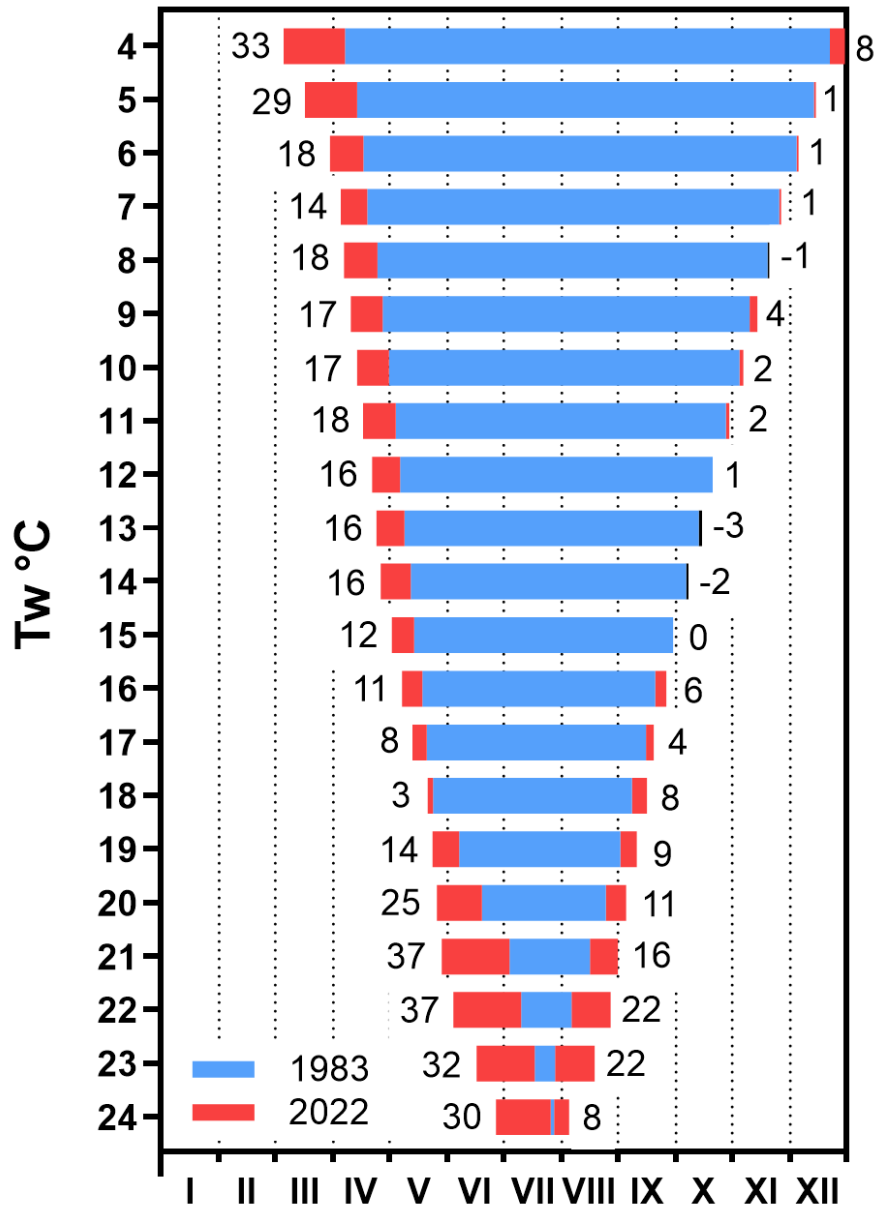




# Římov 1983–2022: teplota vody u hladiny – denní data







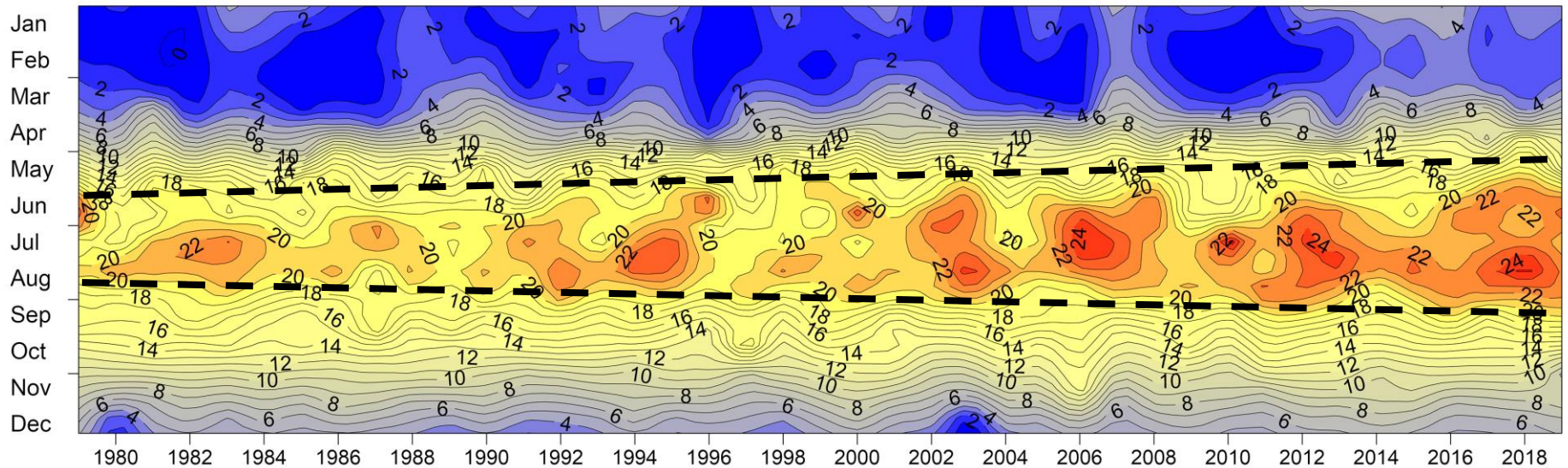
## Římov 1983 – 2022: fenologické posuny teploty vody v hladinové vrstvě

Dosažení teploty 4 °C na jaře – jarní míchání – uspíšení o jeden měsíc (33 dnů, k podzimnímu míchání dochází jen v některých letech

Došlo k prodloužení „sinicové vegetační sezóny“ (definovaná teplotou vody u hladiny 20 °C) o 36 dnů, začátek uspíšen o 25, konec opožděn o 11 dnů



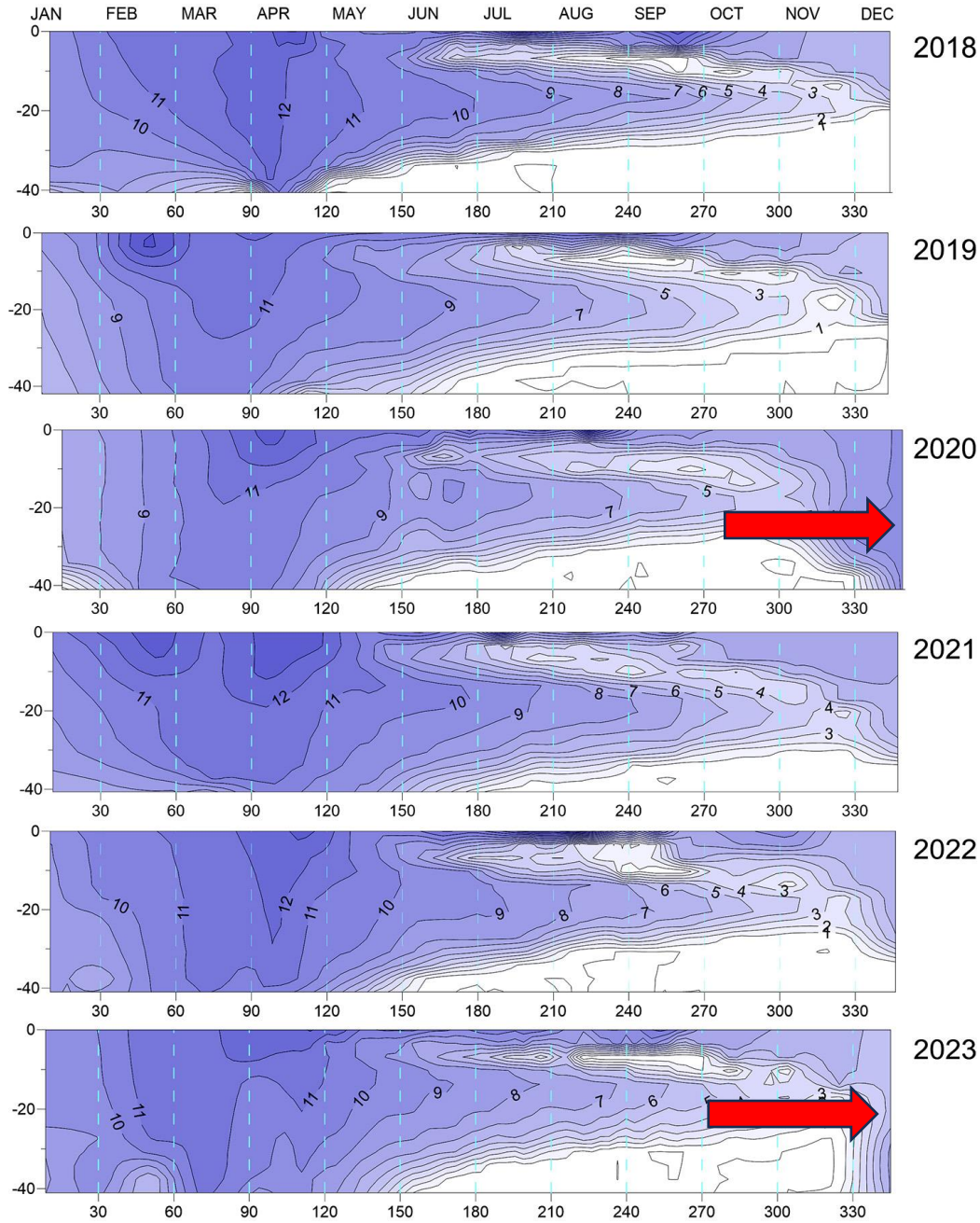
## Římov 1983 – 2022: fenologické posuny teploty vody v hladinové vrstvě



### Dochází k modifikace sezónního cyklu míchání nádrže

Klasický model dimiktické nádrže – jarní a podzimní promíchání celého vodního sloupce, s rostoucí teplotou se v našich zeměpisných podmínkách předpokládá posun k monomixii (promíchání jen na jaře)

Pro Římov v některých letech již pozorujeme (míchání v období leden až březen) – přechodný stav předcházející monomixii





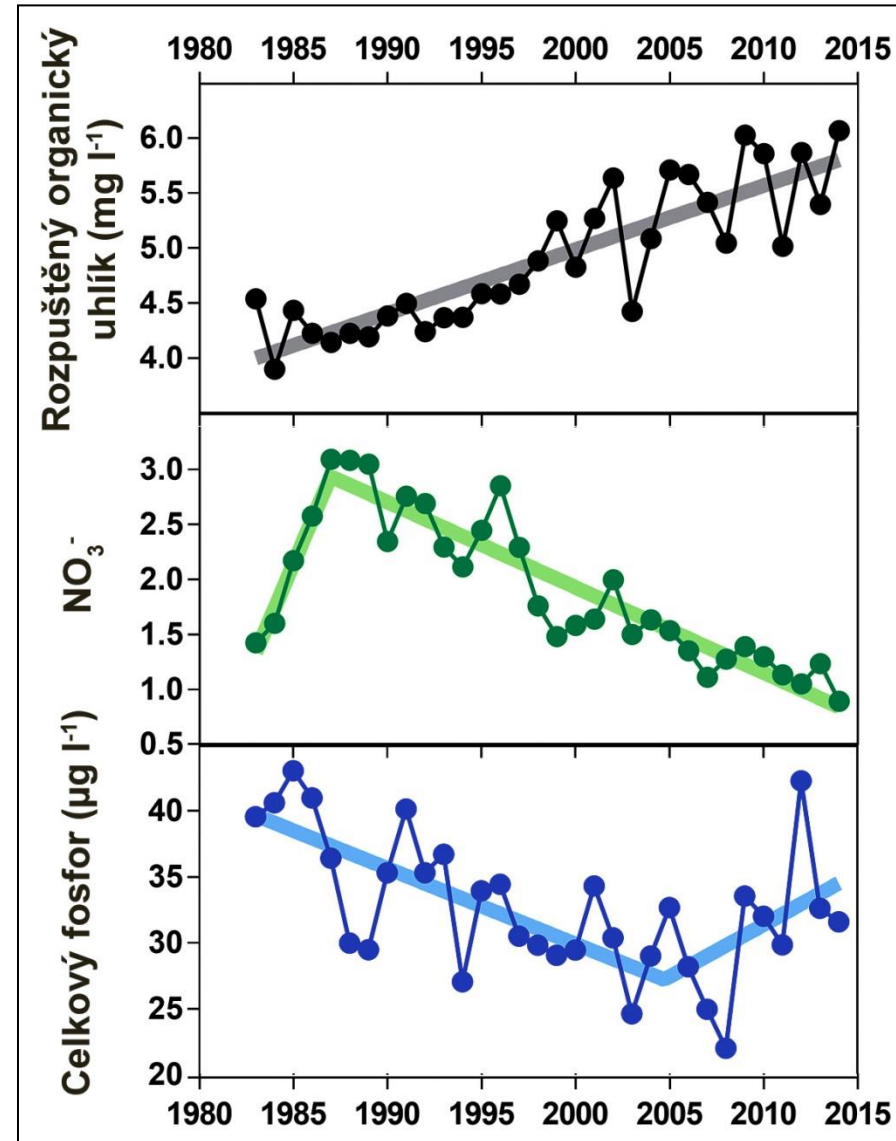
## Dlouhodobé trendy – příklady

Z 36 proměnných v období 1983–2014 pouze u čtyřech nebyl zjištěn žádný dlouhodobý časový trend

Lineární nárůst rozpuštěného organického C – hnědnutí vody v nádrži, problémy pro úpravnu vody

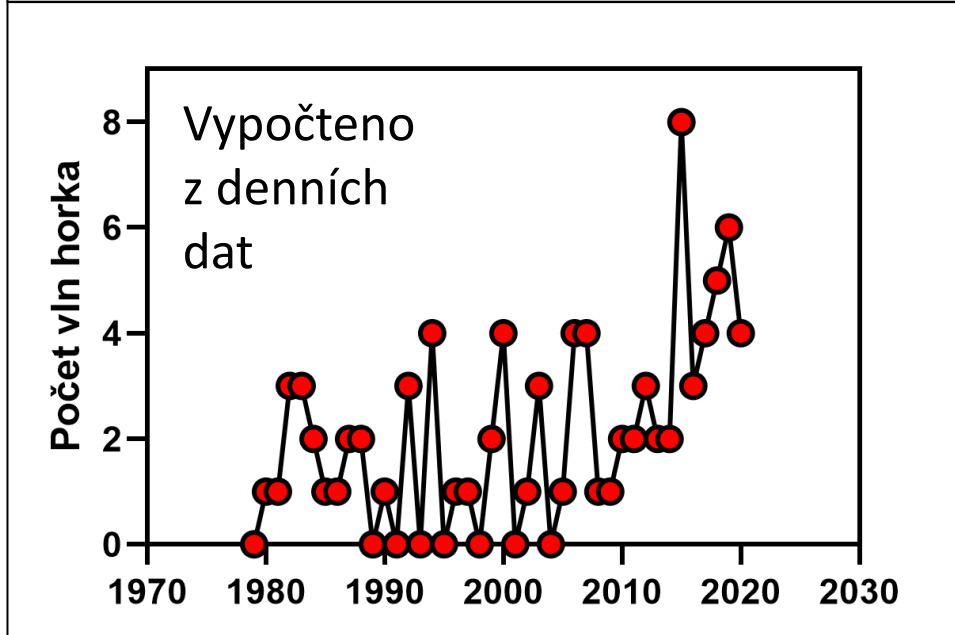
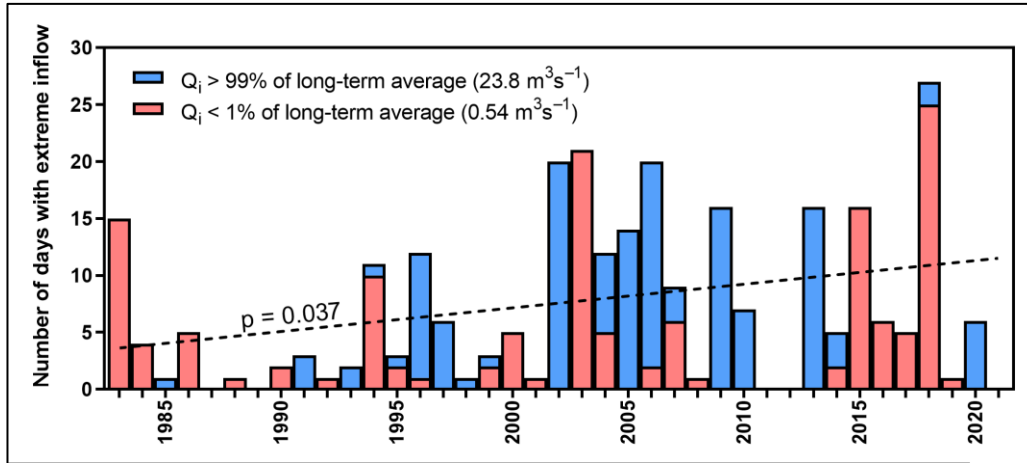
Lomený trend koncentrací dusičnanů v nádrži – zjevná souvislost se socioekonomickými změnami v povodí – snížení hnojení, chovu dobytka, úbytek zemědělství

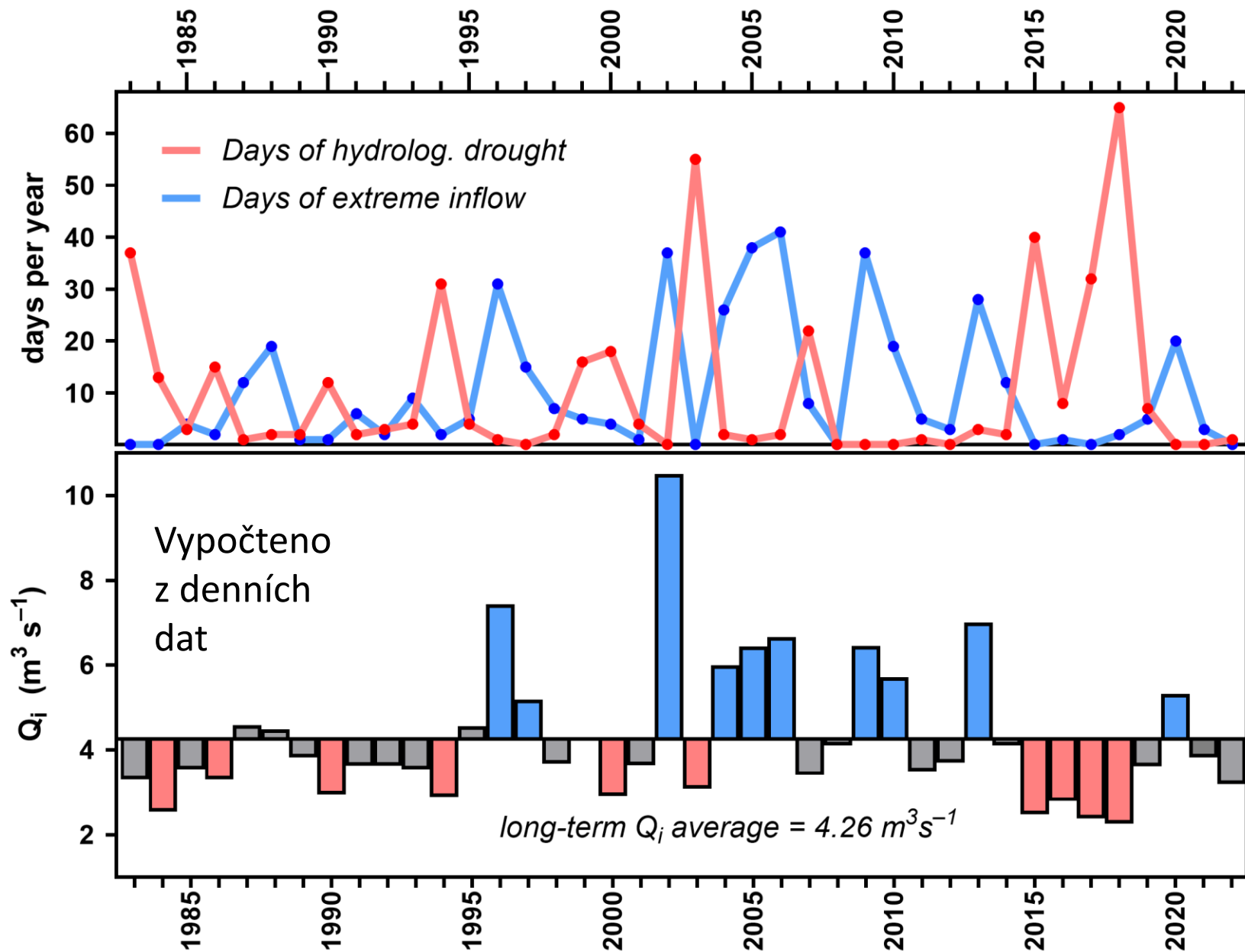
Koncentrace fosforu – ke konci roku 2014 se zdá, že dochází opět k nárůstu, avšak aktualizovaná data ke konci roku 2022 naznačují spíše pokles





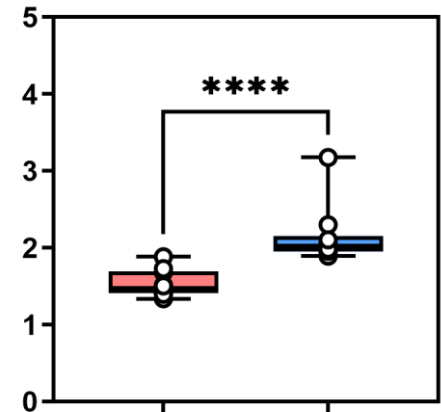
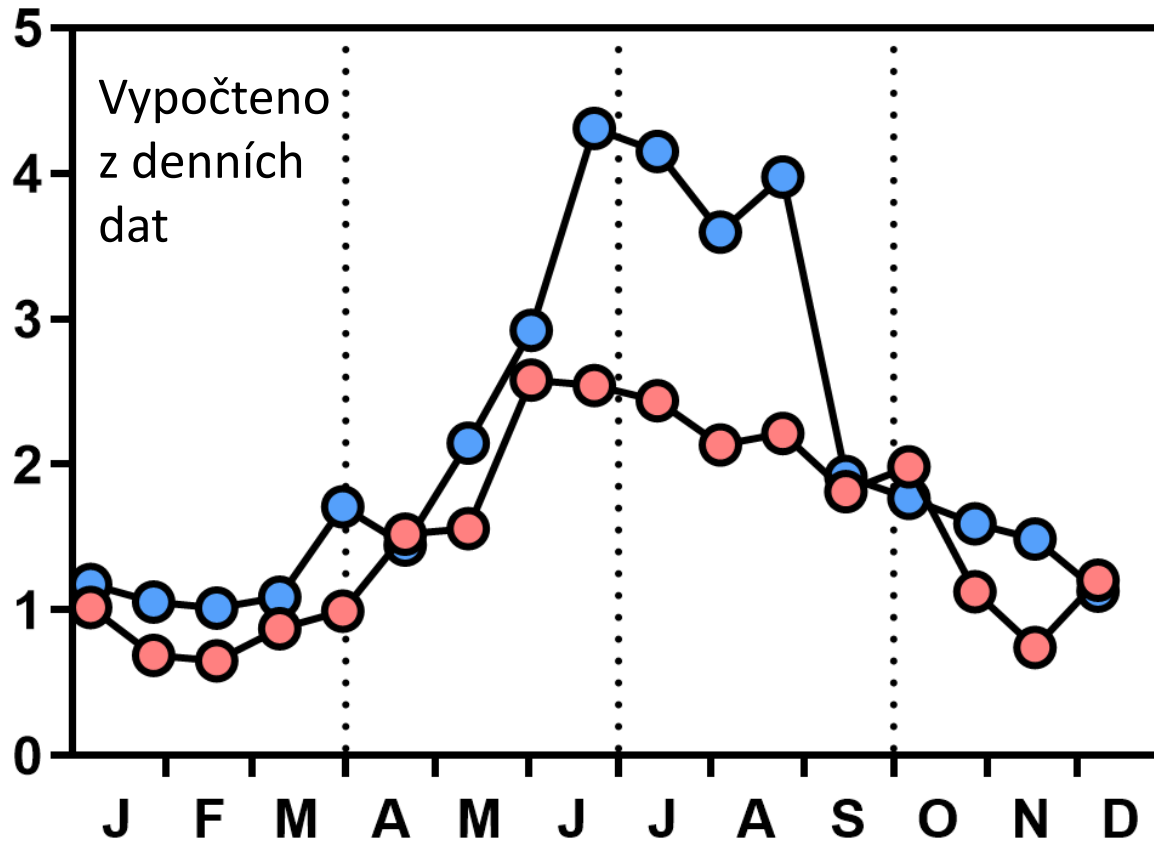
# Římov – roste četnost a intenzita meteorologických extrémů?







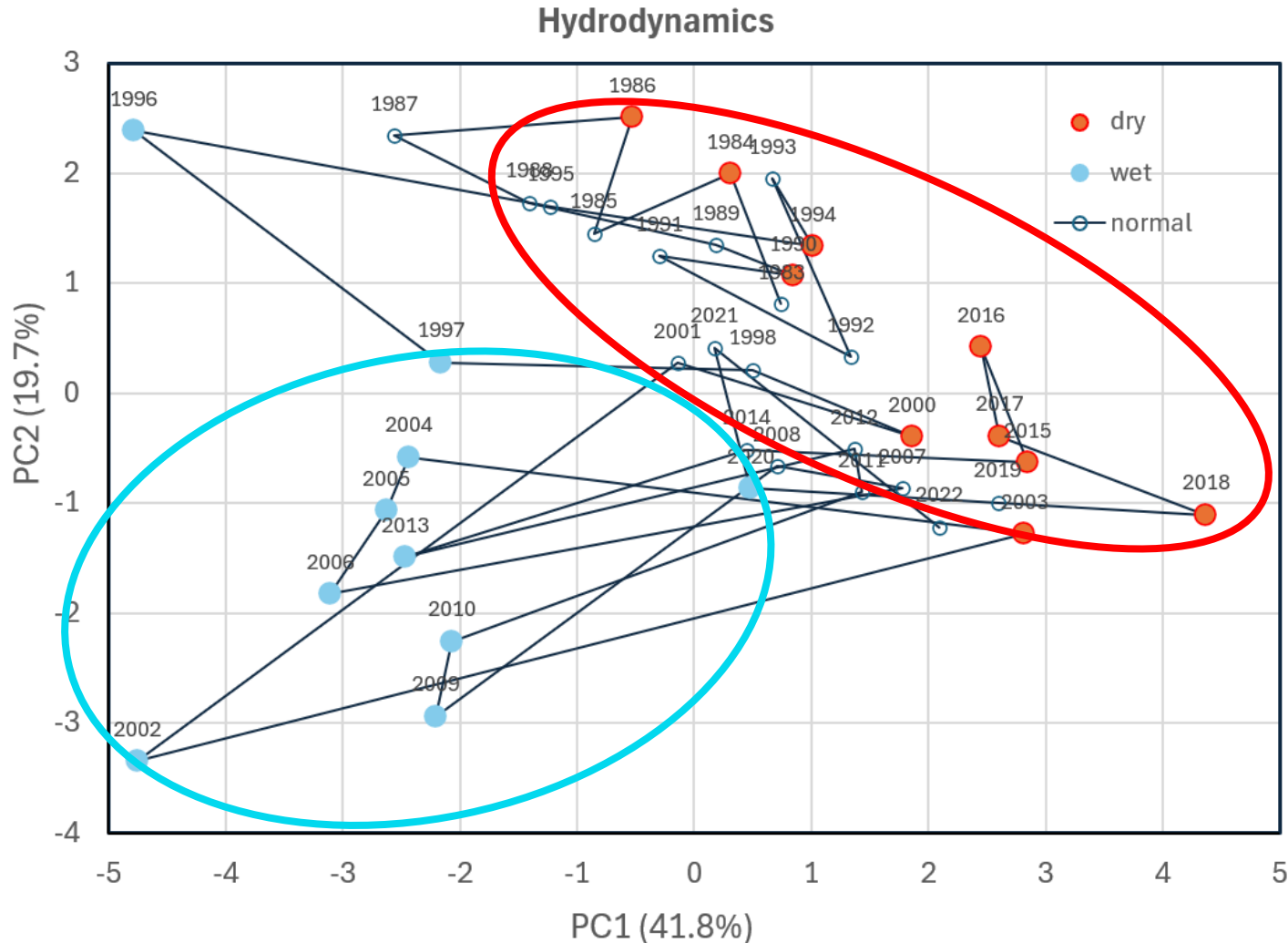
## Precipitation (mm per day)





# Vliv převládajícího charakteru počasí na hydrodynamiku nádrže

## Principal Component Analysis

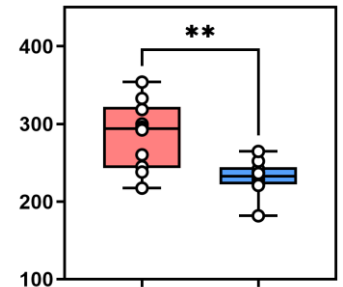
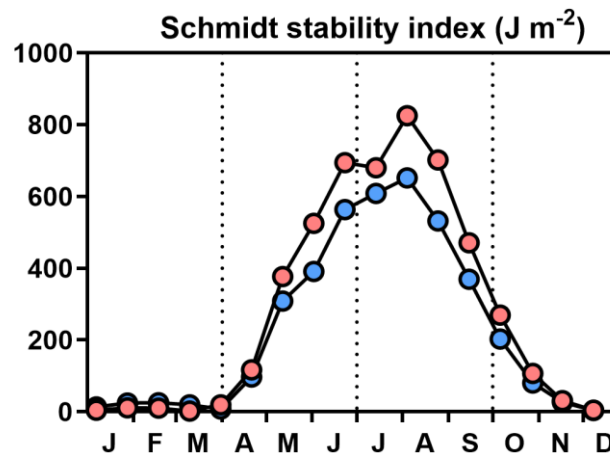
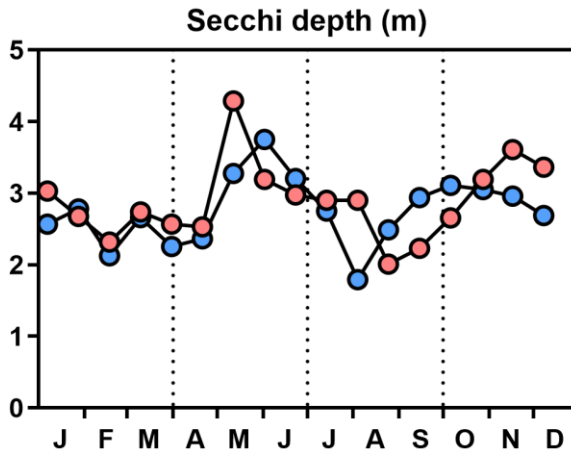
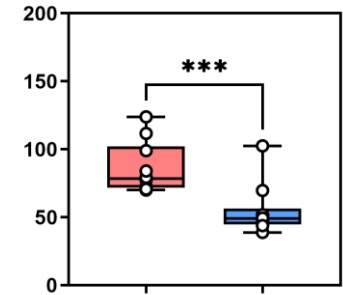
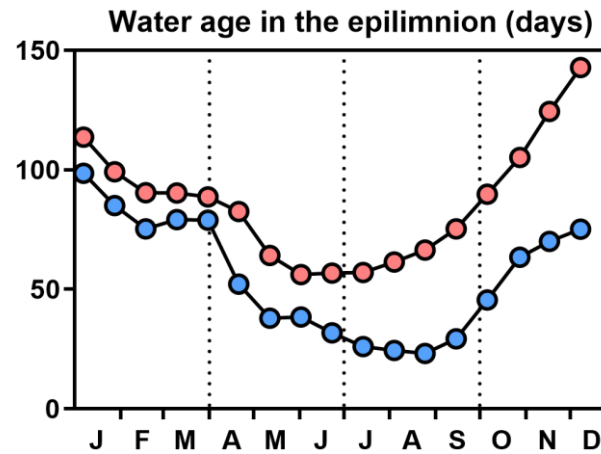
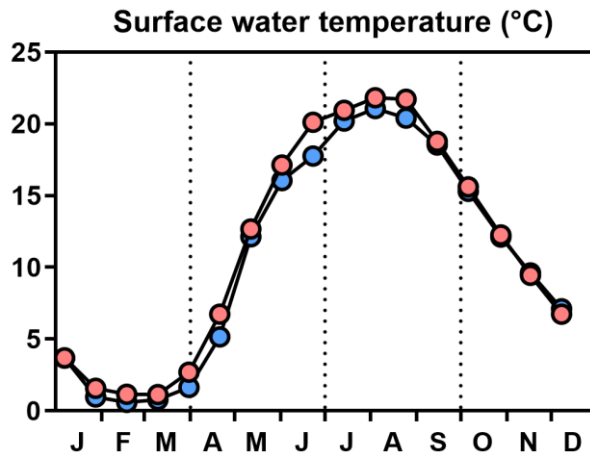






# Vliv převládajícího charakteru počasí na hydrodynamiku nádrže

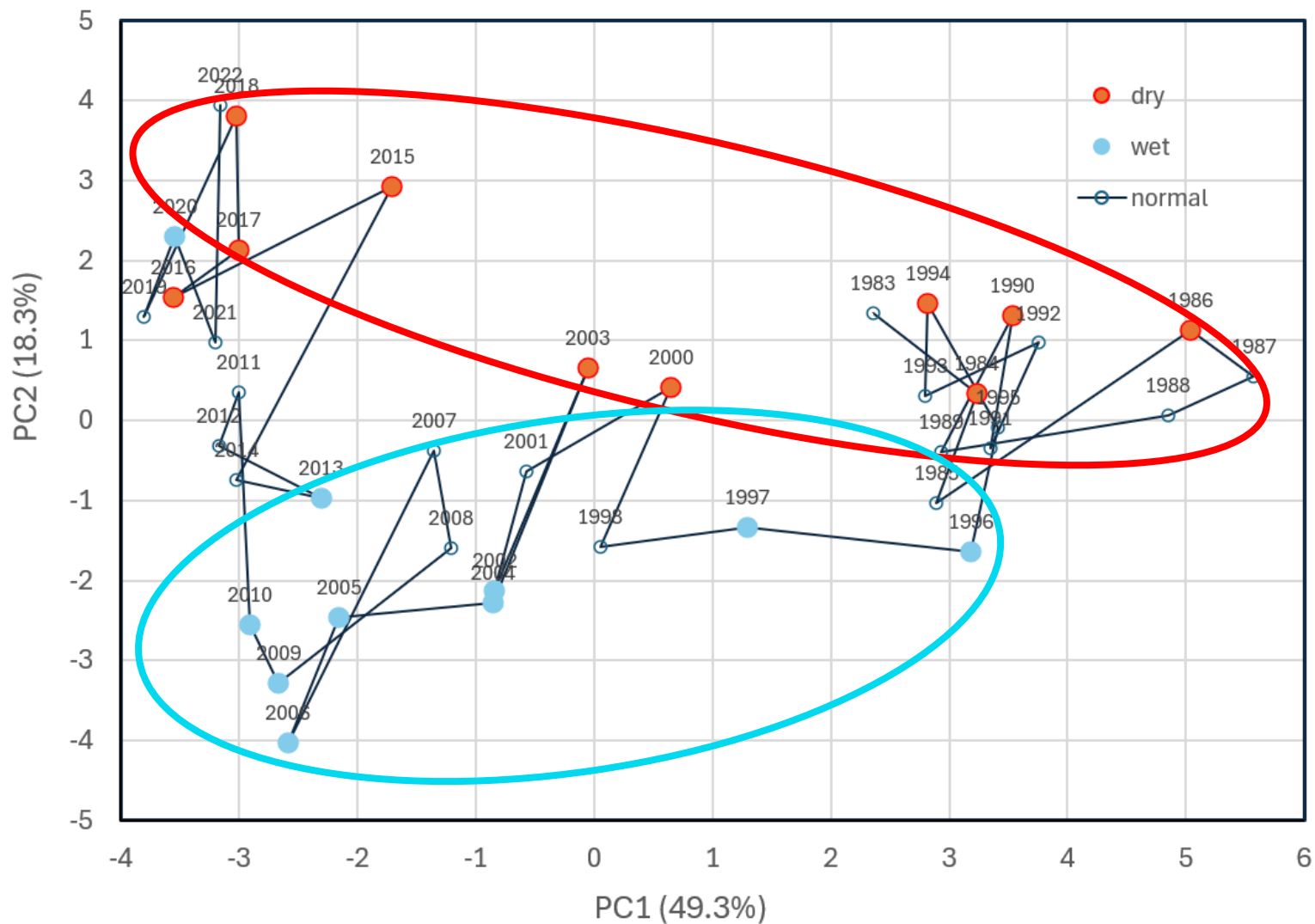
Nevýznamné rozdíly v teplotě vody u hladiny a průhlednosti, v suchých letech významně delší doba zdržení vody v epilimniu a vyšší stabilita vodního sloupce





# Vliv převládajícího charakteru počasí na chemické složení vody v nádrži

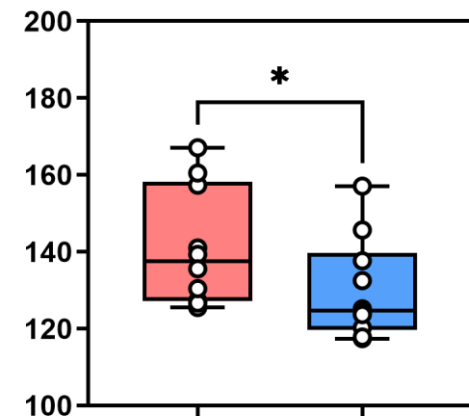
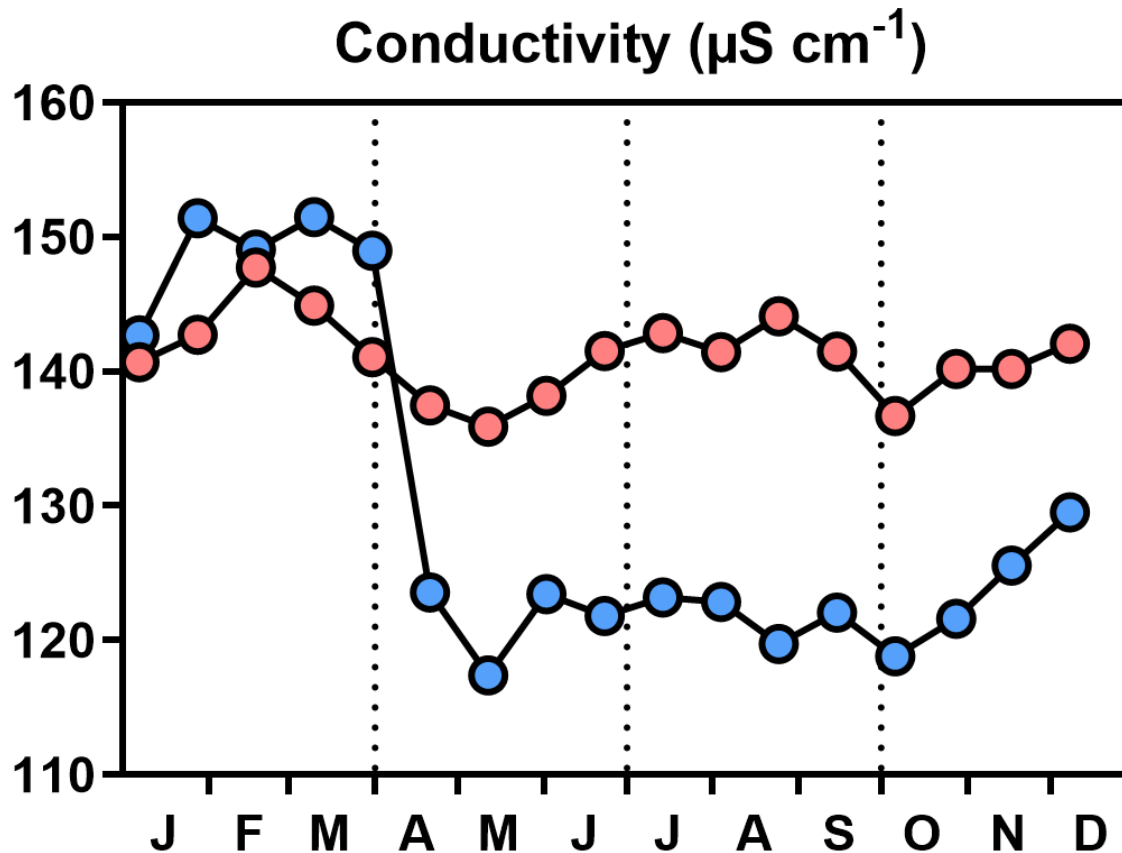
Hydrochemistry





## Vliv převládajícího charakteru počasí na chemické složení vody v nádrži

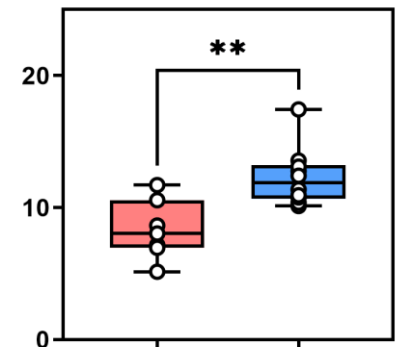
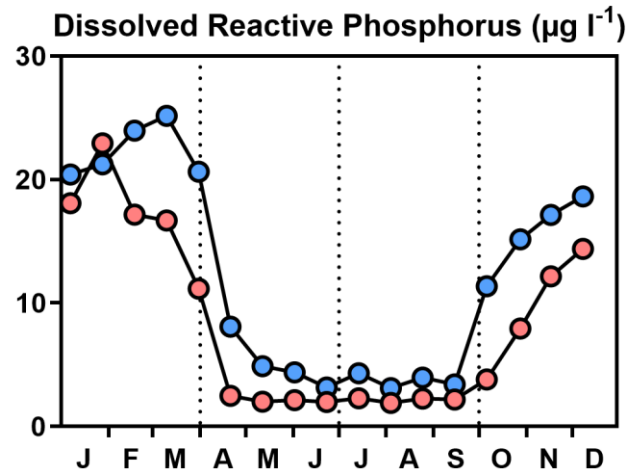
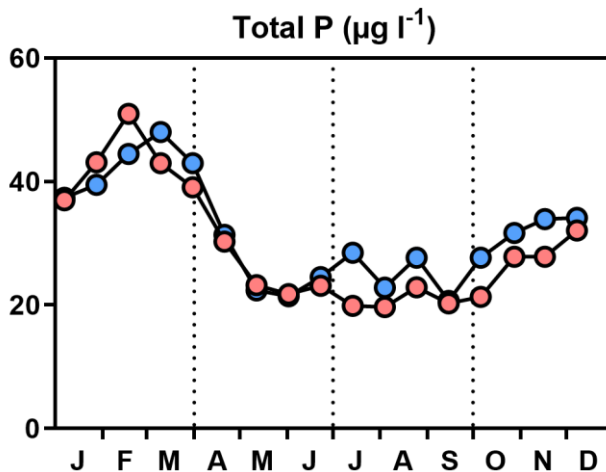
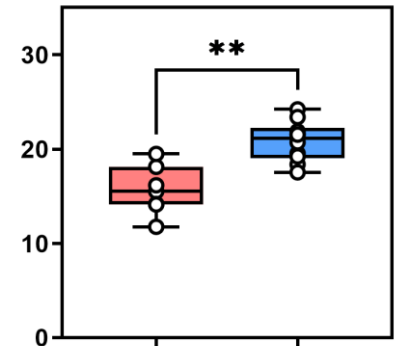
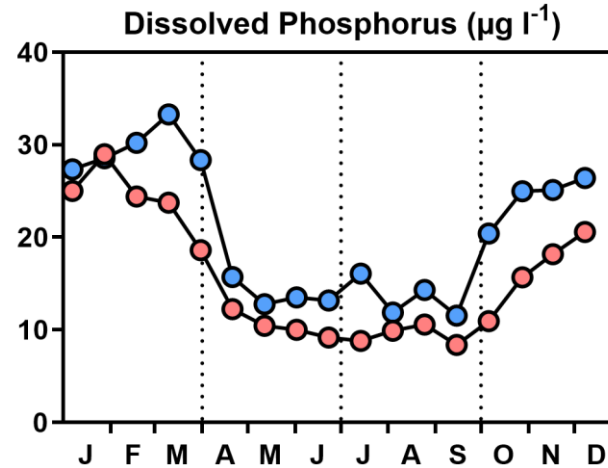
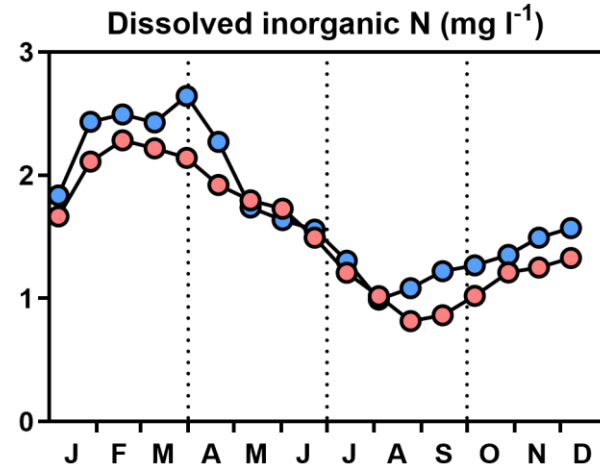
V deštivých letech významně nižší koncentrace hlavních iontů ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ) jako důsledek naředění





## Vliv převládajícího charakteru počasí na chemické složení vody v nádrži

Žádný rozdíl v dostupnosti anorganických forem dusíku ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ) a celkového P, ale výrazně nižší koncentrace rozpuštěných forem P v suchých letech

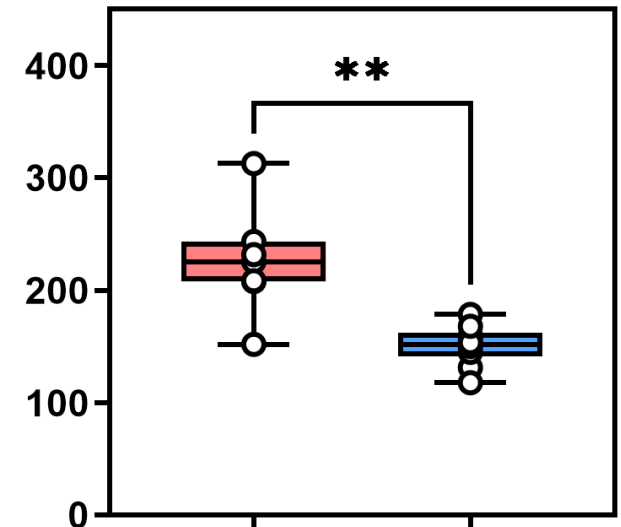
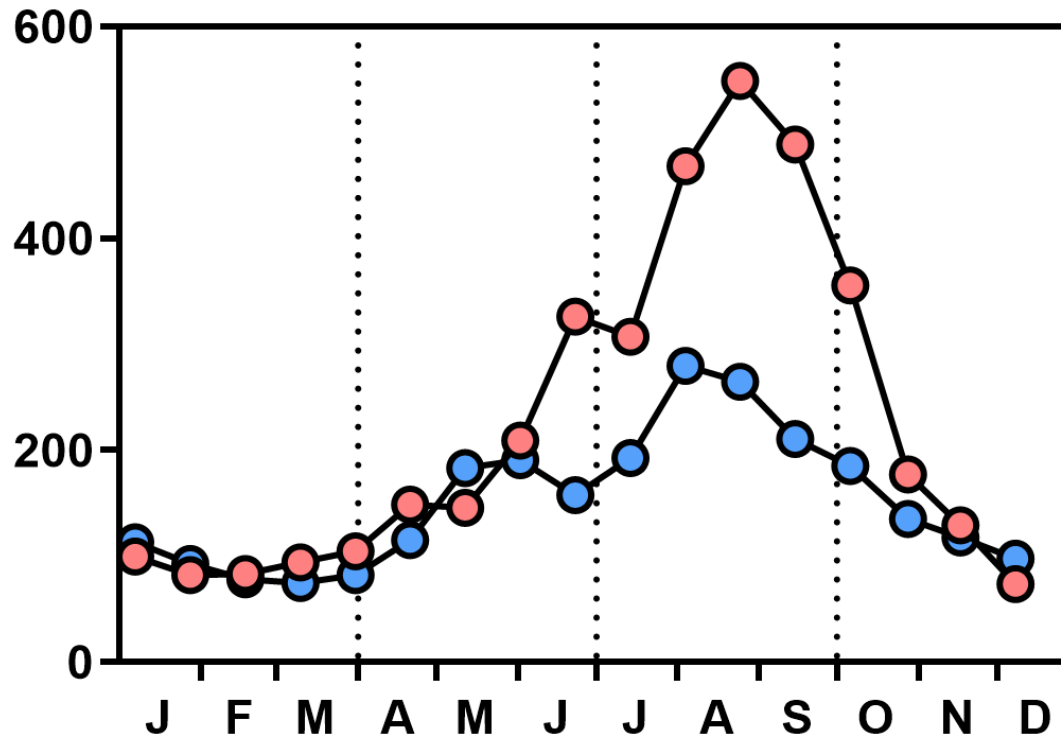




## Vliv převládajícího charakteru počasí na chemické složení vody v nádrži

Výrazně vyšší sestonické C/P poměry v suchých letech („optimální“ Redfieldův C/P poměr je 106) naznačují větší limitaci růstu fytoplanktonu

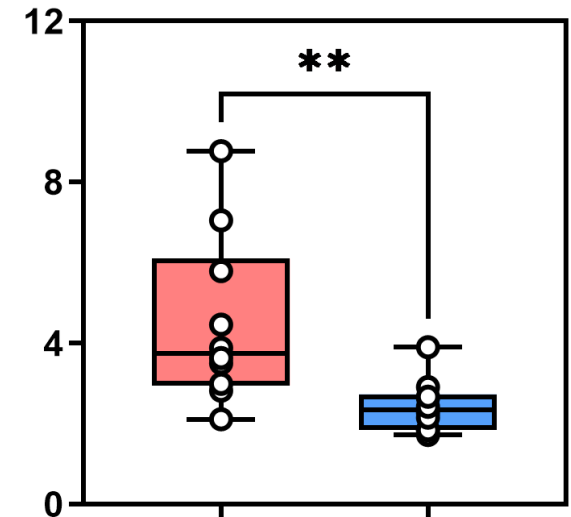
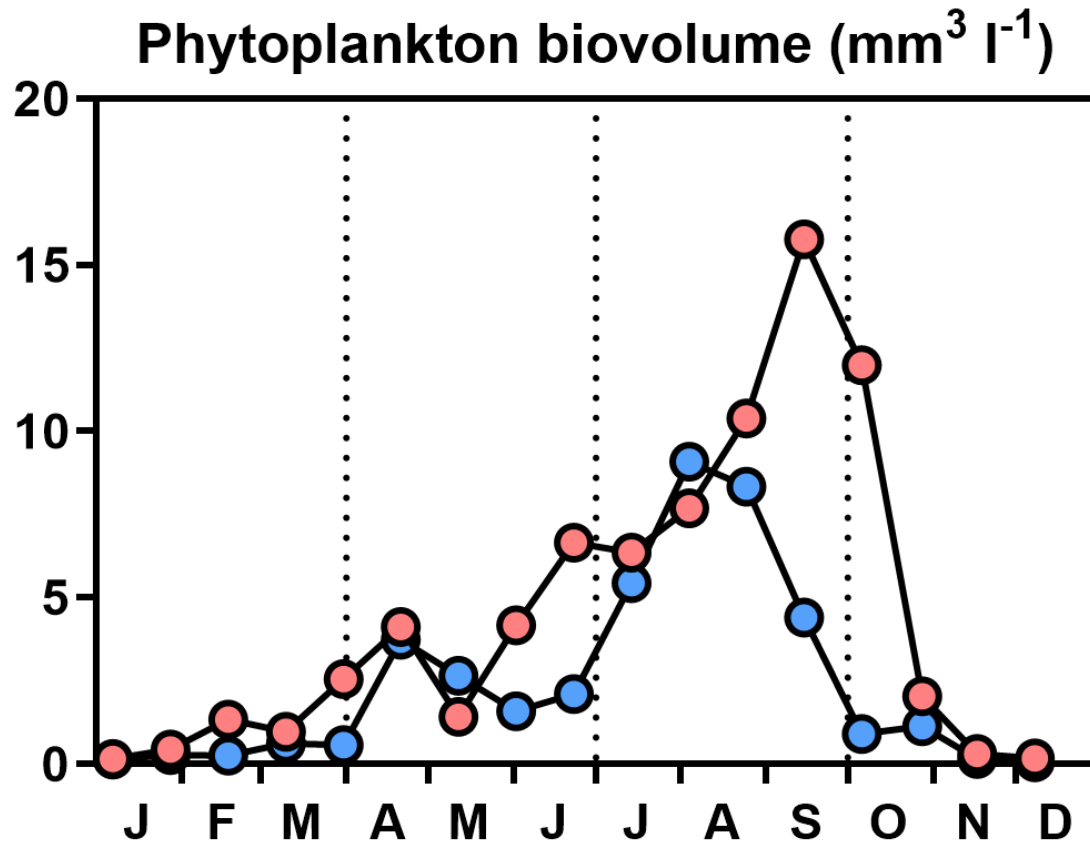
### Sestonic C/P molar ratios





## Vliv převládajícího charakteru počasí na množství fytoplanktonu

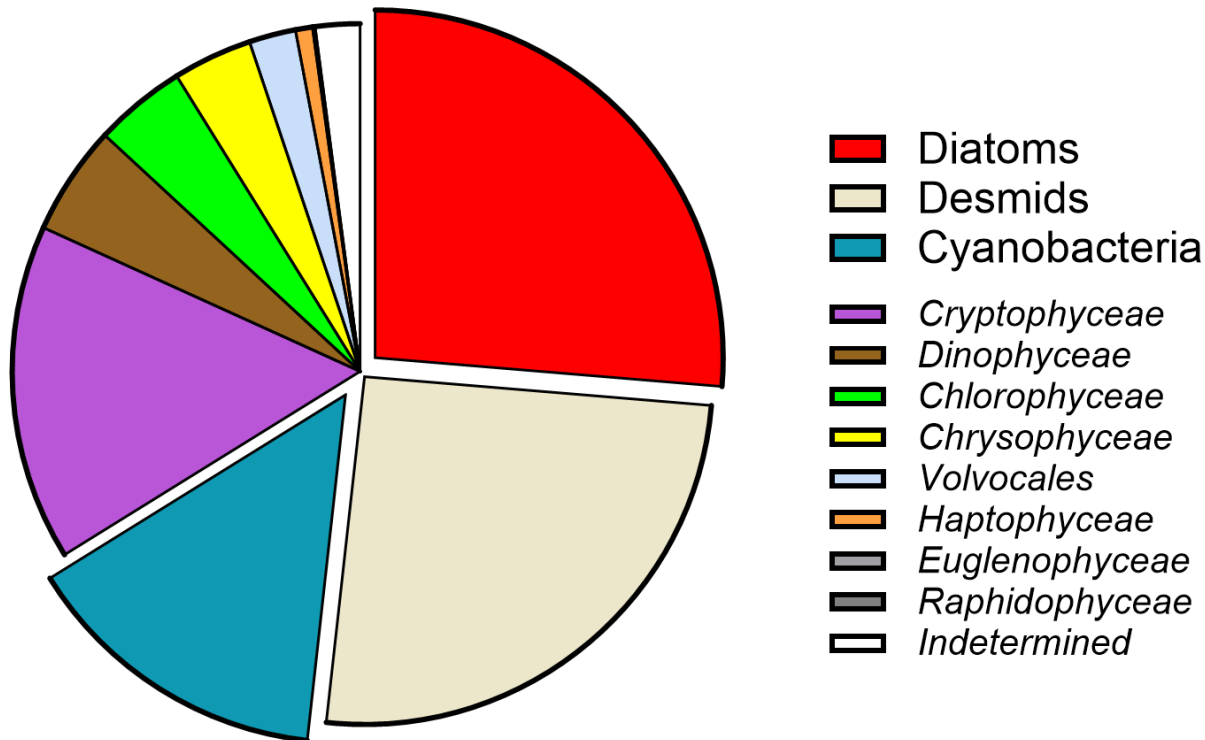
Objemová biomasa fytoplanktonu je výrazně vyšší v suchých letech





## Vliv převládajícího charakteru počasí na složení fytoplanktonu

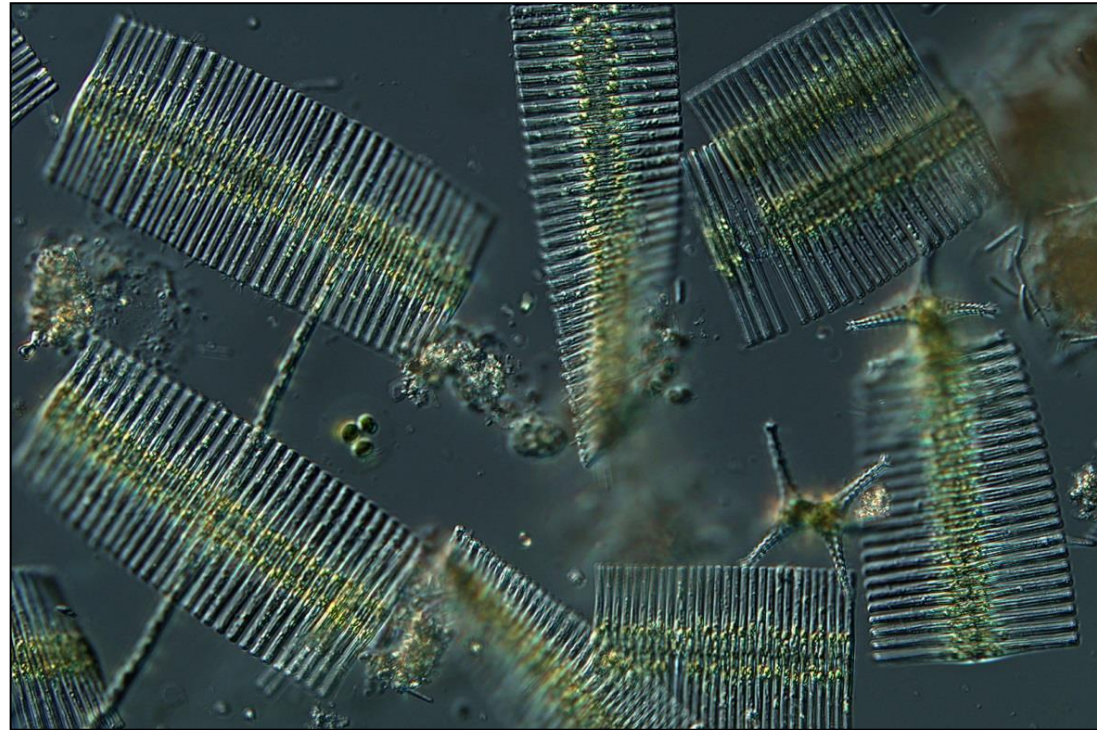
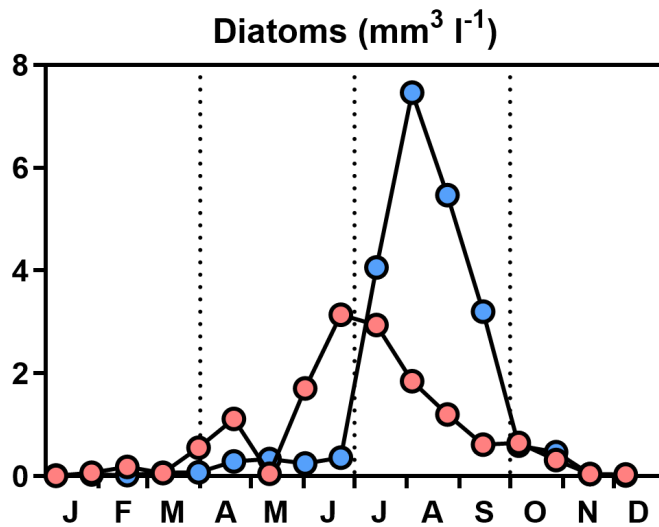
Bylo zjištěno, že tři skupiny fytoplanktonu představující 65 % celkové biomasy jsou ovlivněny převládajícím charakterem počasí





## Vliv převládajícího charakteru počasí na složení fytoplanktonu

V suchých letech je množství rozsivek statisticky významně nižší než v deštivých letech

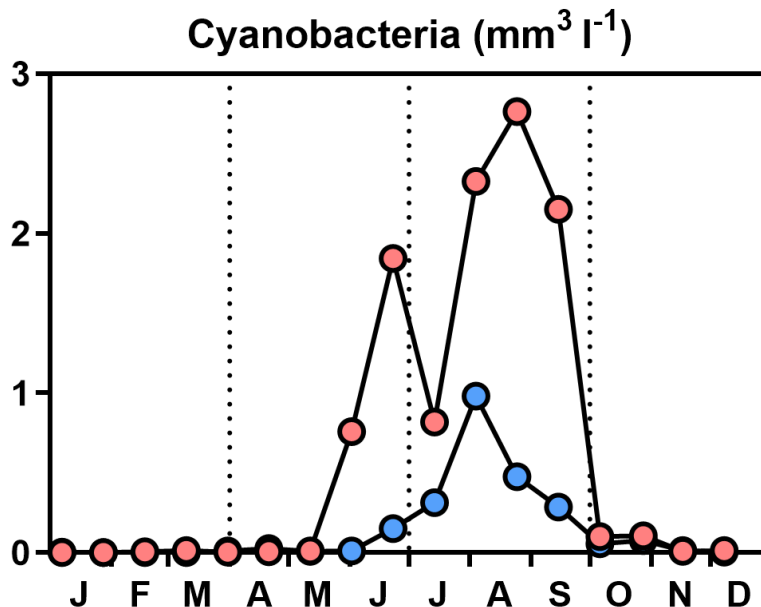
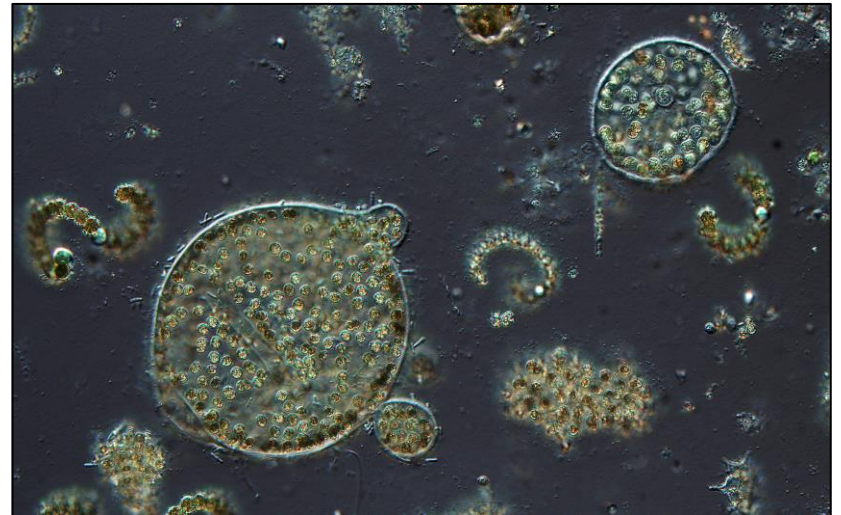
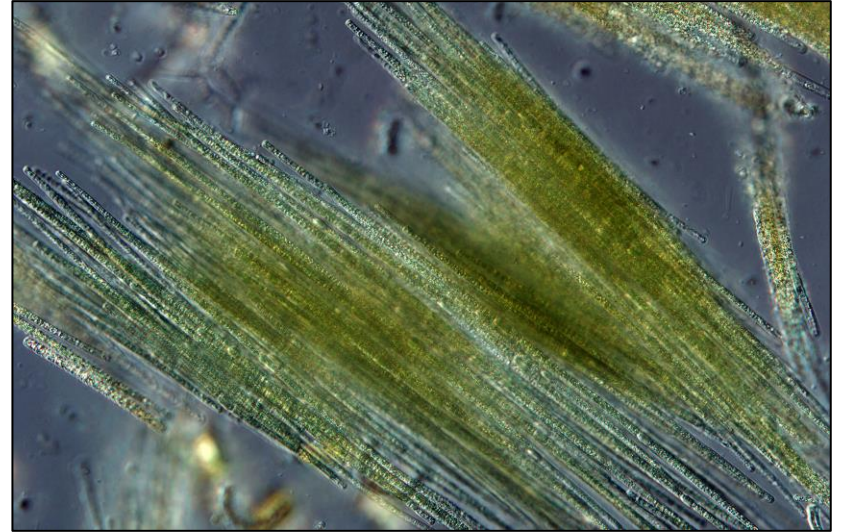






## Vliv převládajícího charakteru počasí na složení fytoplanktonu

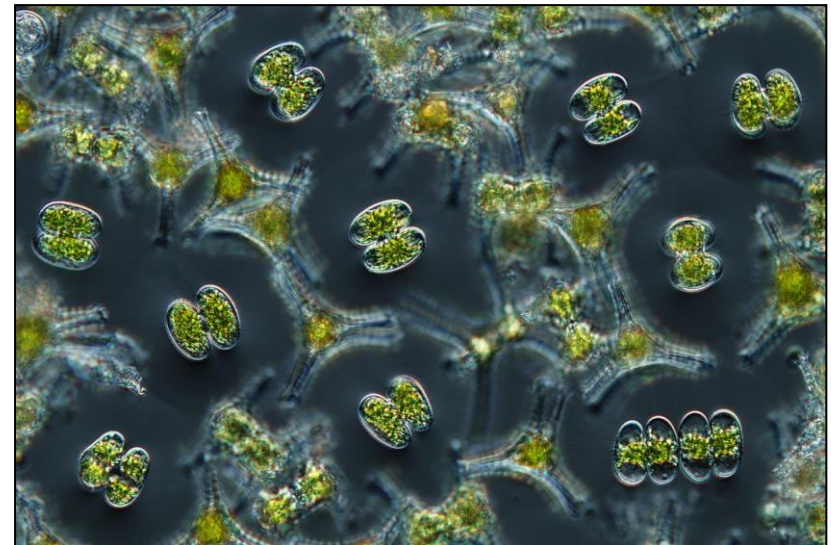
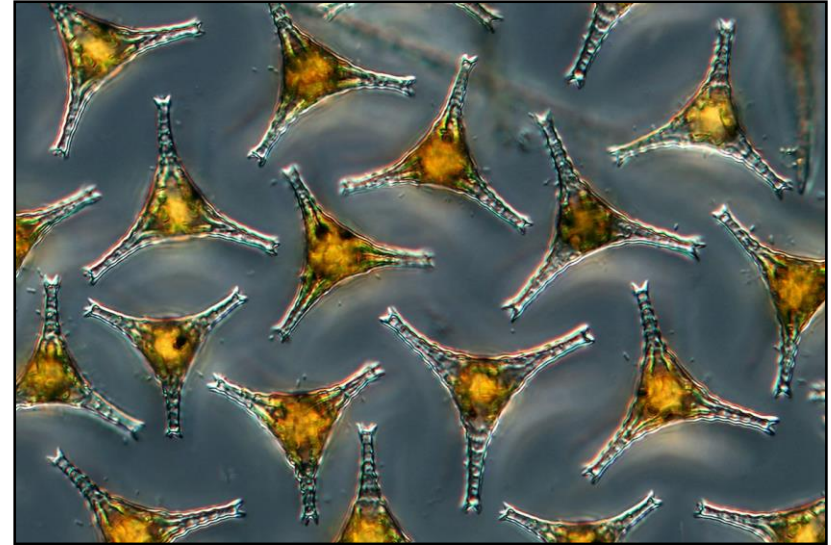
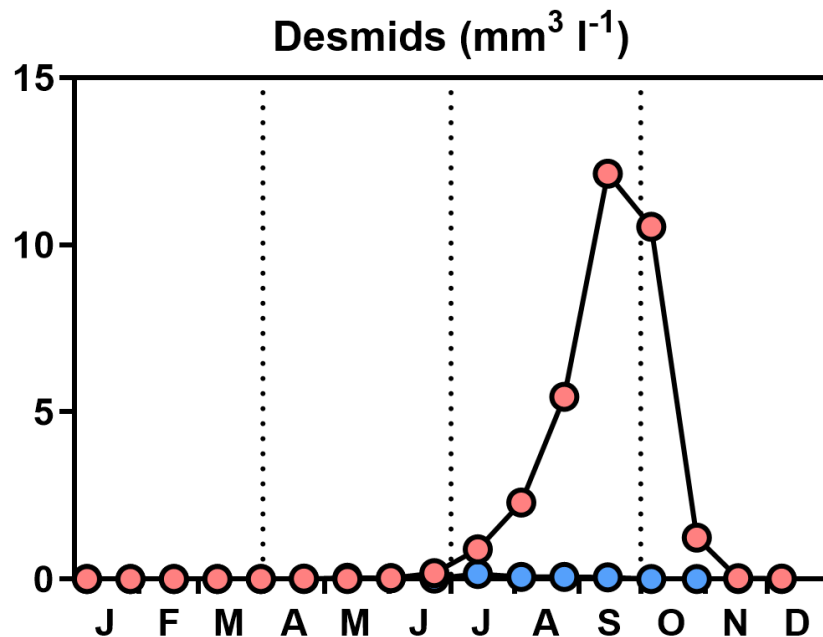
V suchých letech je množství sinic mnohem vyšší než v deštivých letech – v souladu s teoretickými očekáváními





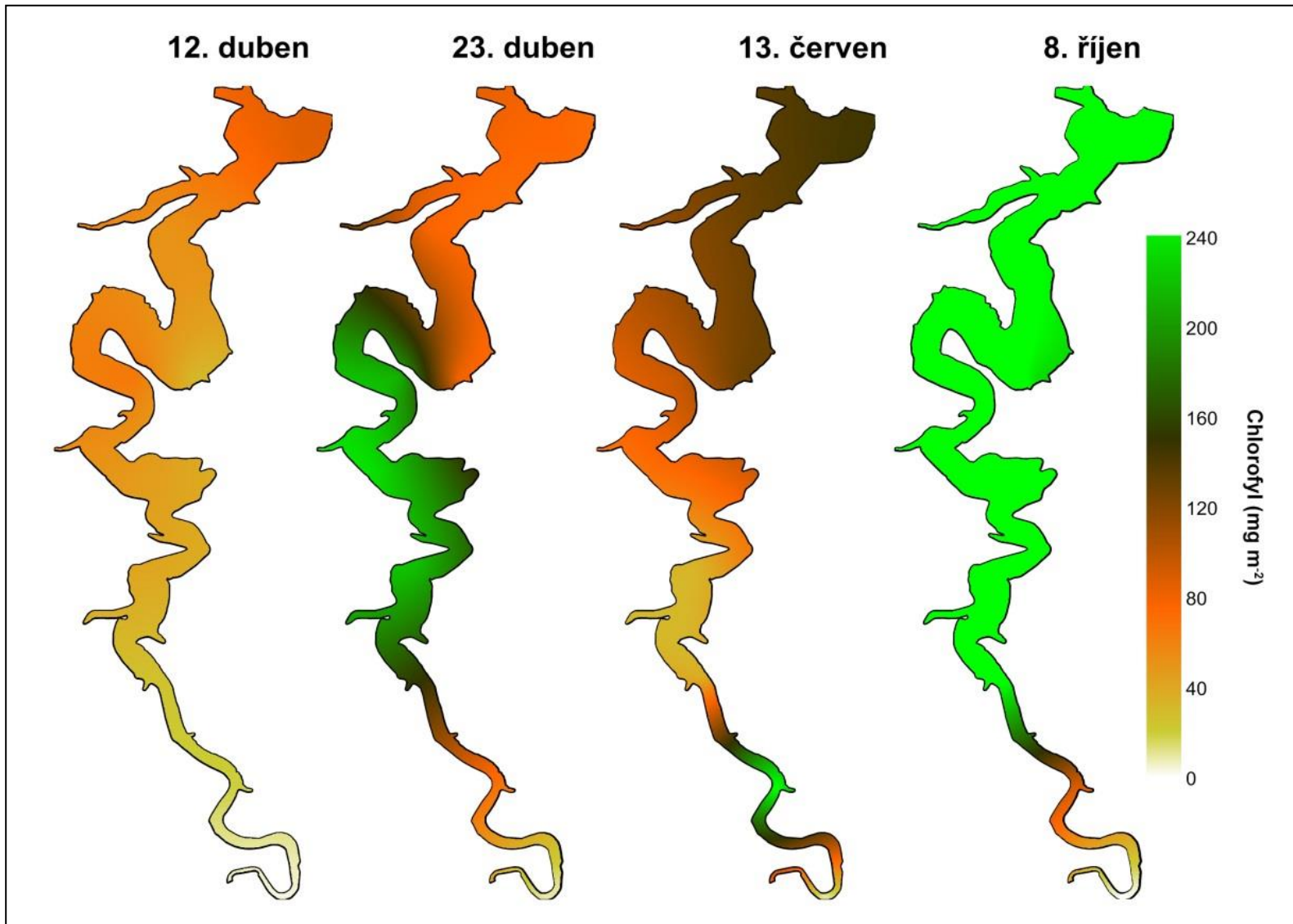
## Vliv převládajícího charakteru počasí na složení fytoplanktonu

V suchých letech vytvářejí krásivky masivní „vodní květy“ – překvapivé zjištění, není zcela jasné proč





## Vliv převládajícího charakteru počasí na složení fytoplanktonu



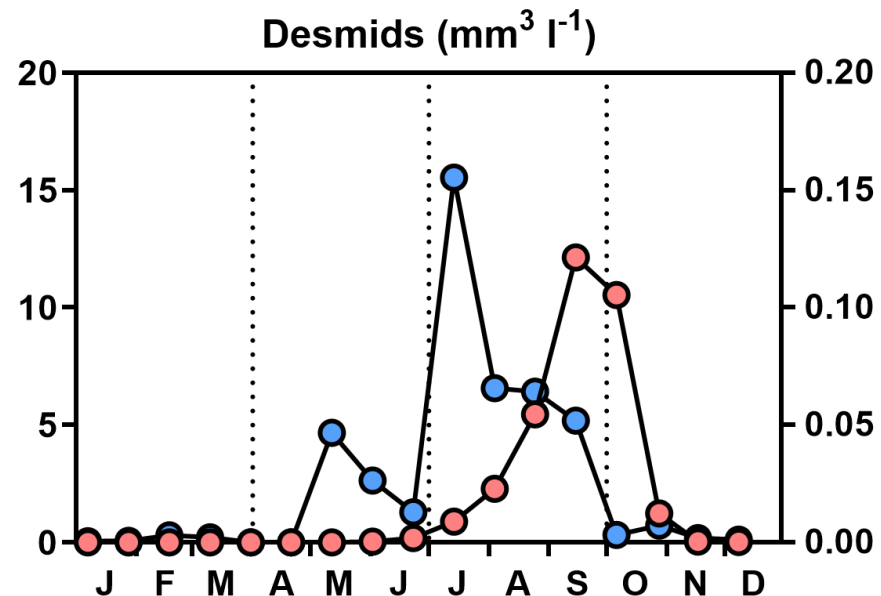
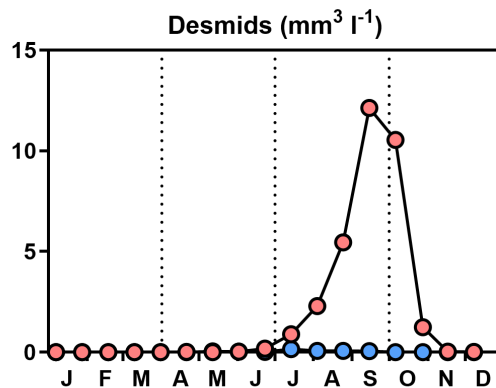


## Vliv převládajícího charakteru počasí na fenologii fytoplanktonu

„Těžiště“ (Centre of Gravity) – fenologická metrika založená na kumulativní roční biomase – jedno číslo pro každý rok

Načasování sinicových květů se zdá být nezávislé na počasí

Pro krásivky platí, že v suchých letech je jejich rozvoj opožděn o 23 dnů ve srovnání s deštivými roky

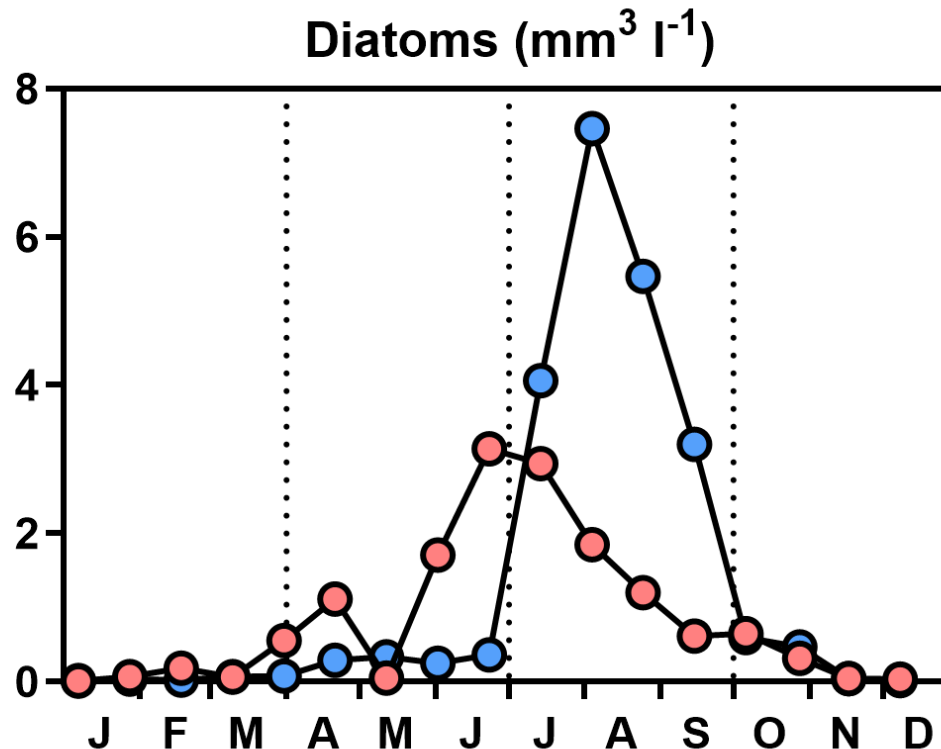




## Vliv převládajícího charakteru počasí na fenologii fytoplanktonu

V suchých letech dochází k uspíšení rozvoje rozsivek o více než měsíc (33 dnů), později jsou nahrazeny sinicemi a krásivkami

V deštivých letech dochází k její pozdějšímu rozvoji, avšak vlivem disturbancí (high inflow episodes) nejsou kompetičně vytěsněny a dosáhnou vyšší biomasy





## Závěry

Převládající charakter počasí má velký vliv na hydrodynamiku nádrže a chemické složení vody, což následně ovlivňuje množství, složení a rozvoj fytoplanktonu

Pro suché roky platí, že ...

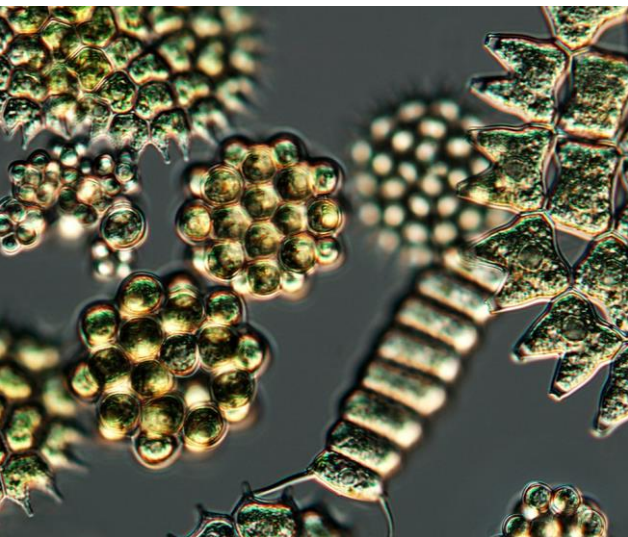
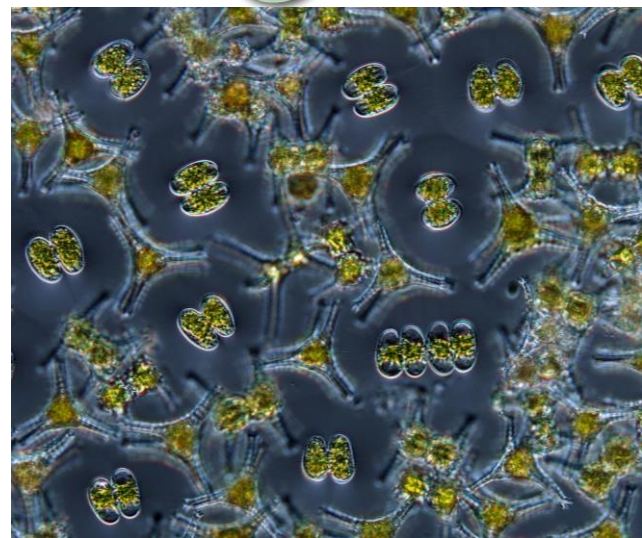
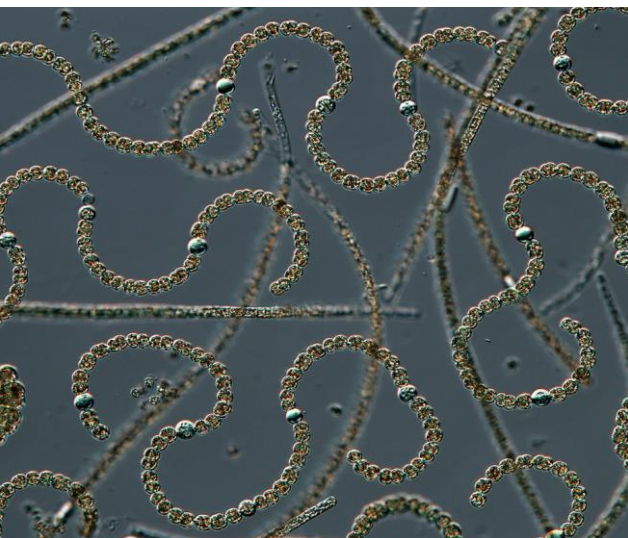
- biomasa fytoplanktonu je vyšší ačkoli dostupnost fosforu je nižší než v deštivých letech – příčina vs. následek
- dochází k masovému rozvoji sinic a krásivek
- krásivky mají tendenci dominovat později
- biomasa rozsivek je nižší a jejich sezónní dynamika je ve srovnání s deštivými roky uspíšena a později jsou „outcompeted“

„Time-series analysis provides valuable insight into the mechanism underlying how local weather conditions affects functioning of reservoir ecosystems“



# Thanks for attention

The study was supported by the Czech  
Science Foundation  
(Project No. 22-33245S)

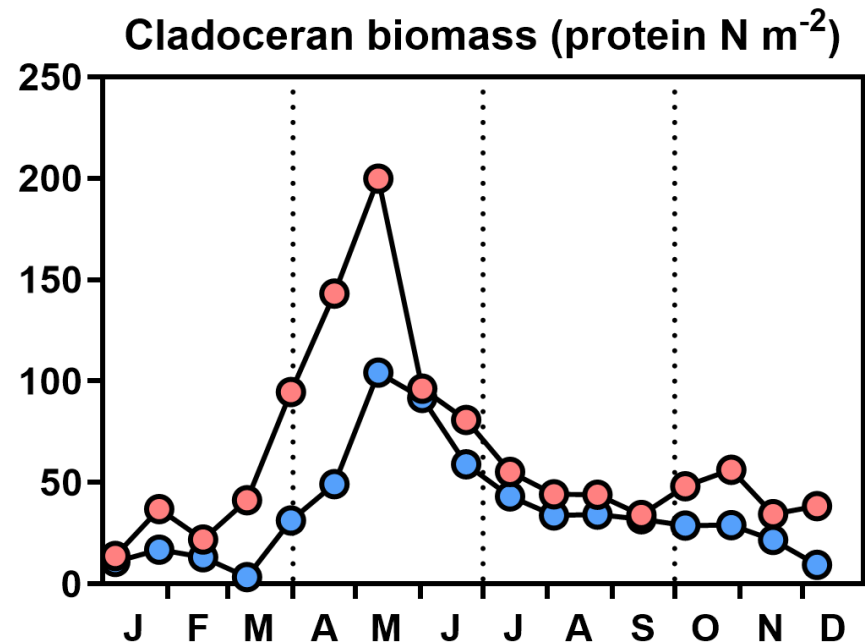






## Impact of weather on zooplankton???

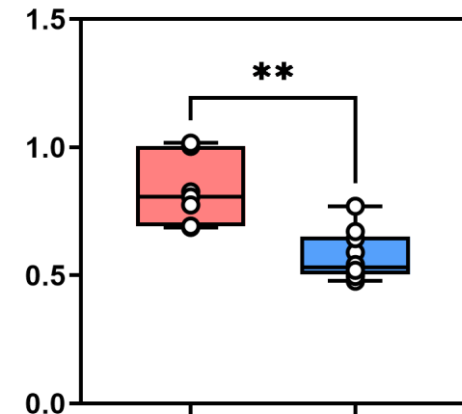
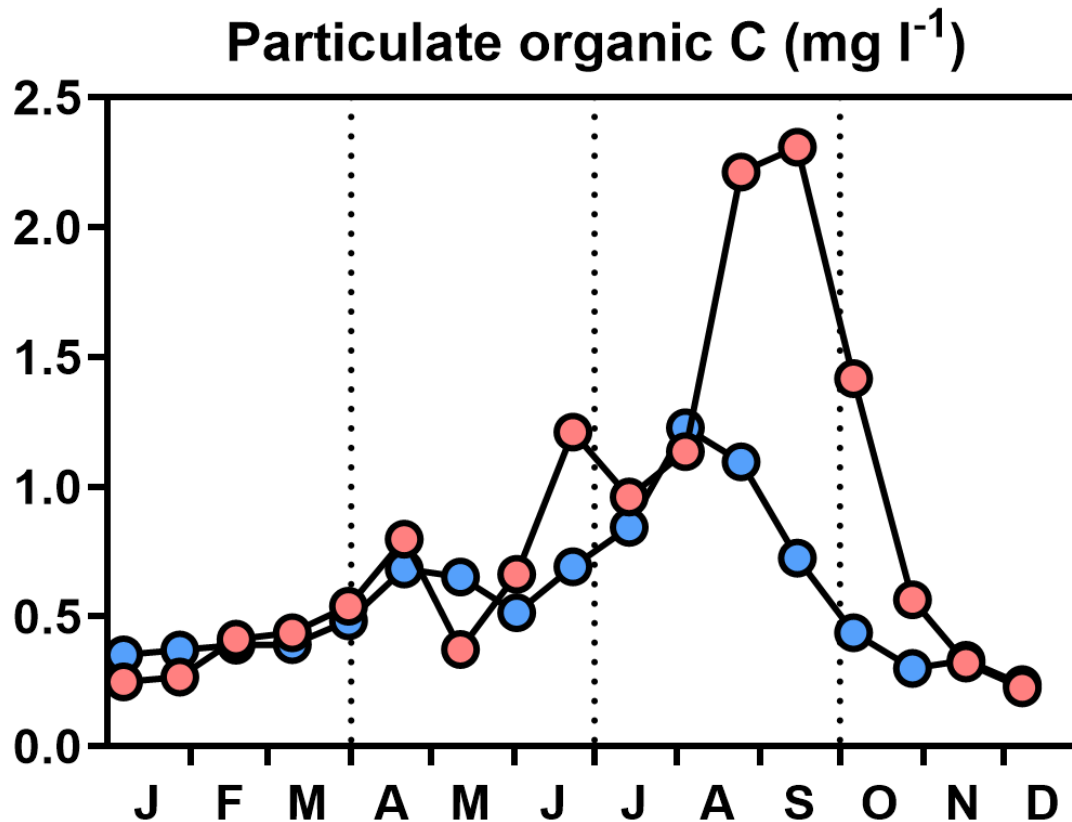
Poor data availability – absence of winter sampling and low data resolution do not allow us to disentangle the effect of weather





# Impact of weather on reservoir hydrochemistry

... significantly higher concentrations of particulate organic carbon in dry years





# Impact of weather on reservoir hydrochemistry

No difference in pH, oxygen and dissolved organic carbon concentration, but ...

