



# Główny Inspektorat Ochrony Środowiska

## Departament Monitoringu Środowiska

---

Regionalny Wydział Monitoringu  
Środowiska w Bydgoszczy

### **Monitoring jezior reperowych w województwie kujawsko-pomorskim**

Opracowali:

Elżbieta Achrem  
Jacek Goszczyński  
Łukasz Rasata



---

**BYDGOSZCZ 2021**

## Wstęp.

Głównym celem zadania „Badania i ocena stanu jezior” prowadzonego w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska jest dostarczenie wiedzy o stanie lub potencjale ekologicznym i stanie chemicznym jezior Polski, niezbędnej do gospodarowania wodami w dorzeczach.

Jeziora badane są w ramach programów pomiarowych monitoringu diagnostycznego, operacyjnego oraz monitoringu obszarów chronionych.

Monitorowaniem diagnostycznym objęte są jeziora będące zbiornikami wodnymi o istotnym znaczeniu dla gospodarowania wodami i stanowiących reprezentację poszczególnych typów abiotycznych

Szczególnym rodzajem monitoringu diagnostycznego jest monitoring reperowy. Ma on za zadanie dostarczenie danych o dynamice zmian stanu jezior (w tym o skali zmienności jakości wód z roku na rok) w różnych warunkach antropopresji, co powinno ułatwić interpretację wyników badań jezior monitorowanych z mniejszą częstotliwością.

Objęte są nim 22 jeziora reprezentujące najpowszechniejsze w Polsce typy abiotyczne jezior oraz pełne spektrum jakości wód. Są wyszczególnione w rozporządzeniu Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 9 października 2019 r. w *sprawie form i sposobu prowadzenia monitoringu jednolitych części wód powierzchniowych i jednolitych części wód podziemnych* (Dz. U. poz. 2147). Położone są w 9 województwach:

- kujawsko-pomorskim: Borzymowskie, Chełmżyńskie i Stelchno;
- lubelskim: Białe Włodawskie;
- lubuskim: Tarnowskie Duże i Głębokie;
- mazowieckim: Białe (koło Gostynina);
- podlaskim: Długie Wigierskie i Gremzdel;
- pomorskim: Sumińskie, Jasień Południowy i Jasień Północny;
- warmińsko-mazurskim: Płaskie (koło Jezioraka), Wukśniki, Mikołajskie, Jegocin i Kortowskie;
- wielkopolskim: Mąkolno, Śremskie i Krępsko Długie;
- zachodniopomorskim: Wielkie Dąbie i Morzycko;

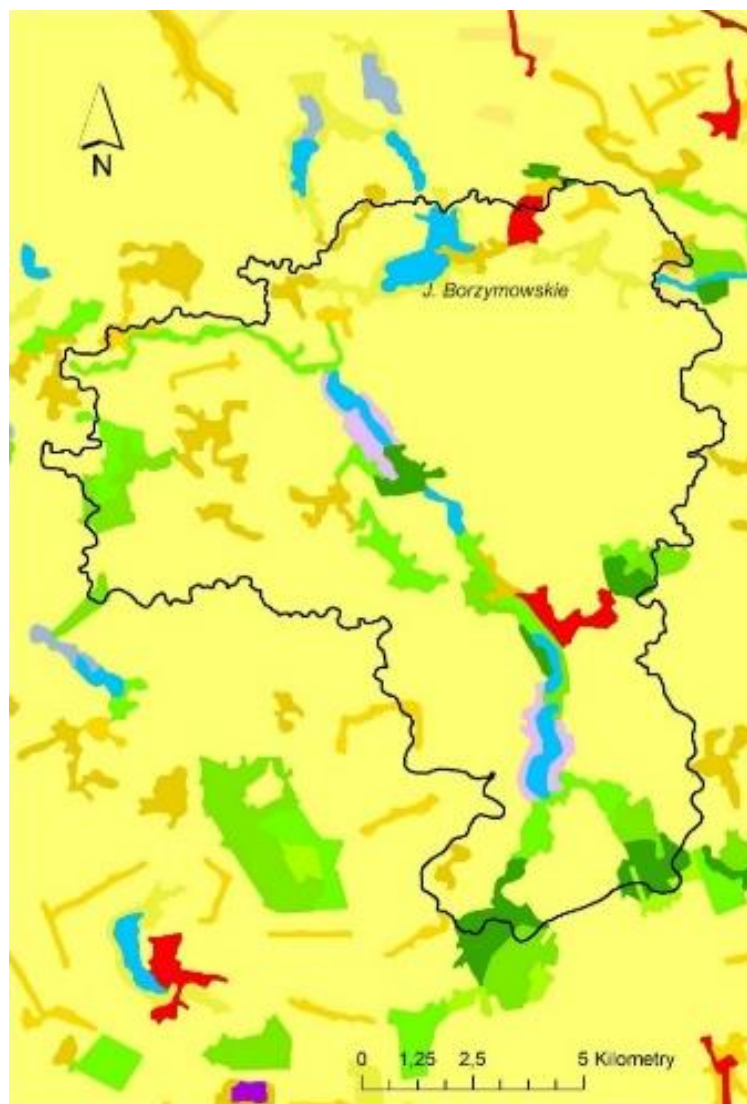
Ich monitoring prowadzony jest w Polsce corocznie od 2007 r. W kujawsko-pomorskim do roku 2012 częstotliwość badań wynosiła 8 razy w każdym cyklu rocznym obejmując cały sezon wegetacyjny tj. od marca do października (za wyjątkiem lat 2010, 2011, 2013, kiedy z uwagi na termin zejścia pokrywy lodowej pobór prób rozpoczynano w kwietniu). Od 2013 r. częstotliwość zmniejszono do 6 w roku. W tym przypadku prób nie pobiera się w maju i wrześniu.

## 1. Jezioro Borzymowskie kod JCW: PLLW20047

### 1.1. Informacje ogólne

- położenie:
  - powiat: włocławski/ gmina: Rypin
  - zlewnia: Chodeczka - Zgłowiączka - Wisła
  - makroregion: Pojezierze Wielkopolskie,
  - mezoregion: Pojezierze Kujawskie
- powierzchnia: 175,0 ha,
- objętość: 7358,6 tys. m<sup>3</sup>,
- głębokość maksymalna: 10,5 m,
- głębokość średnia: 4,2 m
- powierzchnia zlewni całkowitej: 154,2 km<sup>2</sup>,
- powierzchnia zlewni bezpośredniej: 13,40 km<sup>2</sup>,
- współczynnik Schindler: 21,2
- typ abiotyczny jeziora: 3b

Jezioro położone jest we wschodniej części Pojezierza Kujawskiego w zlewni rzeki Chodeczki w ciągu jezior połączonych tym ciekim. W zlewni całkowitej dominują grunty orne stanowiące 85% jej powierzchni (rycina 1). W Borzymiu, zlokalizowane jest gospodarstwo rolne, gdzie prowadzony jest chów ok. 700-900 sztuk trzody chlewnej w systemie ściółowym. W ciągu roku wytwarza ok. 180 ton obornika i 1600 m<sup>3</sup> gnojowicy wykorzystywanych na polach własnych, w tym również w bezpośrednim sąsiedztwie jeziora. Do jeziora, w odległości ok. 1 km, poprzez rów melioracyjny odprowadzane są ścieki z oczyszczalni gminnej w Choceniu uruchomionej w 2007 r. W 2015 r. oczyszczalnia odprowadzała ok. 354 m<sup>3</sup>/dobę.



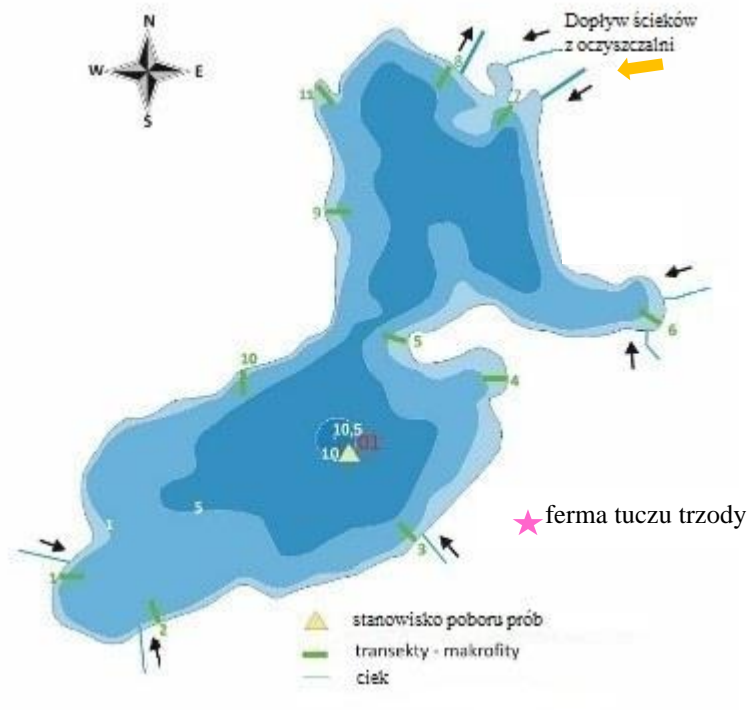
### Legenda

- Zabudowa miejska luźna
- Tereny sportowe i wypoczynkowe
- Grunty ome poza zasięgiem urządzeń nawadniających
- Sady i plantacje
- Łąki, pastwiska
- Tereny głównie zajęte przez rolnictwo z dużym udziałem roślinności naturalnej
- Lasy liściaste
- Lasy iglaste
- Lasy mies zane
- Lasy i roślinność krzewiasta w stanie zmian
- Zbiorniki wodne

Ryc. 1 Zlewnia całkowita j. Borzymowskiego (wg. Corine Land Cover 2018)

Wcinający się od wschodu półwysep dzieli zbiornik na dwie części. W południowej znajduje się maksymalne przegłębienie 10,5 m. Dno jeziora jest przeciętnie urozmaicone, a stoki misy łagodne. Brzeg południowo-wschodni jeziora jest dość łagodnie nachylony, a

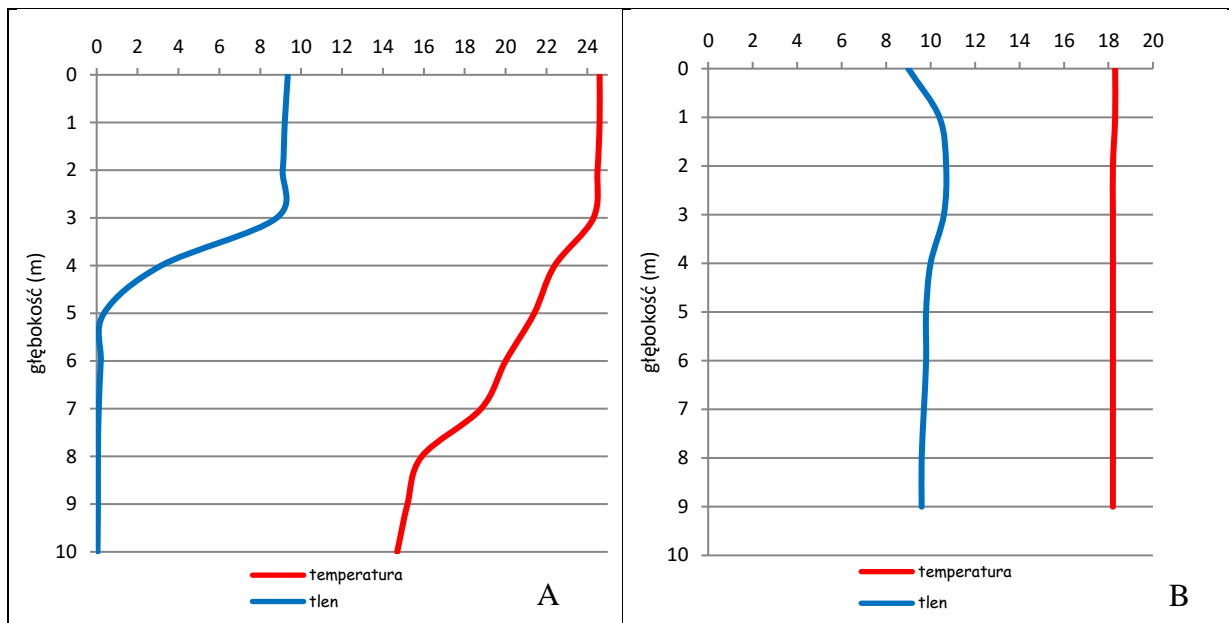
pozostałe są praktycznie płaskie. W efekcie jezioro jest silnie odślonięte a masy wody intensywnie reagują na wiatry, a nawet silne opady atmosferyczne.



Ryc. 2 Plan batymetryczny Jeziora Borzymowskiego (wg. IRŚ)

## 1.2. Wyniki badań

Jezioro Borzymowskie to zbiornik częściowo stratyfikowany. Czas i zasięg występowania stratyfikacji w tym akwenie zależy głównie od warunków hydrometeorologicznych. W latach o stabilnych, typowo letnich warunkach pogodowych metalimnion oraz odleniona warstwa naddenna utrzymuje się najczęściej od czerwca do sierpnia. Silne wiatry powodują cyrkulację całej masy wody i poprawę warunków tlenowych w jeziorze nawet w szczycie stagnacji letniej (rycina 3). Obserwując dane z wielolecia możemy stwierdzić, że generalnie od 7 m wody jeziora w szczycie stagnacji letniej są całkowicie odtlenione (rycina 14).



Ryc. 3 Zmiana warunków termiczno-tlenowych w Jeziorze Borzymowskim latem 2014 r. (A-21.07; B-25.08.)

Analizy algologiczne wykazały, że w jeziorze w okresie wiosennym zdecydowanie dominują okrzemki *Bacillariophyceae* stanowiąc do 97,4% biomasy fitoplanktonu w 2012 r. Jedynie w 2018 r. ponad 90 % biomasy stanowiły złotowiciowce *Chrysophyceae* z rodzaju *Dinobryon*. Natomiast w latach 2013, 2016 i 2017 w okresie wiosennym dominowały kryptofity z rodzaju *Cryptomonas*. Po intensywnych zakwitach wiosennych, w maju-czerwcu następuje raptowny spadek liczebności fitoplanktonu i przebudowa jego składu jakościowego. Oprócz okrzemek tworzą go głównie złotowiciowce *Chrysophyceae*, kryptofity *Cryptophyceae* i zielenice *Chlorophyceae*. Natomiast od sierpnia do października fykoflora jeziora zdominowana jest przez sinice *Cyanoprocarota* (rycina 4). Organizmy te stanowią do 99% biomasy fitoplanktonu. Nie były one grupą wiodącą jedynie w latach 2009, 2015 i 2016.

Wartość średnioroczna chlorofilu „a” w omawianym okresie badań wahała się od 9,8  $\mu\text{g/l}$  w 2009 r. do 70,4  $\mu\text{g/l}$  w 2019 r. oscylując od I do V klasy. Średnia wartość z wielolecia wyniosła 36,0  $\mu\text{g/l}$ , i parametr ten wykazuje tendencję wzrostową. Obserwując sezonową zmienność chlorofilu „a” w wieloleciu można odnotować wysokie wartości w marcu, przy intensywnym rozwoju okrzemek. Niską koncentrację chlorofilu „a” obserwowano w fazie „czystej” wody w maju i czerwcu. W tych miesiącach wartość średnia wyniosła odpowiednio 21,5 i 20,3  $\mu\text{g/l}$ . Maksymalne zawartości chlorofilu „a” występowały w sierpniu.

Biomasa fitoplanktonu wykazuje także bardzo duże zróżnicowanie. Wahała się od 0,18 mg/l w maju 2009 r. do 35,7 mg/l w październiku 2019 r. przy wartości średniej z wszystkich lat wynoszącej 9,1 mg/l. Natomiast zakres zmienności wartości tego parametru oscylował od 2,5 mg/l w 2009 r. do 20,4 mg/l w 2019 r.

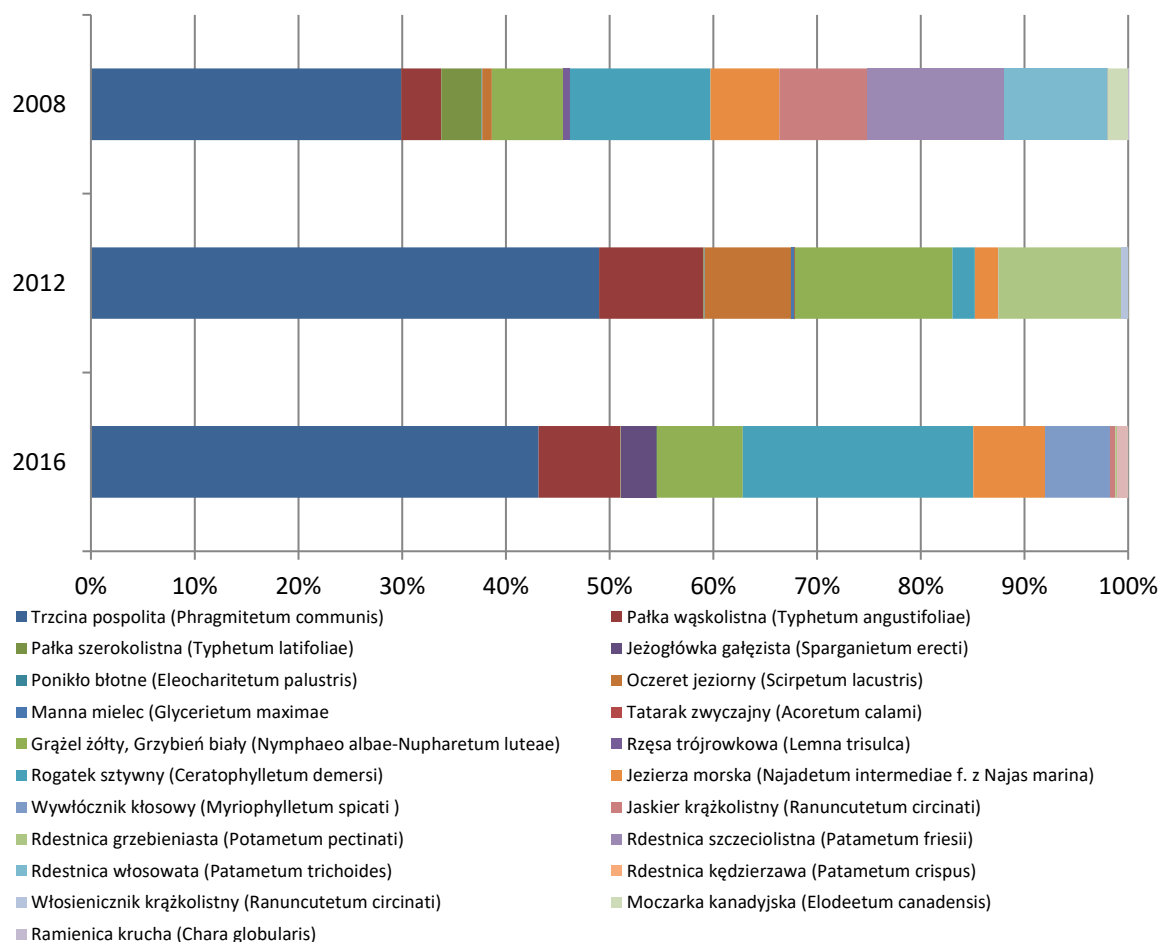
Indeks fitoplanktonowy PMPL w omawianym okresie waha się od II do IV klasy czystości wód.



Ryc.4 Sezonowa zmienność taksonomiczna fitoplanktonu w latach 2009-2019 w Jeziorze Borzymowskim (% udział w biomase ogólnej)

Rozwój fitoplanktonu przekłada się na przezroczystość wód. W 13. letnim okresie badań najlepszą przezroczystość odnotowano w maju i czerwcu (średnio 1,5 m) w fazie „czystej” wody. Najmniej korzystne warunki świetlne notowano w sierpniu (1,0 m). W omawianym okresie najwyższą średnioroczną przezroczystość wód - 2,2 m odnotowano w 2009 r., a najmniejszą - 0,8 m w 2019 r. Było to skorelowane z ilościami chlorofilu „a” i wielkością biomasy glonów. Średnioroczne wartości widzialności w 2012, 2013 i 2019 roku były poniżej dobrego stanu wód.

Badania makrofitów prowadzono czterokrotnie w 2008, 2010, 2012 i 2016 roku. Fitolitoral jeziora ma powierzchnię ok. 35 ha, co stanowi ok. 20% powierzchni całego zbiornika. Podczas badań wyróżniono 13-15 zbiorowisk. Roślinność pokrywała ok. 65% powierzchni całego fitolitoralu a jej maksymalny zasięg występowania to 3,5 m. Do tej głębokości występował rogatek sztywny *Ceratophyllum demersum* oraz zespół jaskra (włosienicznika) krążkolistnego *Ranuncutetum circinatif*. Średni zasięg występowania roślin wyniósł 2,3 m. Na wszystkich transektach helofity reprezentowane były przez trzcinę pospolitą (zajmującą ok. 30% powierzchni fitolitoralu). Łąki podwodne tworzą głównie rogatek sztywny, jaskier krążkolistny oraz rdestnica szczeciolistna i włosowata. Jezioro Borzymowskie należy do typu ramienicowego, jednak ta grupa roślin zaznaczyła swoją obecność jedynie na jednym stanowisku zlokalizowanym w zachodniej części zbiornika w trakcie badań w 2008 i 2010 roku (rycina 5). Wartość wskaźnika ESMI wahała się od dobrego do umiarkowanego stanu wód.



Ryc. 5 Zmienność zespołu makrofitowego w Jeziorze Borzymowskim w latach 2008-2016 (% udział)



Średnia zawartość azotu ogólnego dla wielolecia wynosi 1,9 mg N/l. Średnioroczne wartości oscylują w zakresie od 1,27 mg N/l (2016 r.) do 2,36 mg N/l w 2013 r. Roczny przebieg azotu w latach 2007-2019 charakteryzuje się nieznacznymi wahaniami, ze wzrostem stężeń w okresie wczesnowiosennym. Średnia wartość dla kwietnia w latach 2007-2019 wynosiła 2,40 mg N/l. W latach 2010, 2011, 2013, 2018 kiedy pokrywa lodu utrzymywała się do kwietnia, po czym następował wzrost temperatury powietrza oraz uruchomione zostały intensywne spływy z pól sąsiadujących z jeziorem, odnotowano wysokie stężenia związków azotu sięgające 4,6 mg N/l (2011 r.). Natomiast brak opadów, bezśnieżna i ciepła zima w 2016 r. spowodowała, że w wodach jeziora w marcu stężenie azotu było bardzo niskie - 0,5 mg N/l. Najwyższą wartość azotu ogólnego - 5,06 mg N/l odnotowano we wrześniu 2013 r. Zdecydowało o tym wysokie stężenie azotu organicznego (4,66 mg N/l). W omawianym okresie w latach 2010-2013 i 2019 r., średnioroczne wartości nie odpowiadały dobremu stanowi wód.

Średnia roczna zawartość fosforu ogólnego dla wielolecia wynosi 0,145 mg P/l wahając się od 0,110 mg P/l w 2008 r. do 0,222 mg P/l w 2016 r. Obserwując sezonowy przebieg fosforu ogólnego w latach 2007-2019 można zaobserwować najniższe stężenia w okresie wiosennym marzec/kwiecień wynoszące odpowiednio 0,090 i 0,105 mg P/l i jego znaczny wzrost od sierpnia do października z maksimum – 0,186 mg P/l we wrześniu. Najwyższym odnotowanym stężeniem była wartość 0,690 mg P/l w maju 2009 r. Przyczyną był awaryjny zrzut ścieków z masarni w miejscowości Niemojewo. Tylko trzykrotnie w omawianym okresie, w latach: 2007, 2008 i 2012, wartość tego wskaźnika odpowiadała dobremu stanowi wód. W pozostałych latach koncentracja związków fosforu nie odpowiadała normom.

Stan ekologiczny wód jeziora Borzymowskiego w trakcie prowadzonego monitoringu zmieniał się od dobrego (2007-2008), poprzez umiarkowany (2009-2016) do słabego w kolejnych latach.

### 1.3. Wnioski

- Parametry biologiczne wskazują na silnie eutroficzny charakter wód zbiornika, co przekłada się na niską jakość wód odpowiadającą umiarkowanemu (makrofity), czy słabemu, w przypadku fitoplanktonu, stanowi ekologicznemu.
- Stężenia biogenów, a szczególnie fosforu, utrzymują się w całym okresie wegetacyjnym na wysokim poziomie. Jest to efekt m.in. dopływu do jeziora oczyszczonych ścieków, dostarczających stały ładunek soli pokarmowych. Można zaobserwować sezonowość występowania związków biogenych. Roczny przebieg azotu charakteryzuje się wzrostem stężeń w okresie wczesnowiosennym. Natomiast koncentracja związków fosforu jest najniższa na wiosnę i wzrasta od sierpnia do października.
- Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono stopniowe pogarszanie się stanu ekologicznego wód jeziora. Czynnikiem spowalniającym negatywne zmiany jest morfometria jeziora, dzięki której jezior jest podatne na mieszanie wiatrowe neutralizujące efekty zanieczyszczenia.
- Oprócz zrzutu ścieków, jezioro jest narażone na oddziaływanie rolnictwa. Ponadto w ostatnim okresie wzrasta zainteresowanie rekreacyjnym wykorzystaniem jeziora. Powstała duża plaża gminna a wzdłuż linii brzegowej budowane są liczne domki letniskowe, których właściciele chcąc uzyskać dostęp do wody wycinają szuwały, stanowiące naturalną strefę buforową.

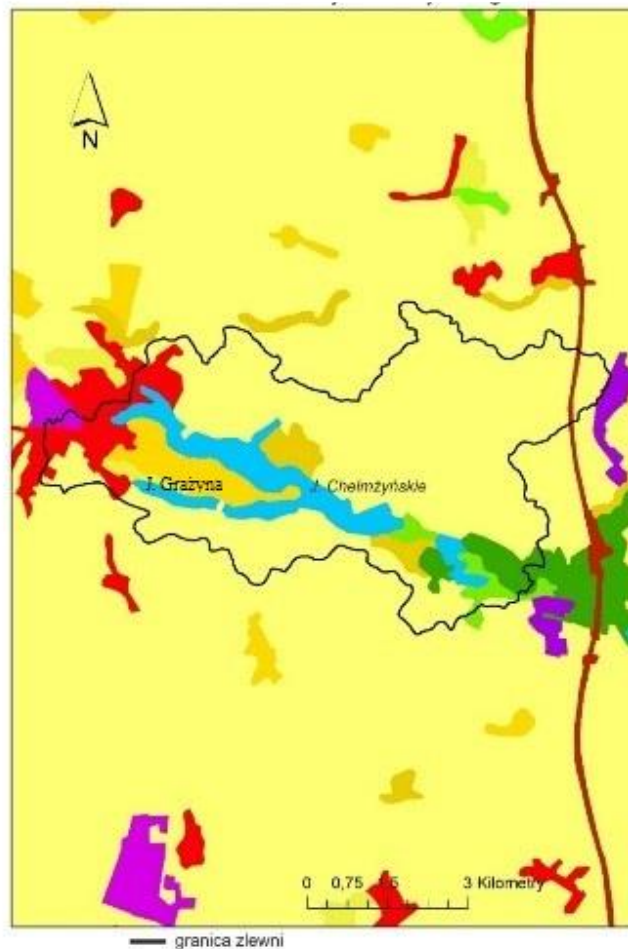
## 2. Jezioro Chełmżyńskie kod JCW: PLLW20451

### 2.1. Informacje ogólne

- położenie:
  - powiat: toruński / gmina: Chełmża,
  - zlewnia: Fryba - Wisła,
  - makroregion: Pojezierze Chełmińsko-Dobrzyńskie,
  - mezoregion: Pojezierze Chełmińskie.
- powierzchnia: 271,1 ha,
- objętość: 16 452 tys. m<sup>3</sup>,
- głębokość maksymalna: 27,1 m,
- głębokość średnia: 6,1 m,
- powierzchnia zlewni całkowitej: 32,8 km<sup>2</sup>,
- powierzchnia zlewni bezpośredniej: 8,10 km<sup>2</sup>,
- współczynnik Schindlera: 2,2,
- typ abiotyczny jeziora: 3a,

Położone jest w centralnej części Pojezierza Chełmińskiego. Zlewnia całkowita jeziora obejmuje w większości obszar wysoczyzny morenowej oraz niewielki fragment sandru chełmżyńskiego. W strukturze użytkowania ziemi w zlewni bezpośredniej dominują grunty orne, których udział wg. CLC 2018 jest szacowany na 77%, natomiast lasami porośnięte są jedynie piaszczyste tereny sandrowe. Zachodnie fragmenty zlewni stanowi zwarta zabudowa miasta Chełmża, którego historia sięga XIII w. (rycina 6). Miasto w przeszłości było źródłem ścieków socjalno-bytowych oraz przemysłowych, odprowadzanych do jeziora. Obecnie jezioro nie jest odbiornikiem ścieków. Jedynie do przymiejskiej zatoki odprowadzane są systemem kanalizacji deszczowej, wody opadowe odwadniające ulice staromiejskiej części Chełmży. Jezioro Chełmżyńskie przez wieloletnia podlegało silnej antropopresji, związanej z działalnością powstałej w 1882 r. cukrowni. Szczególnie niekorzystne dla ekosystemu jeziora było pobieranie z niego dużej ilości wody w okresie kampanii cukrowniczej, co spowodowało, między innymi zaprzestanie funkcjonowania odpływu do położonego poniżej jeziora Archidiakonka. Niedobory wody uzupełniano wówczas przepompowując wodę ze Strugi Toruńskiej. Pod koniec XX wieku w wyniku modernizacji cukrowni nastąpił spadek poboru wody z jeziora. W 1992 roku cukrownia pobrała 1 mln 803 tys. m<sup>3</sup> wody, a w 2005 r. jedynie 120 tys. m<sup>3</sup>. W 2020 r. zostało wydane nowe pozwolenie na pobór wody z jeziora w ilości 2 800 m<sup>3</sup>/d, przy założeniu, że maksymalne obniżenie lustra wody w jeziorze nie może przekroczyć rzędnej poniżej 82,74 m n.p.m. Działania te przyczyniły się do stopniowego uzupełnienia zasobów wodnych jeziora, stabilizacji zwierciadła wody oraz ponownego odpływu wód. Z kolei ścieki, na podstawie pozwolenia z 2017 r., po oczyszczeniu w zakładowej oczyszczalni, odprowadzane są poniżej jeziora do Kanału Fabrycznego i dalej do rzeki Fryby w ilości maksymalnej do 5700 m<sup>3</sup>/d. Obecnie głównym źródłem zanieczyszczeń jest spływ powierzchniowy substancji biogenych z pól uprawnych zajmujących największy powierzchniowo obszar zlewni.

Nad jeziorem nastąpił rozwój infrastruktury turystycznej i rekreacyjnej. Ośrodki turystyczne powstały wzdłuż wschodniego brzegu, i należą do nich: kompleks w Zalesiu z 400 miejscami noclegowymi oraz zabudowa letniskowa w okolicach Mirakowa, Pluskowęsów i Nowej Chełmży.



### Legenda

- Zabudowa miejska zwarta
- Strefy przemysłowe lub handlowe
- Grunty ome poza zasięgiem urządzeń nawadniających
- Łąki, pastwiska
- Złożone systemy upraw i działek
- Tereny głównie zajęte przez rolnictwo z dużym udziałem roślinności naturalnej
- Lasy iglaste
- Lasy mieszane
- Zbiorniki wodne

Ryc.6 Zlewnia całkowita j. Chełmżyńskiego (wg. Corine Land Cover 2018)

Misa jeziora zajmuje najgłębsze partie dwu krzyżujących się rynien polodowcowych (rycina 7). W głównej rynnie konfiguracja dna jest mało urozmaicona, a głębokości nie przekraczają 13 m. Maksymalna głębokość (27,1 m) znajduje się w południowo-zachodnim plosie jeziora. Połączone jest wąskim, płytkim i zarastającym trzcinami przesmykiem z jeziorem Grażyna. Głównym dopływem jeziora jest ciek odwadniający północno-wschodnią część zlewni, który przepływa przez hipertroficzne Jezioro Grodzieńskie.



Ryc. 7 Plan batymetryczny Jeziora Chełmżyńskiego (wg. IRŚ)

## 2.2. Wyniki badań

Brak naturalnych barier ograniczających oddziaływanie wiatru oraz dodatkowo łagodnie nachylone zbocza rynien powodują, że jezioro charakteryzuje się dużą dynamiką mas wody. Od momentu powstania uwarstwienia termicznego następuje w jeziorze systematyczne pogłębianie epilimnionu. W okresie letnim warstwa epilimnionu jeziora sięga z reguły do głębokości 6-8 m, a metalimnion o dużej miąższości cechuje się niewielkimi gradientami termicznymi (maksymalnie 2-3<sup>0</sup>C/m). Wody hypolimnionu są chłodne. Tempo wyczerpywania zasobów tlenowych jest bardzo szybkie i już w III dekadzie maja występowały w jeziorze silne deficyty tlenowe, a przy dnie powstały warunki beztlenowe. W kolejnych miesiącach warstwa beztlenowa obejmowała całą objętość hypolimnionu, sięgając środkowego piętra metalimnionu.

Cechą wyróżniającą zespół fitoplanktonowy jest obecność w okresie letnim bruzdnic *Dinophyceae*. Ich rozmiary, pomimo niskiej liczebności, powodują wzrost biomasy. Indeks Fitoplanktonowy PMPL, wyniósł w 2019 r. 2,97. Wynik ten odpowiadał umiarkowanemu stanowi ekologicznemu. PMPL wahał się pomiędzy stanem umiarkowanym w latach 2012-2013 i 2018-2019, a dobrym w latach 2014-2017.

Zakres wartości średniej rocznej biomasy glonów wahał się w szerokim zakresie i wynosił w wieloleciu 2007-2019 od 2,43 do 22,7 mg/l. Są to wartości właściwe dla klasy od II do V. Największa biomasa spotykana była w lipcu i sierpniu. Wartość maksymalna obliczona ze średniej dla okresu 2007-2019 to 23,9 mg/l w sierpniu. Natomiast minimum wyniosło 1,9 mg/l w maju. Najwyższą wartość biomasy - 73,4 mg/l odnotowano w lipcu 2012 r.

Stężenia chlorofilu „a” w całym okresie badań charakteryzowały się dużymi zmianami w sezonie wegetacyjnym (rycina 17). Występowały również bardzo duże różnice w poszczególnych latach badań (rycina 16). Znaczne wahania sezonowe wartości biomasy oraz

koncentracji chlorofilu „a” wskazują na dużą dynamikę zespołu fitoplanktonu pelagicznego, jego małej obfitości podczas fazy „czystej” wody (przełom maja i czerwca) oraz nadmiernej liczebności podczas zakwitów letnich (sierpień-wrzesień). Średnie wartości roczne chlorofilu „a” w latach 2007-2012 są do siebie bardzo zbliżone, a ich zakres wynosił 24,2–32,2 µg/l. Wskazuje to na IV klasę czystości wód. W ostatnim okresie obserwowany jest spadek średniego stężenia chlorofilu „a”, z najniższą wartością 10,5 µg/l w 2016 r. Najwyższe stężenia barwnika obserwowane były podczas sierpniowej serii pomiarowej, co pokrywało się zakwitami fitoplanktonu. Maksimum - 77,52 µg/l miało miejsce w sierpniu 2008 r. Równie wysokie stężenie – 65,8 µg/l było latem w 1992 r. Minima występowały pod koniec wiosennej homotermii w maju kiedy stężenie barwnika spadało do 1,5 µg/l (2012 r.). Drugim okresem, w trakcie którego odnotowywane zostały niższe wartości tego parametru jest jesień. Stężenie chlorofilu „a” w październiku 2012 r. wyniosło także 1,5 µg/l.

Przezroczystość wody, analogicznie jak wcześniejsze elementy biologiczne, charakteryzowała się dużą zmiennością, zarówno pomiędzy poszczególnymi latami jak sezonami wegetacyjnymi. Miąższość strefy eufotycznej mierzona krążkiem Secchiego największa była najczęściej w maju i oscylowała w przedziale 2,5 m osiągając maksimum 5,0 m w 2012 r. W szczycie stagnacji letniej, warunki świetlne w jeziorze ulegały pogorszeniu. Najgorsza widzialność przypadała na sierpień i wrzesień, kiedy najobficiej występowały sinice *Cyanoprocarota*, skutecznie hamujące dostęp światła do głębszych warstw wody. Poprawa warunków świetlnych w jeziorze następowała w jesiennej serii pomiarowej. Przezroczystość wody w tym okresie roku wynosiła nawet ponad 4 metry. W ostatnich 2 latach warunki świetlne uległy pogorszeniu podczas całego sezonu badawczego. Szczególnie dobrze jest to widoczne w miesiącach letnich (lipiec-sierpień) 2019 r., kiedy widzialność krążka Secchiego wyniosła średnio jedynie 1,0 m podczas kiedy w poprzednich latach z reguły przekraczała 2 metry. Jednak podobny zakres zmienności miał miejsce w poprzednich latach badań: w 1986 r. SD wyniosło 2,0 m, a w 1993 r. spadło do 0,6 m.

Badania makrofitów Jeziora Chełmżyńskiego przeprowadzane były w latach 2008, 2011, 2014, 2017 oraz 2019. Podczas ostatniego badania wyznaczone zostały 34 transekty badawcze, na których oznaczono 21 zbiorowisk roślinnych. Wśród roślin tworzących łąki podwodne, najliczniejszym gatunkiem był rogatek sztywny *Ceratophyllum demersum* (42,16 %), który występował na wszystkich stanowiskach. Jest to prawie dwukrotnie wyższy wynik niż w 2017 r. (22,38 %) i ponad 4-krotnie (9,44 %) w porównaniu z 2014 r. Maksymalna głębokość na której oznaczony został ten gatunek wyniosła 4 metry. Z kolei pokrycie litoralu na niektórych transektach wynosiło około ich 75% powierzchni. Drugim gatunkiem, który współwystępował z rogatkiem był zespół jaskra (włosienicznika) krążkolistnego *Ranuncutetum circinatis*, zajmujący powierzchnię 5,71% i zaobserwowany na 26 stanowiskach. Maksymalna głębokość występowania tego zespołu roślinnego wyniosła 2,9 m przy maksymalnym pokryciu fitolitoralu w wysokości 50%. Z kolei gatunkiem, który najliczniej występował wśród roślinności szuwarowej była trzcina pospolita *Phragmites australis* (39,53%), zaobserwowana na 33 stanowiskach. Na większości stanowisk maksymalna głębokość występowania tego gatunku była niewielka. Jedynie na jednym z transektów roślina objęła swym zasięgiem obszar litoralu do 3 metrów głębokości. Ramienice ze zbiorowiska *Charetum fragilis* zaobserwowane tylko trzykrotnie. Roślinność o liściach pływających reprezentowana była przez grążel żółty *Nuphar lutea*, który zajmował 1,02% powierzchni fitolitoralu.

Wartość wskaźnika ESMI w 2019 r. wyniosła 0,344 co odpowiada umiarkowanemu stanowi ekologicznemu. Natomiast pierwsze cztery lata badań pozwoliły na przyporządkowanie ESMI do stanu dobrego.

Średnie stężenie azotu ogólnego, cechowało się niewielką zmiennością w całym okresie badawczym. Najniższe średnie roczne stężenie tego biopierwiastka wyniosło 1,10 mg N/l w latach 2014 i 2016-2017. Z kolei najwyższa średnia wartość - 1,98 mg N/l

przypadła na 2008 r. Praktycznie we wszystkich poddanych analizie latach, azot ogólny nie wykazywał przekroczeń granicy wyznaczonej dla stanu dobrego a jego stężenie pozwoliło na zaklasyfikowanie Jeziora Chełmżyńskiego do II klasy czystości wód. Świadczy to o stabilnym poziomie dostawy tego pierwiastka wraz ze wpływem powierzchniowym z terenów rolniczych przylegających do jeziora.

W latach 2012-2019 koncentracja fosforu ogólnego w epilimnionie kształtowała się na zróżnicowanym poziomie. Najwyższe stężenie tego pierwiastka - 0,094 mg P/l odnotowane zostało w 2015 r. W latach 2013-2014 oraz 2018-2019, średnie roczne stężenie fosforu kształtowało na stabilnym poziomie – 0,070-0,072 mg P/l. Najwyższe stężenia występowały z reguły w okresie jesiennym, kiedy jego zawartość w wodzie wzrasta niekiedy ponad 2-krotnie w porównaniu z wcześniejszymi miesiącami.

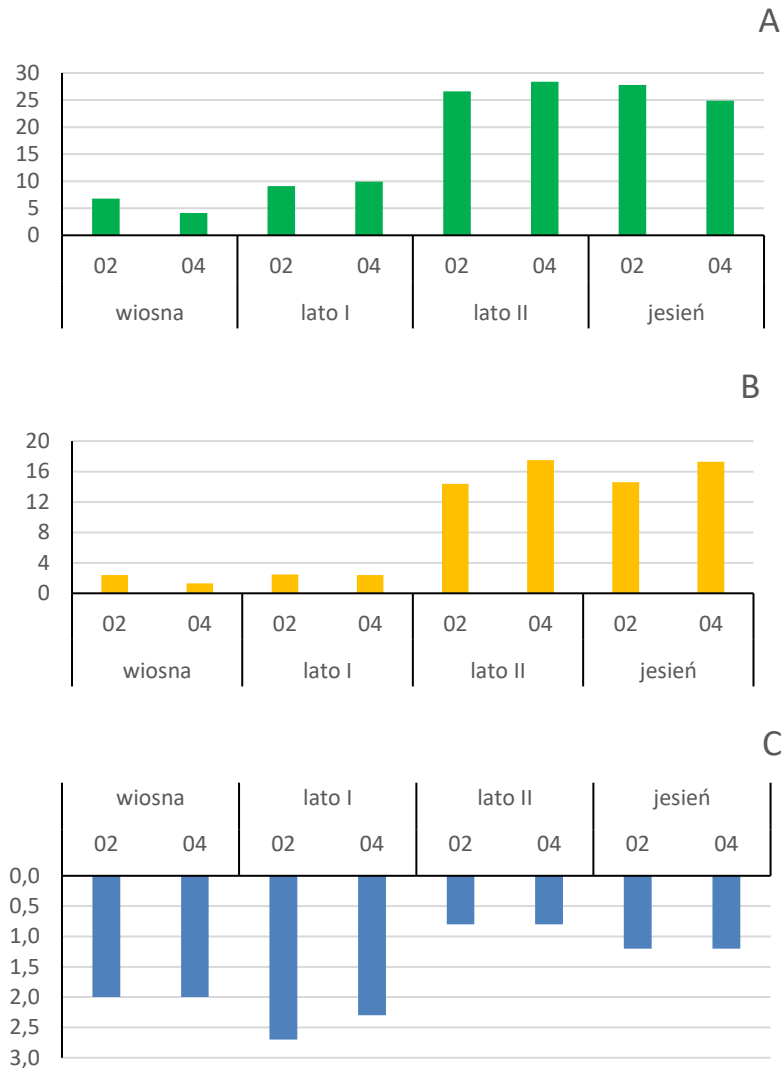
Podczas kontroli stanu czystości jeziora prowadzonych przed 2007 r. analizowano zgodnie z obowiązującą wówczas metodyką skład hydrochemiczny wód hypolimnionu w trakcie stratyfikacji letniej. W odniesieniu do biogenów to stwierdzono, że ich szczególnie wysoka koncentracja miała miejsce w 1992 r. Zawartość fosforanów wyniosła wówczas 1,68 mg P-PO<sub>4</sub>/l, natomiast azotu amonowego było 3,79 mg/l. Wcześniej - w połowie lat 70. XX w. stężenia fosforanów w hypolimnionie oscylowały wokół 1 mg P-PO<sub>4</sub>/l a jonu amonowego wokół 2 mg N-NH<sub>4</sub>/l. W 2006 r. stężenia tych związków znacząco spadły do wartości 0,229 mg P-PO<sub>4</sub>/l i 1,37 mg N-NH<sub>4</sub>/l. Pomimo tych zmian nadal świadczy to o degradacji wód, która ma miejsce w najgłębszym plosie jeziora. Z uwagi na niezmiennie utrzymujące się w strefie naddennej letnie deficyty tlenowe, zjawisko wewnętrznego wzbogacania jeziora w związki biogenne nadal musi funkcjonować, chociaż jego natężenie mogło ulec w ostatnim okresie zmniejszeniu.

Jezioro Chełmżyńskie jako jedyne z jezior reperowych w województwie kujawsko-pomorskim badane jest na trzech punktach pomiarowo-kontrolnych. Zlokalizowane są one w plosach jeziora o maksymalnych przegłębieniach wynoszących odpowiednio: głęboczek 01 – 13,8 m; głęboczek 02 – 27,1 m; głęboczek 04 – 10,0 m. Pierwsze stanowisko znajduje się we wschodniej części jeziora w pobliżu licznych ośrodków wypoczynkowych. Głęboczek centralny 02, zlokalizowany jest w wydzielonej zatoce w południowej części akwenu, otoczonej ze wszystkich stron polami uprawnymi. Z kolei ostatnie stanowisko znajduje się w sąsiedztwie zabudowań miasta Chełmży, a na pozostałym odcinku linia brzegowa kontaktuje się na znacznej długości z polami uprawnymi. Pomimo znacznych różnic w głębokościach w okresie stratyfikacji letniej na wszystkich trzech stanowiskach w obrębie metalimnionu rozpoczynają się deficyty tlenowe przy jednoczesnym całkowitym odtlenieniu hypolimnionu. Także niezależnie od stanowiska pomiarowego, latem następuje przetlenienie epilimnionu.

Znaczących różnic pomiędzy stanowiskami nie wykazuje również widzialność krążka Secchiego. Podczas szczytu stagnacji letniej w 2019 r. przezroczystość wody w poszczególnych plosach wahała się w przedziale 1,0–1,2 m. Analogiczny wniosek dotyczy biomasy fitoplanktonu (rycina 8).

Również niewielką zmiennością charakteryzuje się rozkład przestrzenny pierwiastków biogenych. W skali roku, na wszystkich trzech stanowiskach stężenie azotu ogólnego oscyluje w przedziale od 1,0 do 1,5 mg N/l. W przypadku fosforu ogólnego, to przez większość sezonu wykazuje, podobnie jak azot, tylko na niewielkie zróżnicowanie stężeń w poszczególnych plosach. Jego ilości mieszczą się w przedziale od 0,050 do 0,090 mg P/l.

Wskaźnikiem, który nieregularnie wykazuje zmienność przestrzenną jest stężenie chlorofilu „a”. Np. w trakcie pomiarów lipcowych w 2018 r. odnotowana została znaczna różnica w jego ilości pomiędzy stanowiskami. Na głęboczku 01 stężenie chlorofilu „a” wyniosło 23,7 µg/l i było ponad dwukrotnie wyższe niż na stanowisku 02 (10,6 µg/l). Przyczyną są prawdopodobnie powierzchniowe prądy wiatrowe powodujące gromadzenie się glonów w miejscach położonych po stronie zawietrznej. Sprzyja temu ukształtowanie jeziora.



Ryc. 8 Zróżnicowanie: A - chlorofilu „a” (w mg/l), B - biomasy (w µg/l), C - przezroczystości (w m) na stanowiskach 02 i 04 w 2019 r.

### 2.3. Wnioski

- Na podstawie badań ustalono, że potencjał ekologiczny Jeziora Chełmżyńskiego wahał się w szerokim zakresie: od słabego do dobrego.
- Z uwagi na rozwój miasta jezioro było poddane wieloletniej, silnej i wielokierunkowej antropopresji. Szczególne negatywne znaczenie miała działalność cukrowni.
- W okresie stagnacji letniej obserwuje się występowanie w całej strefie hypolimnionu strefy azoicznej. Uruchomiony jest mechanizm zasilania wewnętrznego jeziora.
- Elementy biologiczne są silnie zróżnicowane w trakcie sezonu wegetacyjnego, występują także znaczące różnice w poszczególnych latach badań. Wartości wskaźników troficznych generalnie wskazują na umiarkowaną jakość wód. Analiza występujących tendencji sugeruje poprawę stanu czystości. Symptodem powrotu jeziora do stanu czystowodnego jest ekspansja makrofitów zanurzonych.
- Zabiegiem pozwalającym przyspieszyć i wzmocnić proces samooczyszczenia wód może być rekultywacja jeziora szczególnie jego przymiejskiej części.

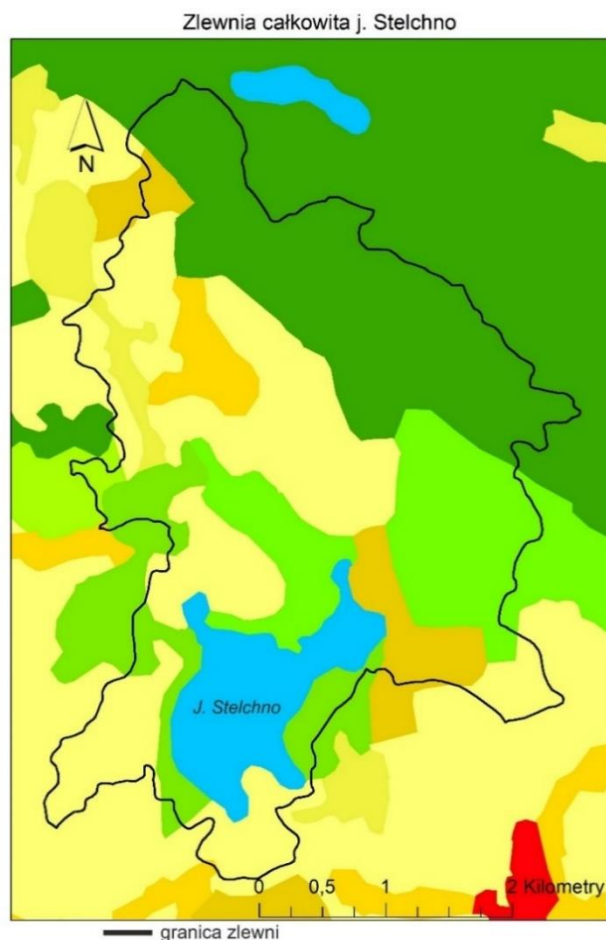
### 3. Jezioro Stelchno kod JCW: PLLW20542

#### 3.1. Informacje ogólne.

- położenie:
  - powiat: świecki
  - zlewnia: Wdy
  - makroregion: Pojezierze Południowo Pomorskie
  - mezoregion: Wysoczyzna Świecka
  - formy ochrony: Natura 2000 – dyrektywa OSO
  
- powierzchnia: 154,5 ha,
- objętość: 7968,7 m<sup>3</sup>,
- głębokość maksymalna: 10,3 m,
- głębokość średnia: 5,1 m
- powierzchnia zlewni całkowitej: 12,6 km<sup>2</sup>,
- powierzchnia zlewni bezpośredniej: 1,47 km<sup>2</sup>,
- współczynnik Schindlera: 1,78
- typ abiotyczny jeziora: 2b

Jezioro położone na Wysoczyźnie Świeckiej. Zasilane jest w północnej części przez płynący okresowo ciek z Czerska Świeckiego. Odpływ z jeziora uchodzący do Wdy w związku ze spadkiem poziomu zwierciadła wody w jeziorze w okresie prowadzenia badań o około 0,9 m jest nieczynny od kilku lat. Prowadzone w latach 2008-2010 obserwacje wahań poziomu zwierciadła wody wykazały, że dochodzą one do 0,45 m w ciągu roku. Mała zlewnia całkowita jeziora, której północna część leży na sandrze Wdy, z dominującym użytkowaniem w postaci lasów, zajmujących 48 % powierzchni oraz 42 % udziałem terenów rolnych (rycina 9) wywiera niewielką presję na wody zbiornika. Jezioro posiada dobrze wykształconą strefę buforową w postaci zadrzewień oraz szerokiego pasa szuwarów, redukujących wpływ spływów powierzchniowych z przyległych pól uprawnych. W północno-wschodniej części zlewni w bliskim sąsiedztwie jeziora w ostatnim okresie nastąpiła zabudowa terenu budownictwem jednorodzinny.



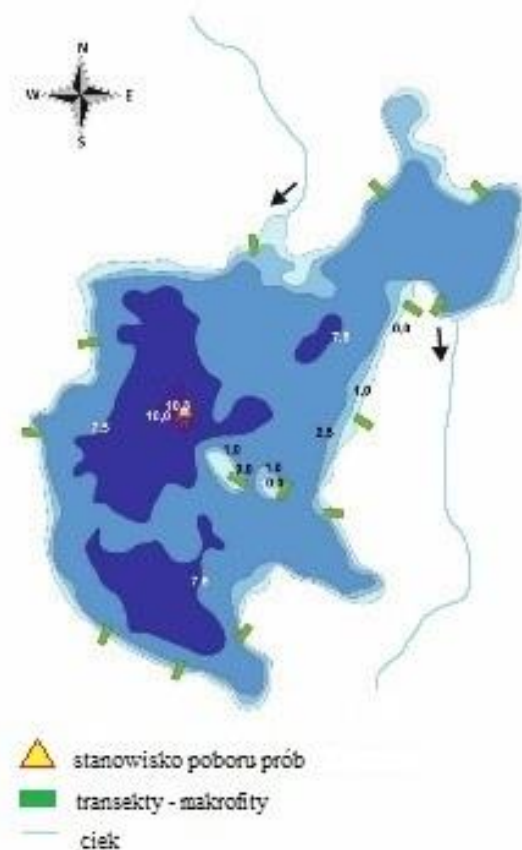


### Legenda

- Zabudowa miejska luźna
- Grunty omie poza zasięgiem urządzeń nawadniających
- Łąki, pastwiska
- Złożone systemy upraw i działek
- Tereny głównie zajęte przez rolnictwo z dużym udziałem roślinności naturalnej
- Lasy liściaste
- Lasy iglaste
- Lasy mieszane
- Zbiorniki wodne

Ryc. 9 Zlewnia całkowita jeziora Stelchno (wg. Corine Land Cover 2018)

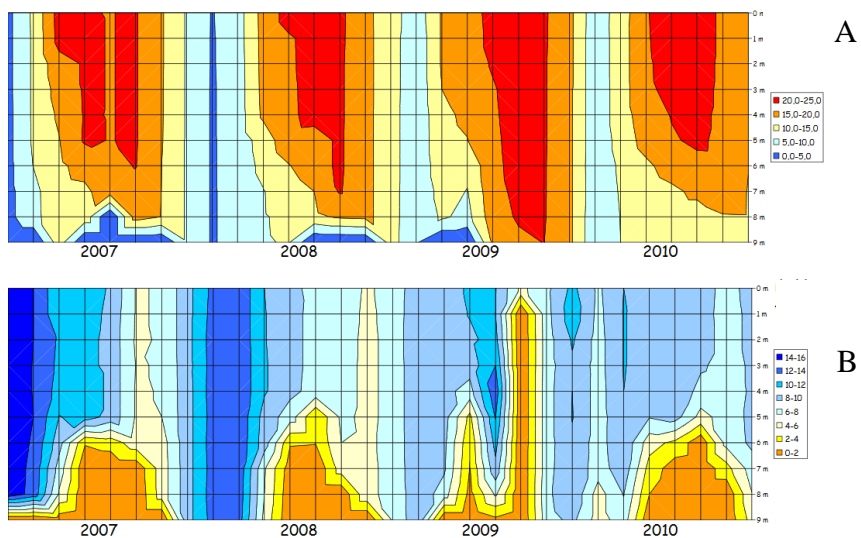
Jezioro cechuje się dobrze rozwiniętą linią brzegową oraz urozmaiconym dnem. W środkowej części jeziora znajdują się 2 wyspy o łącznej powierzchni 1,2 ha, a w północno-zachodniej wypłytenie wystające obecnie ponad powierzchnię wody (rycina 10). W części południowo-zachodniej z uwagi na obniżenie zwierciadła wody istniejąca zatoka przekształca się w odrębny zbiornik, połączony z głównym plosem wąskim, zarastającym przesmykiem. Maksymalne przegłębienie miało 10,3 m. W centralnej części znaczna powierzchnia dna jeziora, poniżej strefy występowania roślin na głębokości 5-7 metrów, zbudowana jest z kilkucentymetrowej warstwy jasnych osadów organicznych przykrywających utwory piaszczysto-gliniaste usłane różnej wielkości kamieniami.



Ryc. 10 Plan batymetryczny jeziora Stelchno (wg. IRŚ)

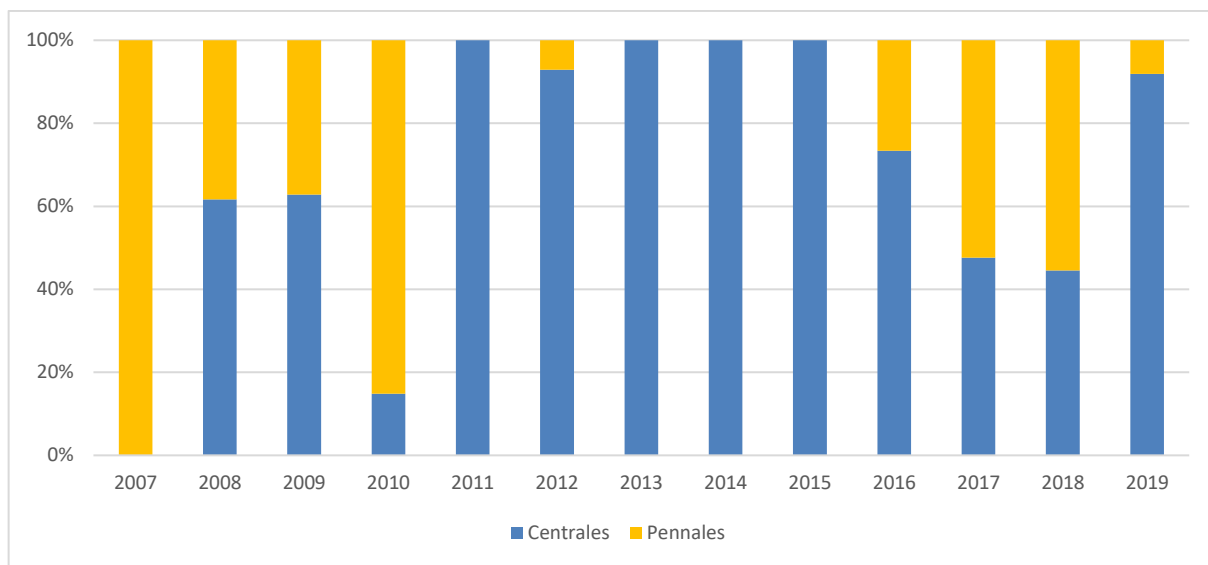
### 3.2. Wyniki badań

W wodach zbiornika w sezonie letnim wykształca się częściowa stratyfikacja termiczno-tlenowa. Z uwagi na dużą podatność jeziora na mieszanie wiatrowe wynikające z wysokiego wskaźnika odsłonięcia ( $W_o=30,3$ ) jest ona nietrwała. Ma także w poszczególnych latach różny przebieg (rycina 11). W szczycie stagnacji letniej w jeziorze pojawiają się w strefie przydennej deficyty tlenu. Z uwagi na morfometrię misy jeziornej obejmują one jedynie rejon największego przegłębienia, poniżej izobaty 7,5 m, zajmującego stosunkowo niewielką powierzchnię dna.

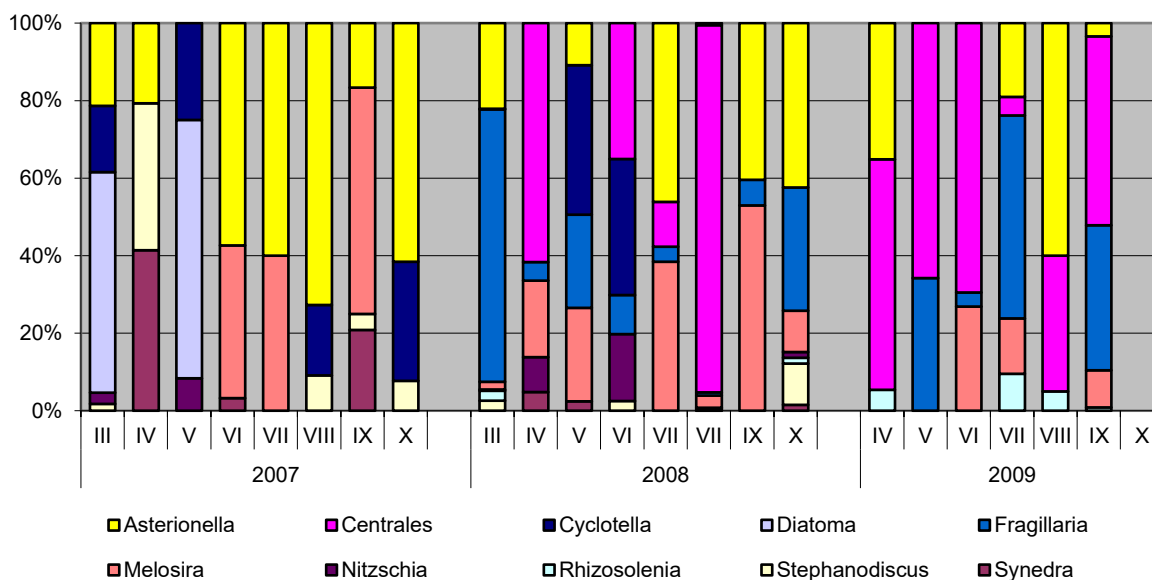


Ryc.11 Izoplety jeziora Stelchno A – temperatura (°C); B – tlen rozpuszczony (mg O<sub>2</sub>/l)

Stałą cechą fykoflory jeziora było występowanie silnego zróżnicowania składu gatunkowego. W składzie gatunkowym przeważają okrzemki *Bacillariophyceae*, dość licznie pojawiają się bruzdnice *Dinophyceae* oraz kryptofity *Cryptophyceae*. Udział sinic (*Cyanoprokaryot*) był niewielki, przy czym zróżnicowanie gatunkowe planktonu sinicowego było znaczne. Ilość sinic wzrastała pod koniec okresu wegetacyjnego, nie była to jednak prawidłowość występująca regularnie w każdym z rocznych cykli pomiarowych. Liczebność oznaczonych taksonów glonów w poszczególnych latach była różna, podobnie jak skład taksonomiczny dominujących grup (rycina 12). Fykoflora jeziora charakteryzowała się także odmiennym przebiegiem w poszczególnych sezonach wegetacyjnych (rycina 13).



Ryc. 12 Zróżnicowanie planktonu okrzemkowego w okresie homotermii wiosennej w latach 2007-2019 (% udziału biomasy)



Ryc. 13 Zróżnicowanie sezonowe planktonu okrzemkowego w cyklu wegetacyjnym w latach 2007-2009 (% udziału biomasy)

Przeprowadzone analizy algologiczne wykazały, że całkowity zakres zmienności biomasy fitoplanktonu wahał się od 0,03 mg/l w marcu 2007 r. do 4,5 mg/l w czerwcu 2019 r. przy wartości średniej z wszystkich lat wynoszącej 1,2 mg/l i niewielkim jej zróżnicowaniu pomiędzy poszczególnymi latami (0,8 mg/l w 2007 r. i 2,3 mg/l w 2018 r.). Jeszcze mniejsze było zróżnicowanie wartości średniej z wielolecia w poszczególnych miesiącach. Najwyższa wartość średnia biomasy - 1,7 mg/l wystąpiła w kwietniu, najmniejsza – 0,9 mg/l w sierpniu. Faza „czystej” wody z reguły występowała w maju, jednak np. w 2019 r. miała miejsce dopiero w lipcu, kiedy biomasa wyniosła jedynie 0,38 mg/l, przy 4,5 mg/l w czerwcu. Towarzyszył temu także spadek koncentracji chlorofilu oraz wzrost przezroczystości wody z 2,8 do 4,3 m.

W ciągu całego okresu badań stężenia chlorofilu „a” utrzymywały się na niskim poziomie (rycina 16). Średnia wartość z całego okresu wegetacyjnego w okresie 2007-2019 to 4,4 µg/l, przy czym zróżnicowanie w poszczególnych miesiącach było niewielkie i wahało się od 3,8 µg/l w sierpniu do 5,2 µg/l w kwietniu. Minimalna wartość wyniosła 1,1 µg/l (lipiec 2009 r.), natomiast maksymalna 10,4 µg/l (kwiecień 2013 r.).

Zgodnie z wytycznymi zamieszczonymi w podręczniku do monitoringu i klasyfikacji elementów biologicznych w wodach powierzchniowych wartość średnia z wielolecia dla chlorofilu oraz biomasy fitoplanktonu są właściwe dla I klasy czystości.

Jeziro Stelchno charakteryzuje się wysoką przezroczystością wód. W całym analizowanym okresie średnia widzialności krążka Secchiego wyniosła 3,5 m. Najwyższą – 5,0 m zmierzono w marcu 2009 r. i październiku 2015 r. Natomiast najniższą – 1,6 m w październiku 2009 r. Średnia roczna w poszczególnych latach w całym okresie prowadzonych obserwacji wahała się od 3,0 m w 2007 r. do 4,2 m w 2015 r. Analogicznie jak koncentracja chlorofilu „a” oraz wielkość biomasy zmienność sezonowa przezroczystości w wieloleciu była niewielka i wykazywała korelację ujemną z tymi parametrami. Wartość średnia z poszczególnych miesięcy zawierała się od 2,9 m w kwietniu do 3,9 m w sierpniu.

Badania makrofitów przeprowadzone w latach 2008, 2009, 2010, 2011, 2015, 2017 oraz 2019 wskazują na ramienicowy typ jeziora. Fitolitoral zajmuje powierzchnię 61,62 ha, co stanowi prawie 40% powierzchni jeziora. Pokrycie fitolitoralu roślinnością wynosi blisko 97%. Badania prowadzono na 14 transektach, gdzie oznaczono 14 zbiorowisk roślinnych. W jeziorze występują łąki podwodne w skład których wchodziły: krynicznicza tępa *Nitellopsidetum obtusae* (zajmująca 63,6%), ramienica omszona *Chara tomentosa* (ok. 6% powierzchni) oraz wywłócznik kłosowy *Myriophylletum spicati* (ok 6% powierzchni fitolitoralu). W składzie łąk widoczna była także obecność rdestnicy połyskującej *Potamogeton lucens*. Wśród makrofitów duży udział miał rogatek sztywny *Ceratophyllum demersum*. Miękkie fragmenty dna porośnięte były kępami osoki aleosowatej *Stratiotes aloides*. Szuwar składał się głównie z trzciny pospolitej *Phragmitetum communis* zajmującej 17,3% powierzchni fitolitoralu.

Średnia głębokość zasiedlenia roślinnością wynosi 4,7 m, co przy średniej głębokości jeziora 5,1 m jest bardzo dobrym wynikiem. Wartość indeksu makrofitowego ESMI w poszczególnych latach wahała się od 0,649 do 0,824 i zawsze wskazywała na I klasę czystości.

Średnia roczna zawartość azotu ogólnego dla wielolecia wynosi 1,07 mg N/l wahać się od 0,86 mg N/l w 2007 i 2016 r. do 1,21 mg N/l w 2017 r. Zróżnicowanie sezonowe praktycznie nie wystąpiło. Rozpiętość pomiędzy wynikami średnimi z wielolecia w poszczególnych miesiącach wyniosła tylko 0,27 mg N/l. Natomiast bezwzględne maksimum wyniosło 2,06 mg N/l we wrześniu 2009 r. a minimum 0,54 mg N/l w czerwcu 2009 r. i maju 2016 r. Zasobność w mineralne formy azotu w okresie homotermii wiosennej można ocenić jako wysoką w stosunku do norm określonych w już nieobowiązujących „Wytycznych monitoringu podstawowego jezior”. Średnia koncentracja azotu azotanowego z całego okresu obserwacji

wyniosła 1,04 mg N-NO<sub>3</sub>/l a wahała się od 0,75 mg N-NO<sub>3</sub>/l w 2007 r. do 1,68 mg N-NO<sub>3</sub>/l w 2010 r. Poziom azotanów nie wykazuje tendencji wzrostowych.

Średnie stężenie fosforu ogólnego dla wielolecia przyjmuje wartość 0,036 mg P/l zmieniając się od 0,023 mg P/l w 2012 r. do 0,064 mg P/l w 2008 r. Na podstawie wartości średnich miesięcznych z wielolecia można stwierdzić występowanie zróżnicowania w ciągu roku. Maksimum – 0,053 mg P/l wystąpiło we wrześniu, minima spotykano w całym sezonie dwukrotnie: w sierpniu – 0,022 mg P/l i październiku 0,020 mg P/l. Najwyższym odnotowanym stężeniem była wartość 0,21 mg P/l we wrześniu 2008 r., natomiast minima na poziomie 0,010 mg P/l notowano w październiku w latach: 2007, 2008, 2012 i 2015. Stężenie fosforanów w trakcie wiosennego mieszania wód dla wielolecia wyniosło przeciętnie 0,035 mg P-PO<sub>4</sub>/l. Jest to wartość na pograniczu I i II klasy czystości wg. wcześniej stosowanego systemu oceny jezior. Zakres wahań wyniósł od 0,02 mg P-PO<sub>4</sub>/l w 2010 r. do 0,13 mg P-PO<sub>4</sub>/l w 2015 r. Przy pominięciu tego maksimum, amplituda zmian jest niewielka. Nie wskazuje także na wzrost stężeń w wieloleciu.

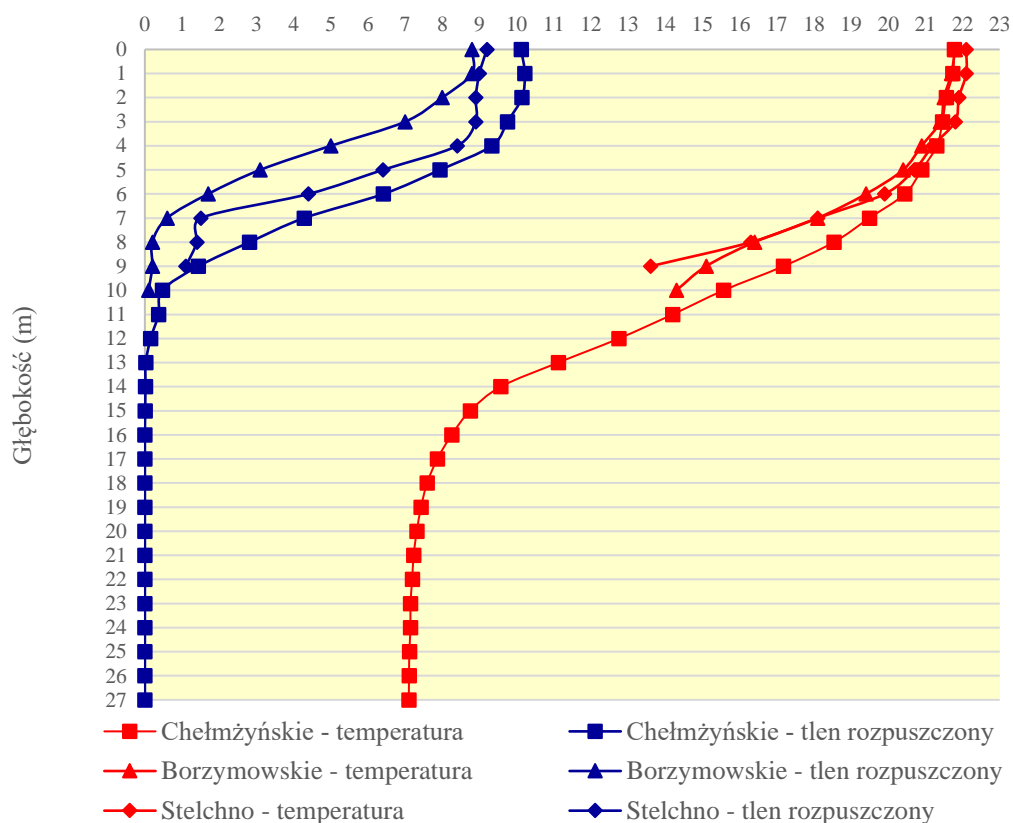
### 3.3. Wnioski

- Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono utrzymujący się przez cały okres bardzo dobry stan ekologiczny wód jeziora.
- Parametry biologiczne wskazują na niski status troficzny charakterystyczny dla mezotrofii co przekłada się na wysoką jakość wód odpowiadającą I klasie czystości. W trakcie sezonu wegetacyjnego nie występowały istotne różnice pomiędzy poszczególnymi miesiącami. Nie stwierdzono także zmian poziomu elementów biologicznych w całym okresie prowadzonego monitoringu.
- Stężenia biogenów utrzymują się w całym analizowanym okresie na niskim i jednocześnie stabilnym poziomie. Zastrzeżenia budzi jedynie stosunkowo wysoka koncentracja azotanów w okresie wiosennym, która nie koresponduje z charakterem zlewni jeziora ograniczającym dostawę nutrientów. Zmienność sezonowa biogenów jest niewielka. Azot ogólny osiąga wartości maksymalne wczesną jesienią, natomiast fosfor ogólny cechuje się występowaniem dwóch niewielkich maksimum – wczesnym latem i wczesną jesienią.
- Czynnikiem stabilizującym trofię jeziora na niskim poziomie jest niewielka presja oraz obecność łąk ramienicowych.
- Potencjalne zagrożenie stanowi rekreacyjne wykorzystanie jeziora związane z funkcjonowaniem 2 kąpielisk. Niekorzystnym zjawiskiem jest także fragmentaryzacja szuwarów pod budowę pomostów wędkarskich oraz poszerzanie plaż.

#### 4. Zróżnicowanie jezior

W analizie zmienności monitorowanych jezior reperowych skupiono się w pierwszej kolejności na okresie 2007-2012, kiedy badania prowadzono z częstotliwością 8 razy w ciągu roku. Dzięki temu dane obejmują cały sezon wegetacyjny tj. od marca do października.

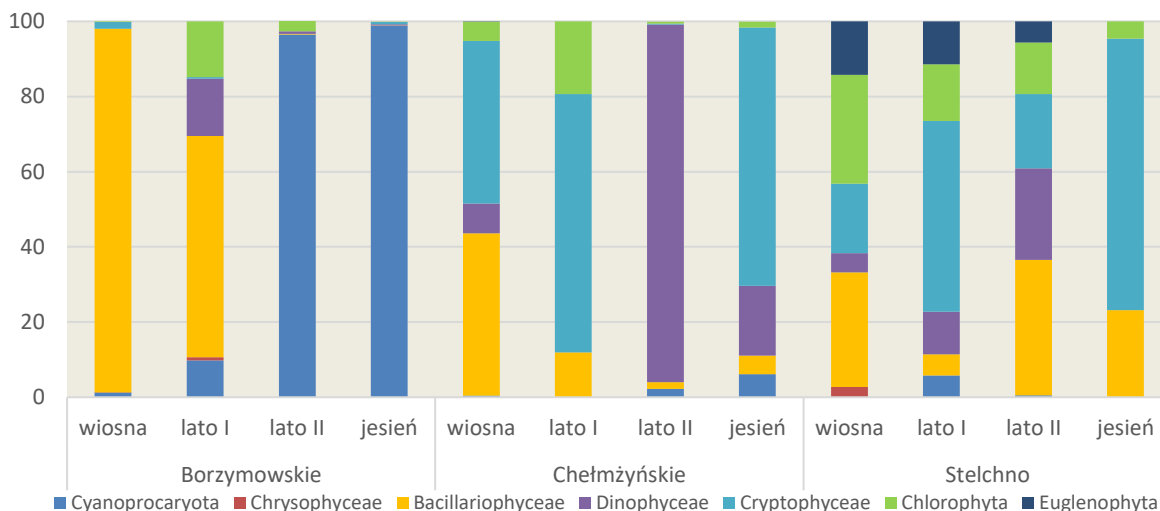
Na podstawie pomiarów temperatury i zawartości tlenu rozpuszczonego prowadzonych w szczycie stagnacji tj. sierpniu, w profilu pionowym, widoczne jest zróżnicowanie termiczne oraz kondycji tlenowej jezior (rycina 14). Stelchno w okresie letnim ma od dwóch pozostałych jezior nieco cieplejszy epilimnion. Wynika to z lepszych warunków świetlnych umożliwiających penetrację promieni słonecznych na dużą głębokość i podniesienie temperatury mas wody. Przy porównywalnych parametrach morfometrycznych jezior Borzymowskiego i Stelchna, cechuje je znaczna odrębność pod kątem zasobności w tlen. W Borzymowski znaczny spadek stężeń tego gazu ma miejsce poniżej epilimnionu, natomiast w Stelchnie obniżenie zawartości tlenu jest łagodniejsze. Wskazuje to na zdecydowanie gorszą jakość wód Jeziora Borzymowskiego, wynikającą z dostawy ścieków. W przypadku Jeziora Chełmżyńskiego, to z uwagi na znaczną głębokość na stanowisku centralnym reprezentuje ono odmienny typ miktyczny o charakterystycznych dla tej grupy warunkach termiczno-tlenowych.



Ryc. 14 Profil termiczno-tlenowy jezior reperowych w stratyfikacji letniej (średnia z lat 2007-2019)

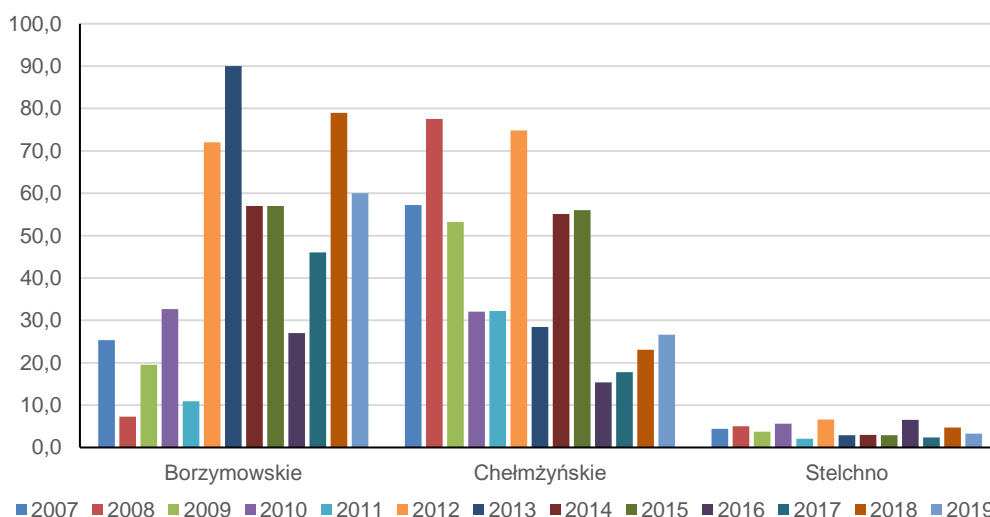
Z uwagi na ilość danych dotyczących fitoplanktonu ograniczono się do zestawienia zmian taksonomicznych w biomacie w najbardziej charakterystycznych okresach całorocznego cyklu wegetacyjnego w wybranym roku (rycina 15). Na tej podstawie wyraźnie widać odmiennosc poszczególnych jezior. Fitoplankton Jeziora Borzymowskiego zdominowany jest w okresie

wiosennym przez okrzemki, natomiast latem jego główny komponent stanowią sinice. W Jeziorze Chełmżyńskim zróżnicowanie fykloflory w okresie wiosennym jest większe, natomiast latem prawie 100% biomasy tworzą bruzdnice. Z kolei jezioro Stelchno charakteryzuje się znacznym zróżnicowaniem gatunkowym w każdym z cykli oraz bardzo słabo zaznaczoną obecnością sinic o łącznej małej biomasy.



Ryc. 15 Zróżnicowanie składu fitoplanktonu jezior reperowych w 2014 r. (% udziału biomasy)

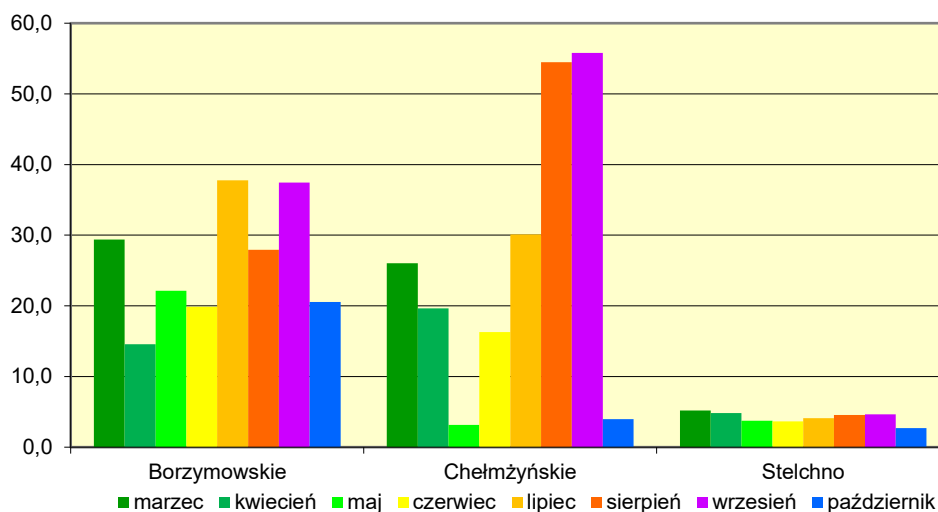
W odniesieniu do wskaźników produkcji pierwotnej to w przypadku koncentracji chlorofilu „a” widoczna jest jego niewielka ilość w wodach Stelchna (rycina 16). Nie wykazuje przy tym istotnych różnic w poszczególnych miesiącach (rycina 17). W Jeziorze Borzymowskim stężenia tego barwnika fotosyntetycznego przybierają wartości charakterystyczne dla jezior eutroficznych, przy stosunkowo słabym zróżnicowaniu w ciągu sezonu wegetacyjnego. Natomiast Jezioro Chełmżyńskie charakteryzuje się dużą amplitudą zmian w ciągu roku. Zależności te znajdują potwierdzenie w zmianach przezroczystości wody (rycina 18).



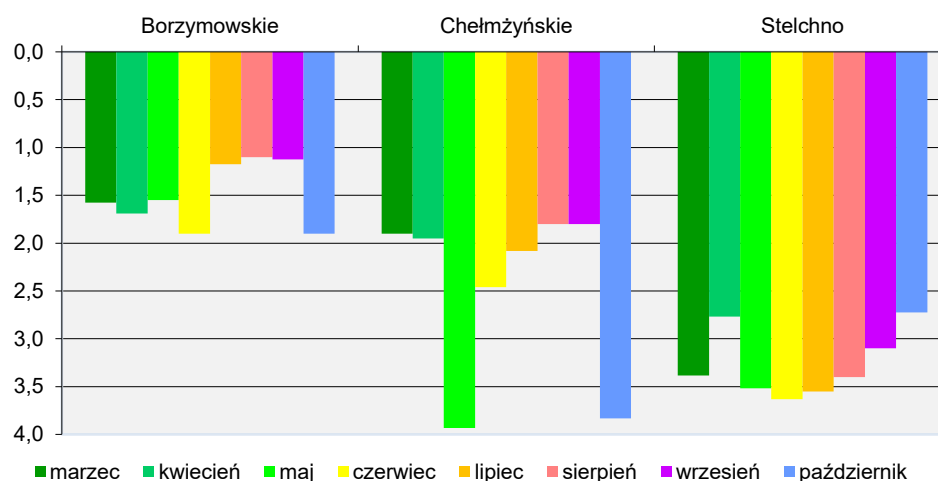
Ryc. 16 Zmiany stężenia chlorofilu „a” (w µg/l) w jeziorach reperowych w sierpniu w latach 2007-2019



Natomiast w odniesieniu do zmian wieloletnich, to na podstawie pomiarów koncentracji chlorofilu „a” w szczycie stagnacji letniej rysują się generalne tendencje utrzymywania się wysokiej trofii w Jeziorze Borzymowskim, jej spadku w Jeziorze Chełmżyńskim oraz stabilnym poziomie w Stelchnie.



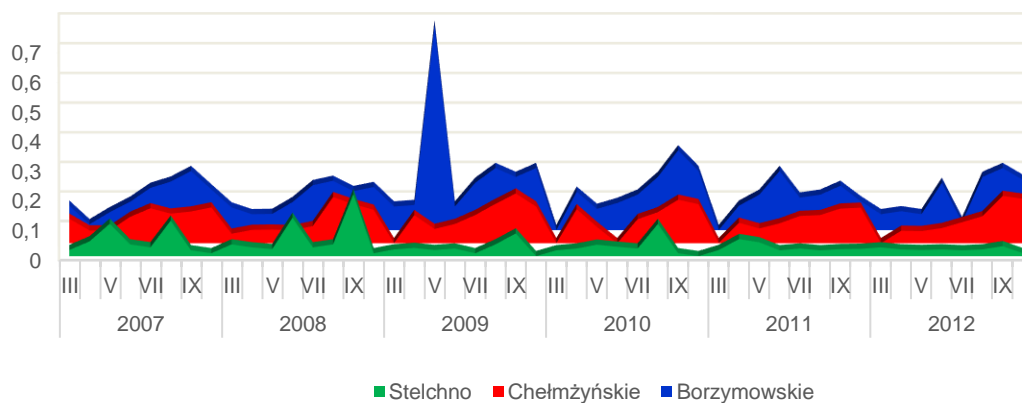
Ryc. 17 Przebieg zmienności sezonowej zawartości chlorofilu „a” (w µg/l) w jeziorach reperowych (wartości średnie z lat 2007-2012)



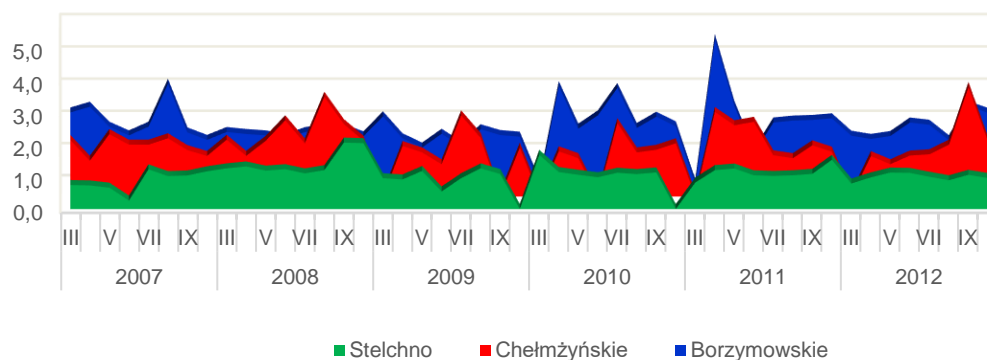
Ryc. 18 Przebieg zmienności sezonowej widzialności krążka Secchiego (w m) w jeziorach reperowych (wartości średnie z lat 2007-2012)

Zawartość substancji biogennych w poszczególnych jeziorach odzwierciedla ich ocenę na podstawie elementów biologicznych. Najkorzystniejsze warunki panują w jeziorze Stelchno, najslabiej oceniane jest Jezioro Borzymowskie. Zmiany sezonowe mają w każdym z jezior podobny przebieg, pomimo znaczących różnic w stężeniach (rycyna 19 i 20). Odmienne zachowują się natomiast poszczególne pierwiastki. W przypadku fosforu momentem wysokich stężeń jest homotermia jesienna. Należy wiązać to z cyrkulacją bogatych w fosfor wód naddennych. Wyjątkowa sytuacja gwałtownego szczytu miała miejsce w maju 2009 r. w Jeziorze Borzymowskim. Był to efekt awaryjnego zrzutu do jeziora ścieków. Natomiast dla azotu ogólnego maksima przypadają na wiosnę, co wynika ze wzmożonej o tej porze roku dostawy tego pierwiastka wraz ze spływem przestrzennym.





Ryc. 19 Sezonowy przebieg zmienności stężeń fosforu ogólnego (w mg P/l) w latach 2007-2012



Ryc. 20 Sezonowy przebieg zmienności stężeń azotu ogólnego (w mg N/l) w latach 2007-2012

## Podsumowanie

W ciągu trzynastoletniego cyklu badań jezior reperowych w województwie kujawsko-pomorskim stwierdzono, że:

- stan ekologiczny wód jeziora Borzymowskiego w trakcie prowadzonego monitoringu zmieniał się od dobrego (2007-2008), poprzez umiarkowany (2009-2016) do słabego w kolejnych latach.
- W Jeziorze Chełmżyńskim odnotowano największe wahania jakości wód. Zbiornik ten od złej jakości wód w 2007 roku przeszedł w słaby potencjał ekologiczny w latach 2008-2010. Następnie, jakość wody uległa poprawie, co pozwoliło zakwalifikować jezioro do dobrego potencjału ekologicznego w 2011 roku. Podczas dwóch kolejnych sezonów (2012-2013) jakość wód odpowiadała umiarkowanemu potencjałowi ekologicznemu. Kolejne lata (2014-2017) charakteryzowały się poprawą potencjału ekologicznego wód do stanu dobrego, aby w 2018 i 2019 r. ponownie spaść do potencjału umiarkowanego.
- Na stałym poziomie utrzymuje się jakość wód jeziora Stelchno, które charakteryzuje się stanem ekologicznym bardzo dobrym. W omawianym okresie nie wystąpiło przekroczenie granicy II klasy żadnego z badanych parametrów.



Fot. 1 Jezioro Borzymowskie – na brzegu widoczne zabudowania fermy tuczu trzody w Borzymiu



Fot. 2 Jezioro Chełmżyńskie – widok na przymiejską część jeziora





Fot 3 i 4 Jezioro Stelchno – południowy brzeg jeziora stan wody w październiku 2015r. i 2020r.  
- uwagę zwraca wycinka szuwarów.





Fot. 5 Jezioro Stelchno – łąka ramienicowa