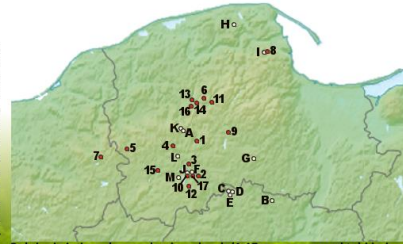


Struktura podwodnego pła torfowcowego w kwaśnych jeziorach Borów Tucholskich

WSTĘP

Bory Tucholskie są jednym z największych kompleksów leśnych w Polsce, cechując się pięknym krajobrazem i obejmując one obszar ponad 250 tys. ha powierzchni leśnej. Charakteryzują się dominacją luźnych, ubogich i kwaśnych gleb. Dzięki temu presja antropogeniczna jest tu znacznie słabsza niż w innych rejonach Pomorza, a ekosystemy mają charakter naturalnych lub mało przekształconych. Dużą część zbiorników w Borach Tucholskich, zwłaszcza płytkich i nieprzepływnych, ma charakter skąpożywny i kwaśny, a ich roślinność podwodna jest skrajnie uboga i całkowicie zdominowana przez mszaki, głównie torfowce, które tworzą zwarte zbiorowisko tzw. podwodne pło torfowcowe. Ubogi charakter zlewni sprzyja występowaniu torfowców także na obrzeżach jezior, początkowo tworzą one torfowiska przejściowe, a z czasem wysokie. Naturalna ewolucja takich układów jezioro-torfowiskowych prowadzi do powstania zbiorników dystroficznych, mających charakter jezior śródotorfowiskowych, a procesy ich dalszego zarastania zmierzają do powstania torfowisk wysokich.

Celem przeprowadzonych badań było określenie struktury podwodnych zbiorowisk mszaków w kwaśnych jeziorach Borów Tucholskich. Obfitość i różnorodność gatunkowa podwodnego pła torfowcowego oceniono w dwóch grupach jezior, w zbiornikach o brzegach mineralnych i organicznych (jeziora śródotorfowiskowe).



Położenie jezior o brzegach mineralnych (1-17, czerwone punkty) i jezior śródotorfowiskowych (A-M, białe punkty)

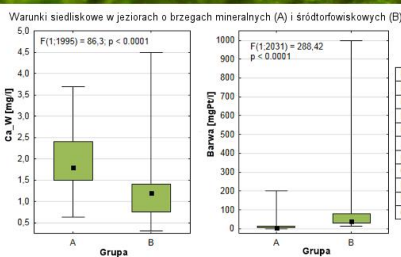
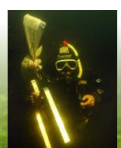
Obszar badania: 1 - Dzierżno; 2 - Moczadło Miejski; 3 - Plecki; 4 - Płoczyca; 5 - Smółkowo; 6 - Jelenie Duże; 7 - Zubrowo; 8 - Rórowo; 9 - Cairnie; 10 - Kocieli; 11 - Moczadło; 12 - Gacno; 13 - Wądra; 14 - Głobowo Małe; 15 - Krasne; 16 - Pomysłowo; 17 - Sosnowe; 18 - Smółkowo; A - Lemwe; B - Duryc; C - Kocle Duże; D - Kocle Średnie; E - Kocle Małe; F - Mękskal; G - Nieyba; H - Jezie Salnikow; I - Złoty Gródek; J - Rybie; K - Lemwe Małe; L - Zubrowo; M - Lowne

METODY

Badania przeprowadzono w latach 1994-2014 w 31 jeziorach, 18 z nich miało brzegi głównie mineralne, natomiast 13 sklasyfikowano, jako zbiorniki śródotorfowiskowe (brzegi organiczne - torfowe).

Próbki zbierano zawsze latem, w lipcu. W każdej strefie głębokości, w której występowały rośliny podwodne nurek zebrano od 10 do 20 próbek roślin, każda o powierzchni 0,1 m². Wszystkie próby posegregowano na gatunki, wysuszone w 105 °C do stałej masy i ważono. Z tych samych stref zebrano próbki wody i osadu do charakterystyki warunków siedliskowych roślin, a także wykonano pomiar natężenia światła fotosyntetycznego czynnego (PAR), stężenia tlenu oraz temperatury, określono także widzialność krążka Secchiego. W próbach wody zmierzono m.in. pH i przewodność, a standardowymi metodami zaprobnowanymi przez Eaton i in. (2005) oznaczono stężenie wapnia, azotu i fosforu.

Łącznie do analizy wykorzystano 2071 próbek roślin, w 1874 wystąpiły mszaki, w 590 rośliny naczyńowe, a tylko w 25 stwierdzono ramienice. Analiza statystyczna polegała na obliczeniu średniej arytmetycznej (\bar{x}), odchylenia standardowego (s.d.), zakresu (min-max) i mediany (Me) cech (Hays 1989) oraz na testowaniu różnic pomiędzy jeziorami za pomocą analizy ANOVA jednozmiennikowej.

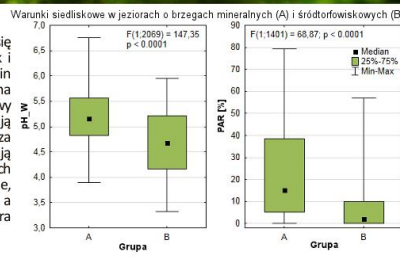


Analiza wariancji (ANOVA)

	F	p
Biomasa roślin [g s.m./0,1m ²]	0,0878	0,767013
Liczba gatunków	26,8663	0,000000
Biomasa roślin naczyńowych [g s.m./0,1m ²]	5,3111	0,021537
Biomasa mszaków [g s.m./0,1m ²]	13,5091	0,000244
Biomasa ramienic [g s.m./0,1m ²]	0,0000	0,000000
Shannon's method	13,7939	0,000209
pH W	147,2540	0,000000
Ca, W [mg/l]	86,2962	0,000000
Barwa [mgPt/l]	288,4205	0,000000
PAR [%]	68,8670	0,000000
Głębokość [m]	131,1933	0,000000

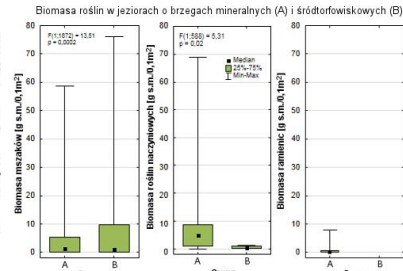
WYNIKI

Jednoczynnikowa analiza ANOVA wykazała, że jeziora różnią się istotnie zarówno pod względem warunków środowiskowych jak i struktury roślinności podwodnej. Jedynie średnia biomasa roślin występujących na 0,1 m² jest w obu grupach jezior zbliżona ($p=0,77$), należy jednak zwrócić uwagę, że zasięg głębokościowy roślin jest różny. Lepsze warunki środowiskowe dla roślin występujących w jeziorach o brzegach mineralnych, dlatego jest tu większa różnorodność gatunkowa ($H' = 0,24 \pm 0,3$), a rośliny występują nawet do głębokości 11,5 m ($3,6 \pm 2,5$ m). Natomiast w jeziorach śródotorfowiskowych, głównie ze względu na złe warunki świetlne, różnorodność gatunkowa jest bardzo niska ($H' = 0,18 \pm 0,3$), a podwodne pło torfowcowe występują tylko do głębokości 4,5 metra ($2,1 \pm 1,2$ m).



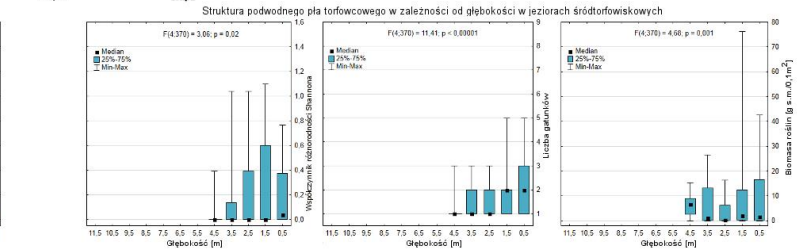
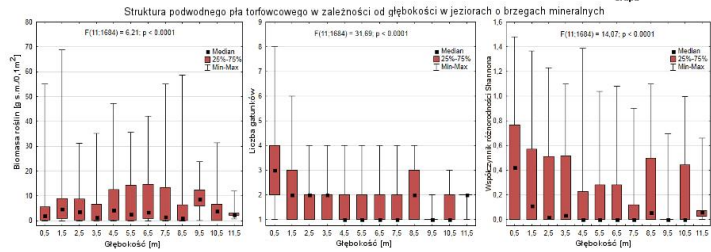
Analiza zebranych danych wykazała, że jeziora o mineralnych brzegach, wyróżniają się mineralnymi osadami w płytkich strefach fitolitoralu, natomiast organicznymi w głębszych. Woda tych jezior jest dobrze natleniona ($87,5 \pm 27,9\%$), tylko lekko zabarwiona ($14,4 \pm 27,9$ mg Pt/l) i przejrzysta ($5,3 \pm 2,4$ m), lekko kwaśna (pH $5,2 \pm 0,6$) i uboga w wapń ($2,0 \pm 0,7$ mg Ca/l).

Roślinność podwodna tych jezior jest uboga (25 gatunków) i zdominowana przez mszaki (11 gatunków). Podwodne pło buduje głównie *Sphagnum denticulatum* (frekwencja 72,6%) z ponad dwukrotnie mniejszym udziałem *Warnstorfia exannulata* (33,9%). Znaczną frekwencję uzyskują isoetidy: *Isoetes lacustris* (26,5%) i *Lobelia dortmanna* (13,0%), które występują tylko w płytkim fitolitoralu. Ważnym elementem struktury pła są także inne mszaki: *Fontinalis antipyretica* (frekwencja 9,0%), *Sphagnum fallax* (5,5%) i *Sphagnum cuspidatum* (5,4%), natomiast pozostałe gatunki mają niewielkie znaczenie, występują z frekwencją poniżej 5%.



Jeziora śródotorfowiskowe wyróżniają się organicznymi osadami i wodą zasobną w związek humusowy, przez co jest ona silnie zabarwiona ($82,4 \pm 152,5$ mg Pt/l, $p < 0,001$) niż woda w jeziorach o mineralnych zlewniach. Jest ona ponad dwukrotnie mniej przejrzysta ($2,1 \pm 0,7$ m, $p < 0,001$) i słabiej natleniona ($71,7 \pm 41,4\%$). Ponadto woda jest silnie kwaśna (pH $4,7 \pm 0,7$) i uboższa w wapń ($1,5 \pm 1,2$ mg Ca/l).

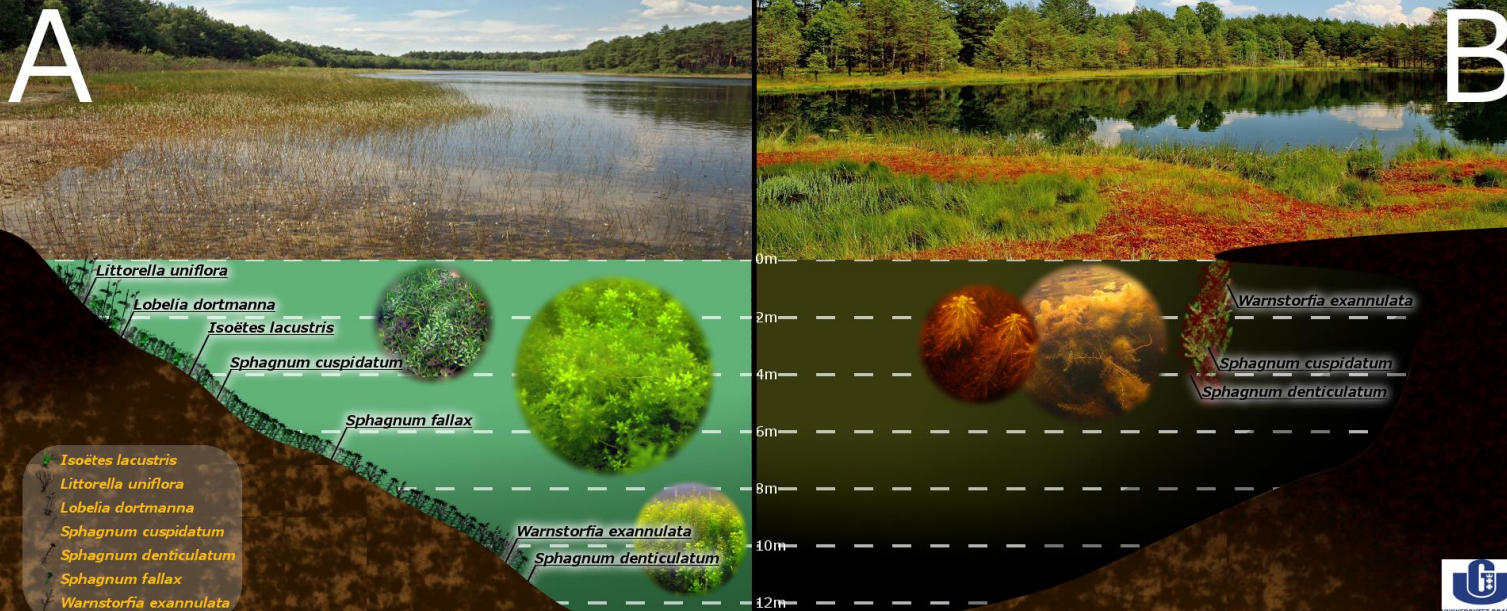
Roślinność podwodna jest skrajnie uboga, stwierdzono tylko 8 gatunków, z czego 6 to mszaki. Tylko sporadycznie trafiają się rośliny naczyńowe i są to wyłącznie gatunki o liściach pływających (*Nuphar lutea* i *N. pumila*) dobrze przystosowane do niekorzystnych warunków świetlnych i tlenowych w jeziorach. Podwodne pło mszaków występuje tylko płytko ($2,1 \pm 1,2$ m), głównie w postaci kurtyny zwisającej z krawędzi torfowiska nasuwającego się na lustro wody. Brak w tych jeziorach dominanta. Pło budują trzy gatunki o zbliżonej frekwencji: *Sphagnum denticulatum* (50,9%), *Warnstorfia exannulata* (46,7%) i *Sphagnum cuspidatum* (43,7%). Udział pozostałych gatunków nie przekracza 3,5%.



WNIOSKI

W czystowodnych zbiornikach o mineralnych brzegach zajmuje ono fitolitoral do głębokości 11,5 m. Buduje go wyraźny dominant *Sphagnum denticulatum* z niewielkim udziałem *Warnstorfia exannulata*, a płytko także z isoetidami.

W zbiornikach śródotorfowiskowych, ze względu na złe warunki świetlne pło wykształca się tylko płytko, w postaci kurtyny zwisającej z krawędzi torfowiska. Budują go trzy gatunki mszaków *Sphagnum denticulatum*, *Warnstorfia exannulata* i *Sphagnum cuspidatum*.



Graficzny model zonacji roślin w kwaśnych jeziorach Borów Tucholskich A - jeziora o brzegach mineralnych; B - jeziora o brzegach śródotorfowiskowych