



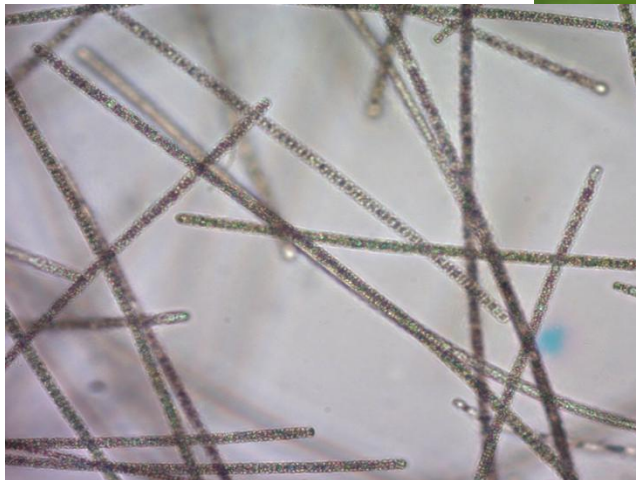
# Roślinność zanurzona jako czynnik łagodzący wpływ ocieplenia klimatu na jakość wód jeziornych na przykładzie badań jezior ramienicowych i rdestnicowych W i NE Polski

Submerged vegetation as a factor mitigating the impact of climate warming  
on the quality of lake waters  
on the example of the *Chara-lakes* and *Potamogeton-lakes* studies  
in W and NE Poland

**Mariusz Pełechaty**

*Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Biologii, Zakład Hydrobiologii, Poznań*

# Zakwit fitoplanktonu



Zakwit 3 gatunków sinic w zbiorniku Turawa k. Opola

Zakwit 1 gatunku sinic nitkowatych w Jeziorze Góreckim w WPN

# Jezioro ramienicowe (*Chara-lake*)



# Jeziro ramienicowe (*Chara-lake*)





Węglanowe osady denne w Jeziorze Jasnym



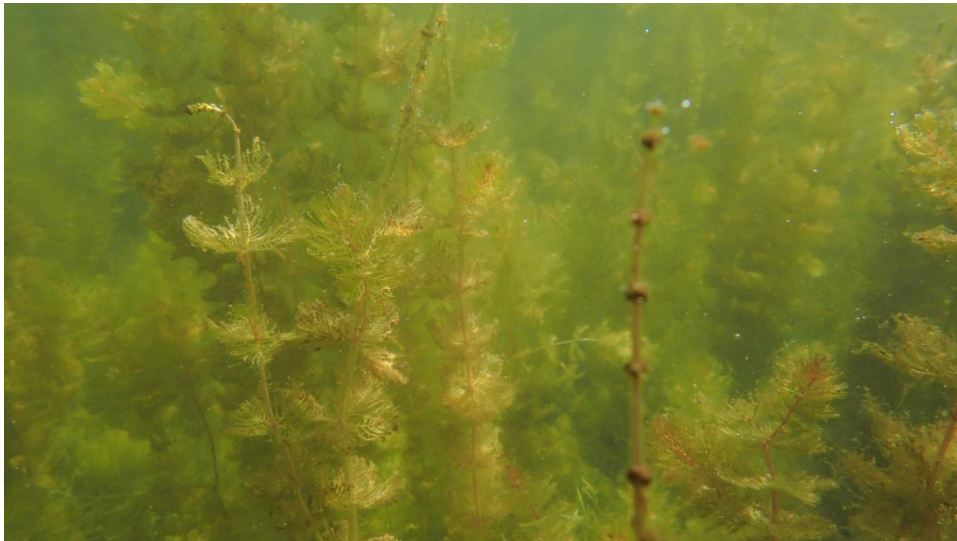
| 1 mm

Szczałki ramienic zachowane w osadzie dennym



**Jezioro rdestnicowe (*Potamogeton-lake*)**

Jeziro rdestnicowe  
(*Potamogeton-lake*)







## Założenia badawcze

- Zróżnicowane mechanizmy sprzężenia zwrotnego w układzie rośliny - fitoplankton w jeziorach z przewagą ramienic i roślin naczyniowych
  - bottom-up w jeziorach ramienicowych
  - top-down w jeziorach rdestnicowych
- Regulacja zależności rośliny - fitoplankton
  - zarządzanie zlewnią w skali lokalnej
  - oddziaływania klimatyczne w skali regionalnej, kontynentalnej i globalnej
- Efekty spodziewane w strukturze i produktywności glonów i sinic planktonowych





## Założenia badawcze

### ***Cele badań:***

Analiza **kompozycji i biomasy zbiorowisk fitoplanktonu**

- w dwóch typach jezior klimatu umiarkowanego z dobrze rozwiniętą roślinnością zanurzoną
  - **jeziora ramienicowe (*Chara*-lakes) i jeziora rdestnicowe (*Potamogeton*-lakes)**
- w dwóch odległych regionach Polski o zdecydowanie odmiennych cechach klimatu
  - **zachodnim (W\_PL, ciepłym) i północno-wschodnim (NE\_PL, chłodnym)**

## Gdzie, co i dlaczego?

*Chara*-lakes

*Potamogeton*-  
lakes

W\_PL  
cieplejszy  
6 jezior

NE\_PL  
chłodniejszy  
6 jezior

Dwa odległe o ponad 500 km regiony  
**zróżnicowane klimatycznie**

Wpływy klimatu oceanicznego (W\_PL) i kontynentalnego (NE\_PL)  
**40-dniowa różnica w długości okresu wegetacyjnego**



## Założenia badawcze

*Hipoteza badawcza:*

**Większa biomasa fitoplanktonu** z tendencją do **dominacji sinic** spodziewana jest w jeziorach

➤ **ciepłego (W\_PL)** a nie chłodnego (NE\_PL) regionu Polski,

**niezależnie** od dominującego typu roślinności zanurzonej



# Analizy porównawcze

Jeziora **W\_PL** versus jeziora **NE\_PL** & **Chara-** versus **Potamogeton-**lakes:

## Cechy środowiskowe

- dane meteorologiczne\*
- użytkowanie zlewni
- fizyczno-chemiczne cechy wody
- struktura i biomasa roślinności zanurzonej

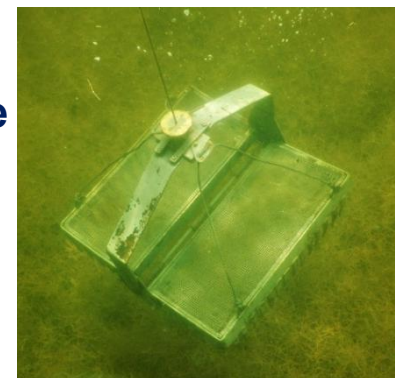
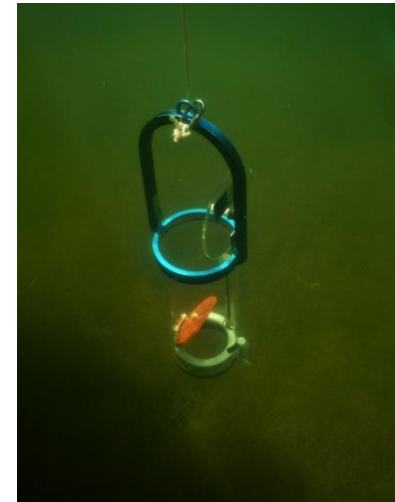
## Struktura zbiorowisk fitoplanktonu: grupy i dominanty

- skład
- biomasa

## Zbiorowiska fitoplanktonu a wielowymiarowe tło środowiskowe

- grupy
- dominanty

\* tylko regiony





# Wyniki: Zróźnicowanie klimatyczne W\_PL versus NE\_PL

Różnice w cechach klimatycznych pomiędzy W\_PL i NE\_PL regionami Polski w okresie badań 2017-2020. W stosownych przypadkach przedstawiono średnie  $\pm$  odchylenia standardowe i zakresy minimum-maksimum. Opracowano dane Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMGW). Dane meteorologiczne (rok kalendarzowy) pochodzą z najbliższych stacji meteorologicznych: w Słubicach (kod stacji 352140310) dla W\_PL oraz w Mikołajkach (kod stacji 353210280) dla NE\_PL. Liczba dni z pokrywą lodową (rok hydrologiczny) pochodzi z jezior monitoringowych IMGW reprezentatywnych dla regionów: Jezioro Niesłysz dla W\_PL i Jezioro Mikołajskie dla NE\_PL. Test U M-W, \* P < 0,05; \*\* P < 0,01; \*\*\*P < 0,001.

Year /Region	Temperatura śred. dobowa		Temperatura maks. dobowa		Temperatura min. dobowa		Opad roczny		Nasłonecznienie roczne		Roczna okrywa śnieżna		Dni z okrywą śnieżną/lodową		Dni z temp. < 0°C	
	W_PL	NE_PL	W_PL	NE_PL	W_PL	NE_PL	W_PL	NE_PL	W_PL	NE_PL	W_PL	NE_PL	W_PL	NE_PL	W_PL	NE_PL
2017	<b>10.1±7.42</b> -6.4-25	8.31±7.85 -16-24.1	<b>14.2±8.76</b> -5.1-32.2	11.9±9.01 -11-31.3	<b>6.3±6.66</b> -9.7-19.7	5.2±7.16 -18-20.9	671.1	<b>752.8</b>	<b>1704.6</b>	1622.9	3	<b>427</b>	1/53	<b>59/74</b>	36	<b>51</b>
2018	<b>10.9±8.75</b> -10.1-28	9.0±9.57 -16-25.6	<b>16.0±10.5</b> -5.8-36.6	13.2±10.9 -11-30.8	<b>6.3±7.55</b> -16-20.5	5.3±8.71 -21-21.7	375.5	<b>613.6</b>	<b>2260.6</b>	2176.9	16	<b>242</b>	9/25	<b>40/80</b>	45	<b>83</b>
2019	<b>11.3±7.63</b> -5.9-29.8	9.6±7.91 -11-26.3	<b>16.1±9.11</b> -3.5-37.6	13.7±9.21 -6.1-32.8	<b>6.8±6.67</b> -9.6-22.1	6.0±7.16 -18-20.4	422.7	<b>550.2</b>	<b>2083.4</b>	2019.2	9	<b>330</b>	4/7	<b>40/59</b>	14	<b>43</b>
2020	<b>11.1±6.74</b> -1.5-28.2	9.6±6.99 -3.1-23.5	<b>15.9±8.22</b> 0-35.3	13.7±8.26 -2.3-30.5	<b>6.7±5.99</b> -6.9-20.6	6.1±6.28 -5.9-19.5	462.8	<b>601.6</b>	<b>2114.4</b>	1890.1	0	<b>19</b>	0/0	<b>10/0</b>	5	<b>21</b>



## Wyniki: Użytkowanie zlewni

### Podobne użytkowanie zlewni wszystkich jezior

- Lasy, pola uprawne, łąki i pastwiska

### Jeziora W\_PL versus jeziora NE\_PL:

- większy udział pól uprawnych w zlewni całkowitej, ale
- większy udział lasów oraz łąk i pastwisk w 100 m strefie buforowej

### Chara- versus Potamogeton-lakes:

- Brak istotnych różnic



Przykład użytkowania terenu zlewni jednego z badanych jezior (*Potamogeton*-lake Rokitno w W\_PL)



# Wyniki: Fizyczno-chemiczne cechy wody

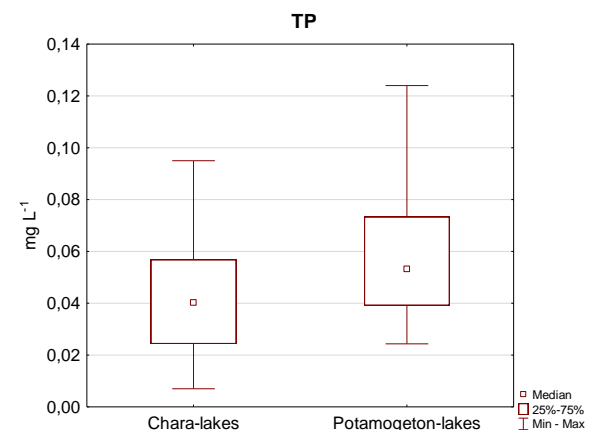
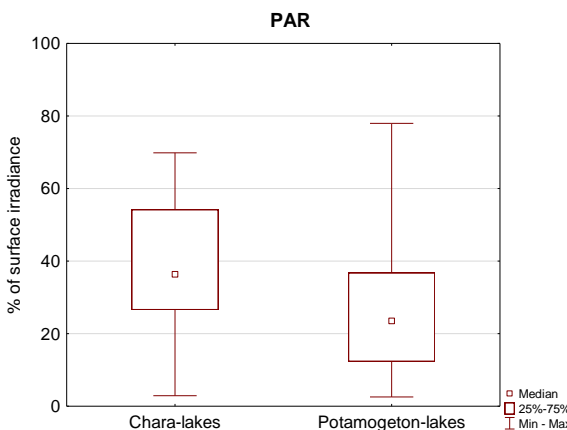
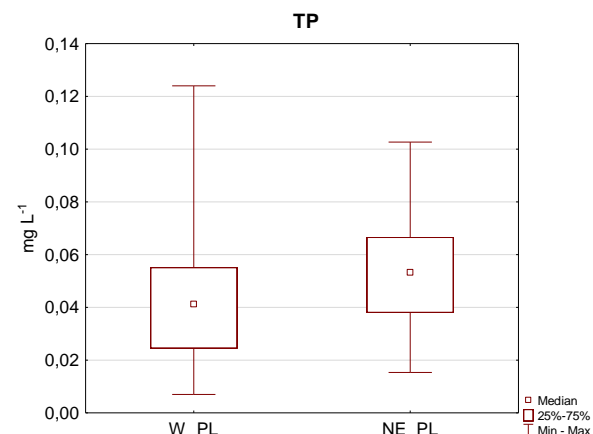
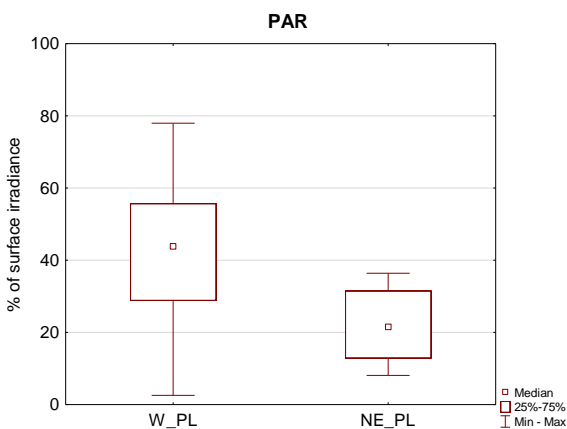
Więcej statystycznie istotnych różnic dla regionów niż dla typów jezior

Jeziora W\_PL versus NE\_PL:

- PAR
- pH
- przewodnictwo
- zasadowość
- chlorofil a
- TP
- TN
- $\text{NO}_3^-$

Chara- vs Potamogeton-lakes:

- PAR
- $\text{Ca}^{2+}$
- TP







## Wyniki: Struktura roślinności zanurzonej

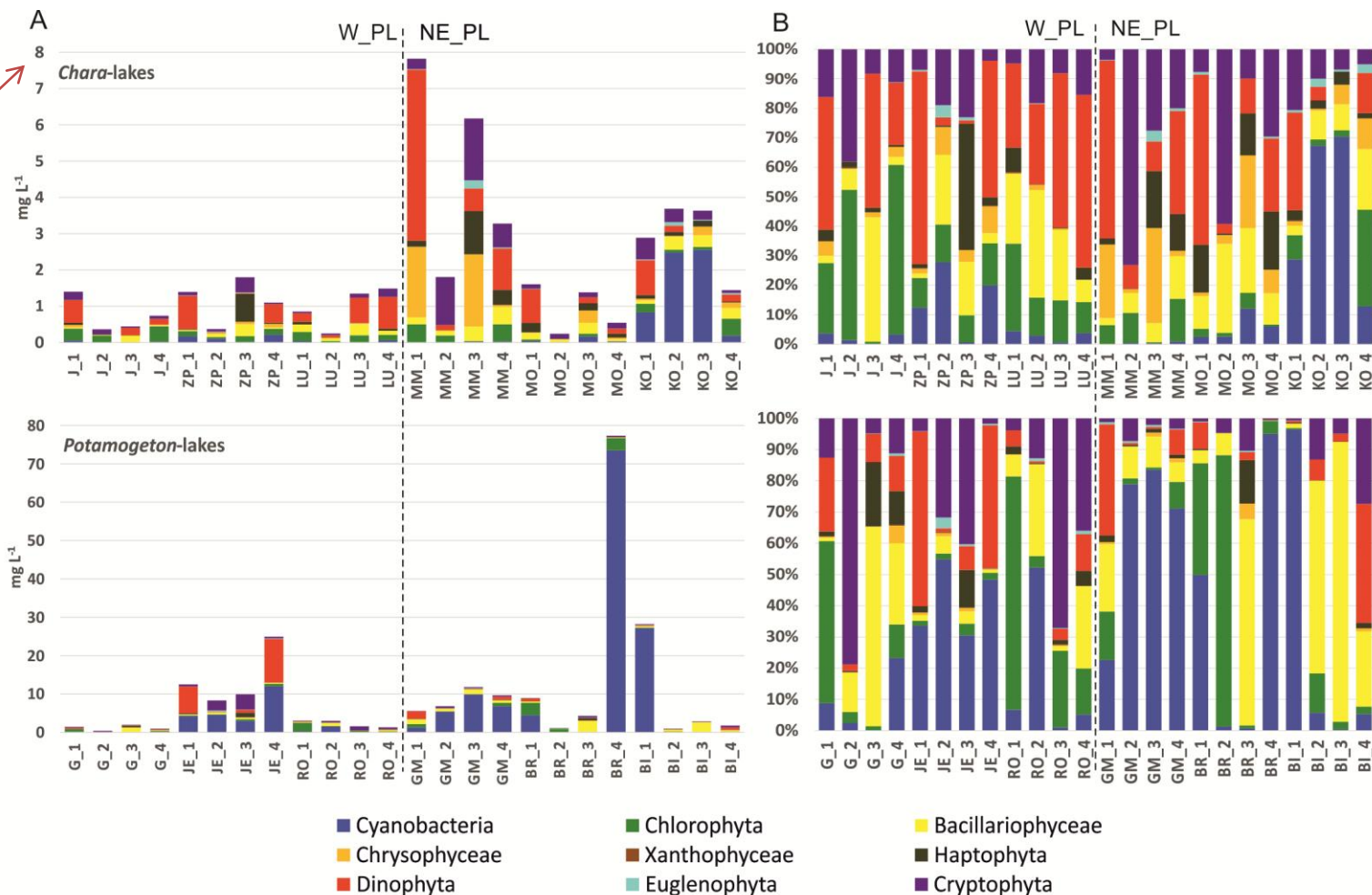
Biomasa makrofitów (g suchej masy  $m^{-2}$ ) w jeziorach z roślinnością zanurzoną zdominowaną przez ramienice (*Chara*-lakes) oraz przez rośliny naczyniowe (*Potamogeton*-lakes) badane w odległych W\_PL i NE\_PL regionach Polski. Przedstawiono średnie  $\pm$  odchylenia standardowe oraz zakresy minimum-maksimum. Dla każdego typu jeziora i dla każdego regionu N = 24 (sześć jezior x cztery pory roku).

Biomass	<i>Chara</i> -lakes	<i>Potamogeton</i> -lakes	W_PL	NE_PL
Makrofity (ogólnie)	<b>664.6<math>\pm</math>557.5</b> 22.6-2144.2	121.1 $\pm$ 106.9 2.0-323.8	<b>488.6<math>\pm</math>605.4</b> 5.9-2144.2	297.2 $\pm$ 333.3 2.0-1182.1
Ramienice	<b>661.0<math>\pm</math>577.6</b> 22.5-2144.2	5.4 $\pm$ 11.9 0-46.6	<b>415.6<math>\pm</math>645.5</b> 0-2144.2	250.8 $\pm$ 356.6 0-1182.1
Inne niż ramienice	3.7 $\pm$ 9.1 0-32.8	<b>115.7<math>\pm</math>103.5</b> 2.0-319.3	<b>73.0<math>\pm</math>104.7</b> 0-291.3	46.4 $\pm$ 77.6 0-319.3
Okrytonasienne	3.6 $\pm$ 9.1 0-32.8	<b>115.6<math>\pm</math>103.6</b> 2.0-319.2	<b>72.9<math>\pm</math>104.7</b> 0-291.3	46.3 $\pm$ 77.6 0-319.3

Wpływ na C i P  
Znaczenie zimowania ramienic !



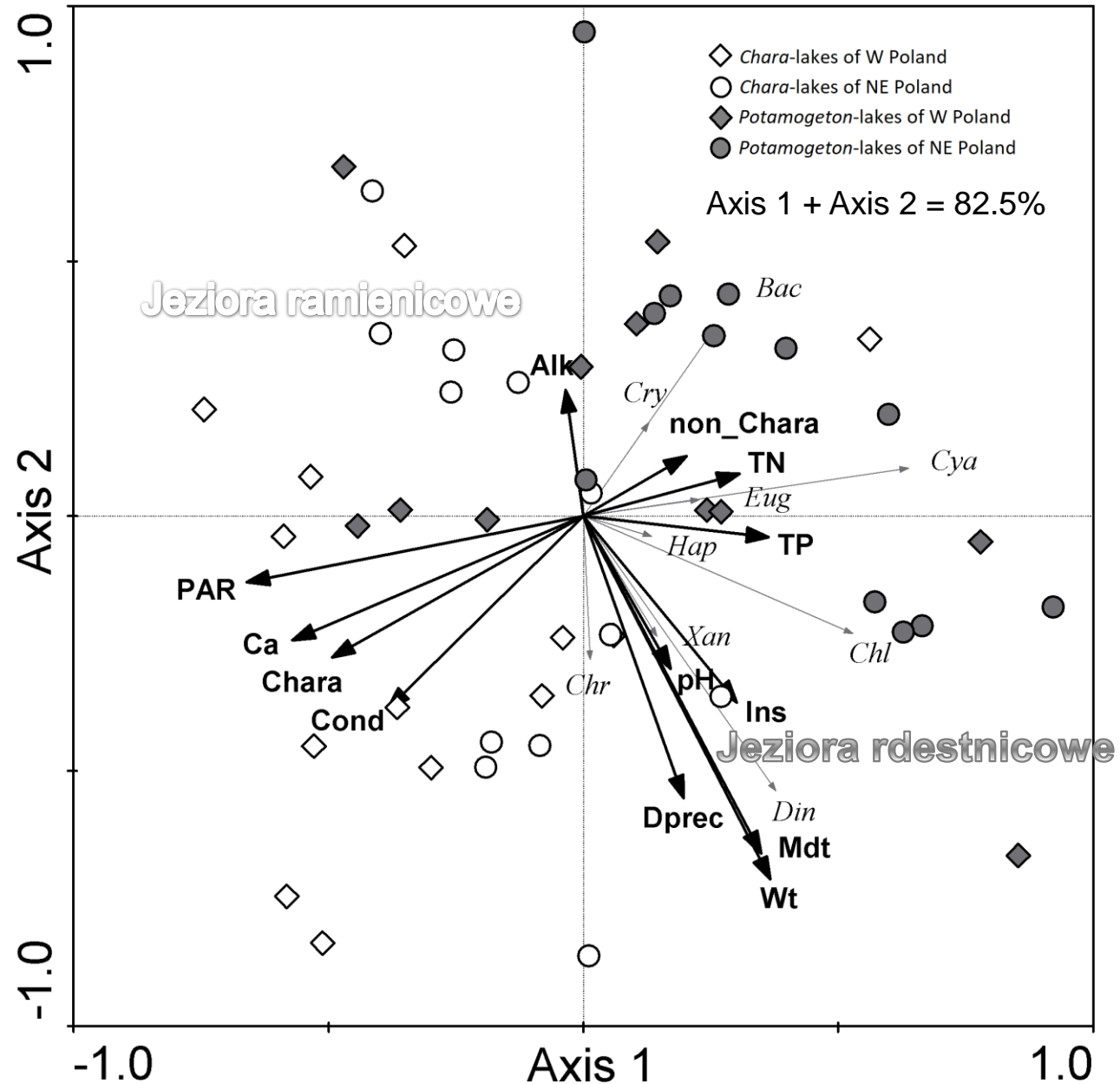
# Wyniki: Biomasa fitoplanktonu



Dynamika sezonowa struktury zbiorowisk fitoplanktonu w jeziorach zdominowanych przez ramienice (*Chara*-) i rośliny naczyniowe (*Potamogeton*-lakes) badanych w odległych W\_PL i NE\_PL regionach Polski. A. Dynamika biomasy grup fitoplanktonu w poszczególnych jeziorach badanych rejonów (1, 2, 3, 4 dotyczą lata, jesieni, wiosny i lata; jeziora: J - Jasne, ZP - Złoty Potok, LU - Lubikowskie, MM - Majcz Mały, MO - Mojtyny, KO - Kołowin, G - Grzybno, JE - Jelito, RO - Rokitno, GM - Guzianka Mała, BR - Brzozolasek, BI - Białoławki). B. Procentowy udział grup fitoplanktonu w całkowitej biomacie fitoplanktonu.

# Struktura zbiorowisk fitoplanktonu a tło środowiskowe

## Grupy taksonomiczne



Wynik RDA dla zależności między biomasa grup fitoplanktonu a zmiennymi środowiskowymi w jeziorach typu *Chara*- (białe) i *Potamogeton*-lake (szare) w W\_PL (romby) i NE\_PL (kółka) regionach Polski, w tym biomasa makrofitów zanurzonych, właściwości fizyczno-chemiczne wody i warunki pogodowe.

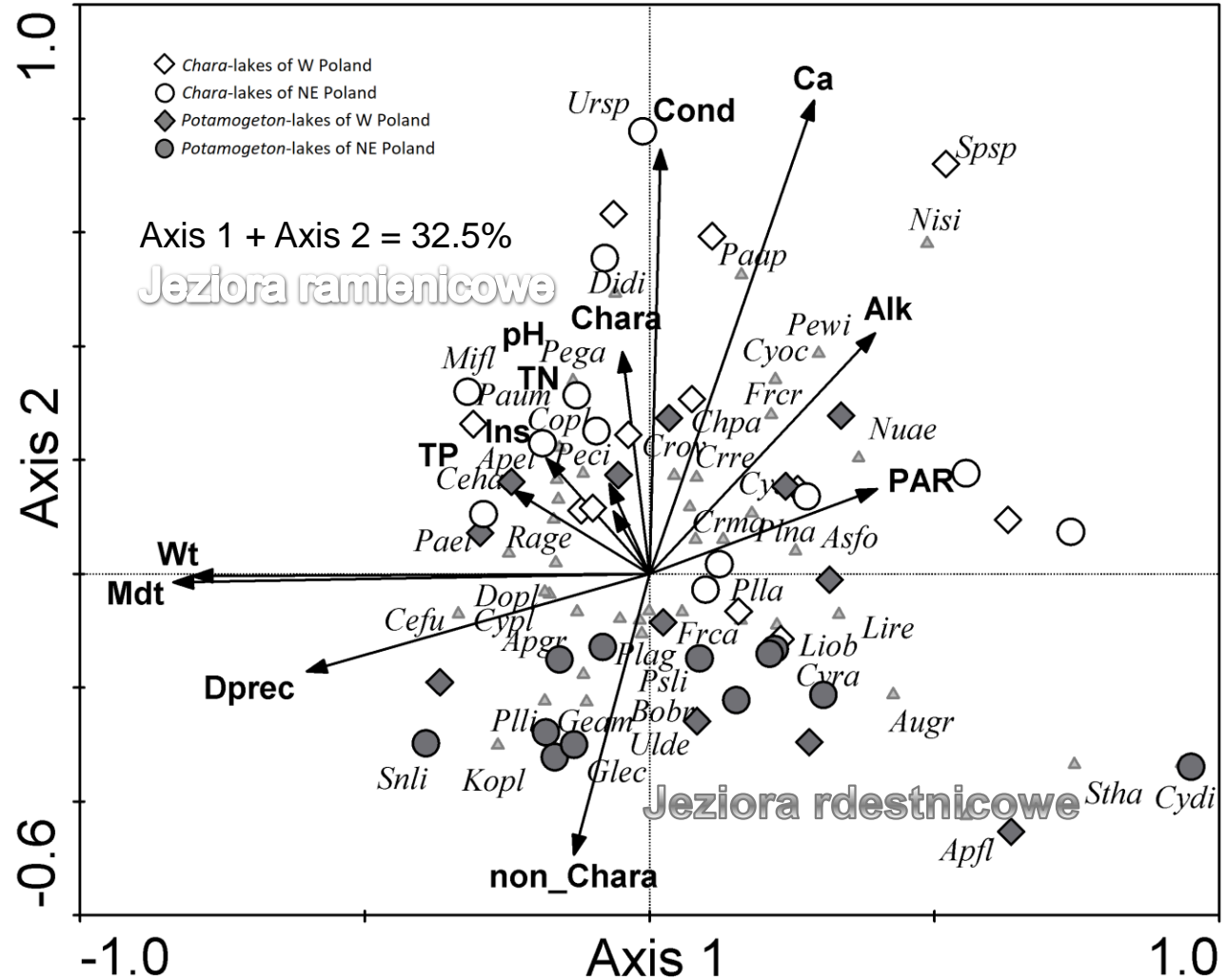
Skróty: Cya – Cyanobacteria, Chl – Chlorophyta, Bac – Bacillariophyceae, Chr – Chrysophyceae, Xan – Xanthophyceae, Hap – Haptophyta, Din – Dinophyta, Eug – Euglenophyta, Cry – Cryptophyta; Chara – biomasa ramienic, non\_Chara – biomasa roślin naczyniowych, Alk – zasadowość, Cond – przewodnictwo, TP – fosfor całkowity, TN – azot całkowity, PAR – promieniowanie fotosyntetycznie czynne, Wt – temperatura wody; Mdt – średnia dobowa temperatura powietrza, Dprec – opad dobowy, Ins – nasłonecznienie dobowe.

# Struktura zbiorowisk fitoplanktonu a tło środowiskowe

## Dominanty

Wynik CCA dla zależności między biomasa dominantów w zbiorowisku fitoplanktonu a zmiennymi środowiskowymi w jeziorach typu *Chara*- (białe) i *Potamogeton*-lake (szare) w W\_PL (romby) i NE\_PL (kółka) regionach Polski, w tym biomasa makrofitów zanurzonych, właściwości fizyczno-chemiczne wody i warunki pogodowe.

Skróty:  
 Chara – biomasa ramienic, non\_Chara – biomasa roślin naczyniowych, Alk – zasadowość, Cond – przewodnictwo, TP – fosfor całkowity, TN – azot całkowity, PAR – promieniowanie fotosyntetycznie czynne, Wt – temperatura wody; Mdt – średnia dobowa temperatura powietrza, Dprec – opad dobowy, Ins – nasłonecznienie dobowe.



Skróty: *Apel* - *Aphanocapsa elachista*, *Apfl* - *Aphanizomenon flosaquae*, *Apgr* - *Aphanizomenon gracile*, *Asfo* - *Asterionella formosa*, *Augr* - *Aulacoseira granulata*, *Bobr* - *Botryococcus braunii*, *Cefu* - *Ceratium furcoides*, *Ceha* - *Ceratium hirundinella*, *Chpa* - *Chrysochromulina parva*, *Copl* - *Coenococcus planctonicus*, *Crma* - *Cryptomonas marssonii*, *Crov* - *Cryptomonas ovata*, *Crre* - *Cryptomonas curvata*, *Cysp* - *Cyclotella* sp., *Cydi* - *Cyclotella distinguenda*, *Cyoc* - *Cyclotella ocellata*, *Cypl* - *Cyanocatena planctonica*, *Cyra* - *Cyclotella radiosa*, *Didi* - *Dinobryon divergens*, *Dopl* - *Dolichospermum planctonicum*, *Frca* - *Fragilaria capucina*, *Frcr* - *Fragilaria crotonensis*, *Geam* - *Geitlerinema amphibium*, *Glec* - *Gloeotrichia echinulate*, *Nuae* - *Nusuttodinium aeruginosum*, *Kopl* - *Koliella planctonica*, *Liob* - *Limnothrix obliqueacuminata*, *Lire* - *Limnothrix redekei*, *Mifl* - *Microcystis flosaquae*, *Nisi* - *Nitzschia sigmaidea*, *Paap* - *Palatinus apiculatus*, *Paum* - *Parvodinium umbonatum*, *Peci* - *Peridinium cinctum*, *Paet* - *Peridiniopsis elpatiewskyi*, *Pega* - *Peridinium gatunense*, *Pewi* - *Peridinium willei*, *Plag* - *Planktothrix agardhii*, *Plli* - *Planktolyngbya limnetica*, *Plna* - *Plagioselmis nannoplanctica*, *Psli* - *Pseudanabaena limnetica*, *Rage* - *Radiocystis geminate*, *Plla* - *Rhodomonas lacustris*, *Snli* - *Snowella litoralis*, *Spssp* - *Spirogyra* sp., *Stha* - *Stephanodiscus hantzschii*, *Ulde* - *Ulnaria delicatissima* var. *angustissima*, *Ursp* - *Uroglena* sp.



## Konkluzje

- **Większe różnice w strukturze zbiorowisk fitoplanktonu pomiędzy typami makrofitowymi jezior niż pomiędzy klimatycznie odmiennymi regionami Polski**
- Ukryty wpływ warunków klimatycznych, wyrażony w specyficznej strukturze taksonomicznej fitoplanktonu
- Sinice wśród dominantów w zbiorowiskach fitoplanktonu w obu typach jezior i w obu regionach, częściej w jeziorach z roślinnością naczyniową (*Potamogeton*-lakes) i w jeziorach chłodniejszego, NE regionu Polski
- **Znaczenie zimowania roślinności w czasie ciepłych zim**



# Projekt badawczy

Rola roślinności wodnej w wiązaniu węgla i jego depozycji w osadzie dennym: analiza porównawcza roślinności ramienicowej i naczyniowej

Projekt 2016/23/B/NZ8/00635 finansowany przez Narodowe Centrum Nauki



Stan czystwodny w jeziorze ramienicowym (Chara-lake)



**Dziękuję!**

# Jeziro Wielkowiejskie w Wielkopolskim Parku Narodowym



# Jeziro Wielkowiejskie w Wielkopolskim Parku Narodowym

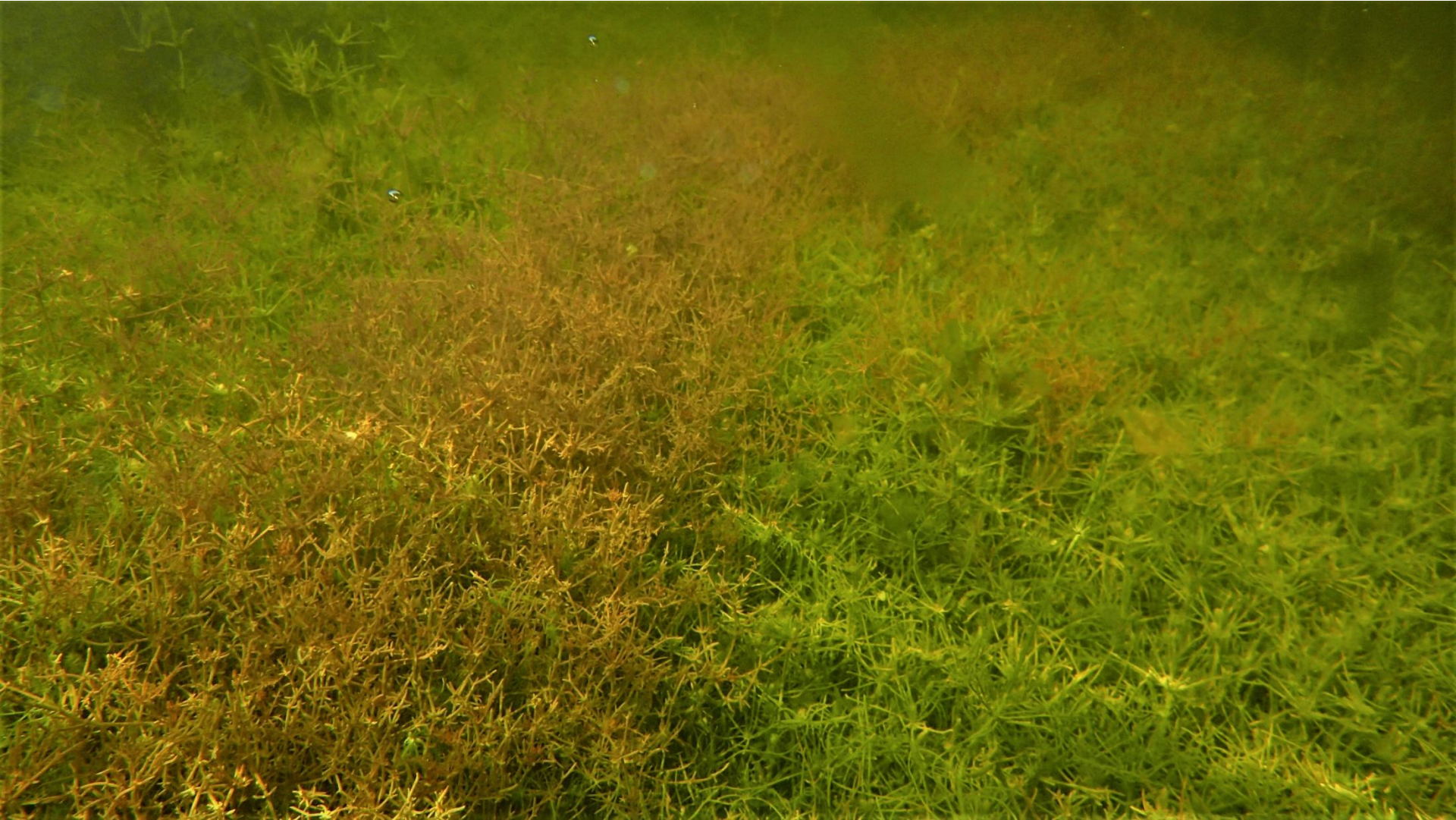




# Jeziro Wielkowiejskie w Wielkopolskim Parku Narodowym



# Jeziro Wielkowiejskie w Wielkopolskim Parku Narodowym



# Jeziro Wielkowiejskie w Wielkopolskim Parku Narodowym



# Jeziro Wielkowiejskie w Wielkopolskim Parku Narodowym





# Dla zainteresowanych

[www.navoica.pl](http://www.navoica.pl)



## Jakość wód powierzchniowych i jej ocena metodą bioindykacji

**Organizator:** Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

**Edycja kursu:** 2023\_E4

Organizmy wodne w ocenie trofii i stanu ekologicznego wód oraz stanu siedlisk przyrodniczych Natura 2000.

NAVOICA

Szukaj...



[Strona główna](#)

[Katalog kursów](#)

[PL](#)



[Zaloguj się](#)

[Zarejestruj się](#)

## Nauka dostępna dla wszystkich

Odkryj bezpłatne kursy przygotowane przez polskie uczelnie i instytucje. Będiesz uczyć się online w dowolnym czasie i tempie. Po ukończeniu kursu otrzymasz zaświadczenie.

[Zobacz nasze kursy »](#)



### Najnowsze kursy

