

WPLYW DOBOWYCH WAHAŃ POZIOMU WÓD JEZIORA KWIECKO NA ZAGĘSZCZENIE I ARCHITEKTURĘ PĘDÓW TRZCINY POSPOLITEJ *Phragmites australis (Cav.) Trin. ex Steudel*

Beata Dąbrowska, A. Katarzyna Sawilska, Malgorzata Paluch

Katedra Botaniki i Ekologii, Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy

WSTĘP

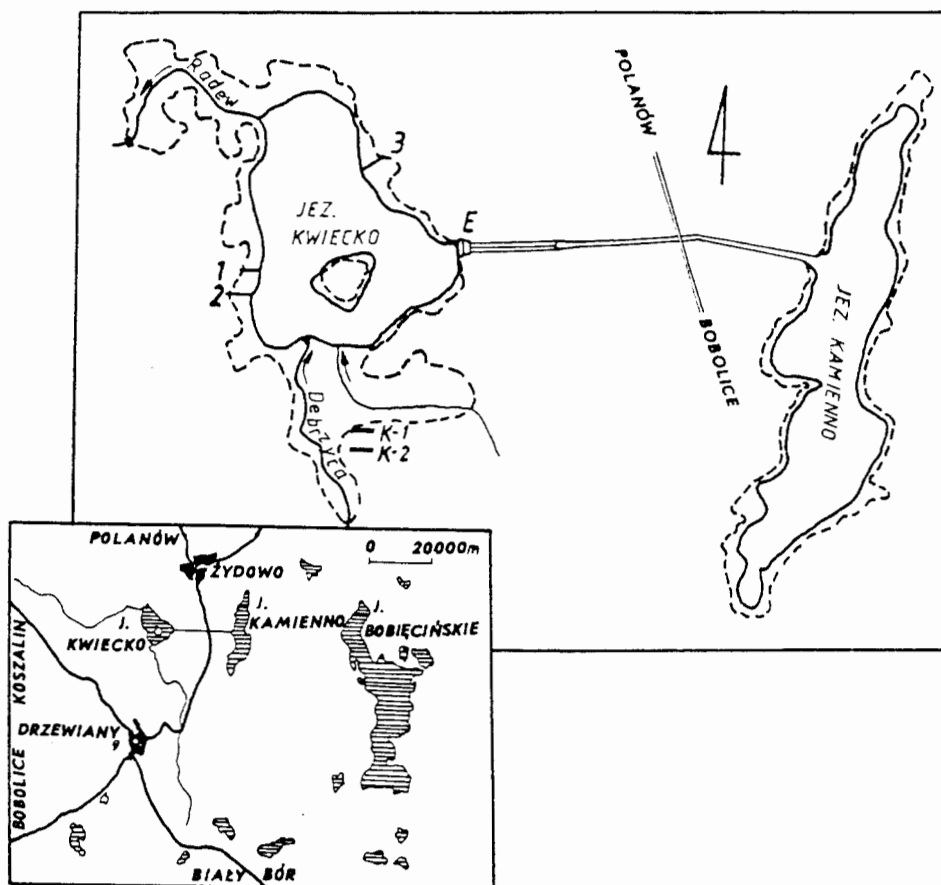
Strefa litoralu jeziora Kwiecko porośnięta jest w przeważającej części zespołem trzciny pospolitej. Działalność pobudowanej przed dwudziestu laty elektrowni szczytowo-pompowej spowodowała wytworzenie stref zalewowych wokół jezior Kamienno i Kwiecko. Dobowe, nierytmiczne amplitudy stanów wód obu jezior będących odpowiednio zbiornikami dolnym i górnym elektrowni, wynoszą maksymalnie 3,5 m, średnio ok 2 m. Spowodowało to zmiany w przyległych ekosystemach wodnych oraz lądowych [20,21,23]. W literaturze niewiele jest prac poświęconych reakcji ekosystemów jezior lub poszczególnych jego części na antropogeniczne wahania poziomu wód w cyklu dobowym [20,21,22,4,23]. Więcej informacji znaleźć można w pracach omawiających wpływ naturalnych wahań poziomu wód w cyklu rocznym na strefę litoralu zbiorników wodnych [2,17,18,11,12,13,5,14,6,10].

Celem pracy było określenie zakresu zmienności i możliwości adaptacyjnych struktury przestrzennej oraz morfologii pędów trzciny pospolitej w strefie zalewowej Jez. Kwiecko, w warunkach nierytmicznych wahań poziomu wody.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

W lipcu 1989 roku, w strefie zalewowej jez. Kwiecko, prostopadle do brzegu, wytyczono 3 transekty badawcze (nr 1, 2, 3 – rysunek 1) zaczynając od pasa roślin wynurzonych jeziora do końca litoralu [15]. W każdym z transektów wyodrębniono 3 strefy o różnej intensywności zatapiania podczas pracy elektrowni, umownie oznaczone jako wysoka (w), średnia (s) i niska (n). Transekty kontrolne wytyczono w dwóch różnych fizjonomicznie trzcinowiskach znajdujących się poza bezpośrednią strefą oddziaływania piętrzenia wody, oznaczono je jako k-1 i k-2 (rysunek 1). Zatapianie trzciny z różną intensywnością umożliwiło wytypowanie stanowisk bez konieczności wyboru jeziora ze stałym poziomem lustra wody, a także pozwoliło na potraktowanie pędów trzciny na poszczególnych stanowiskach jako odrębnych ceno-populacji [9]. Transekty wytyczono w jednorodnych strukturalnie płatach *Phragmitetum*, biorąc pod uwagę powierzchnie nie mniejsze niż 500 m² [6,15,16,8].

Oznaczono nachylenie podłoża w każdym z transektów. Znajomość topografii pozwoliła na szacunkowe przyjęcie przeciętnej amplitudy zatapiania w każdej ze stref.



Rysunek 1. Rozmieszczenie wybranych transektów

Figure 1. Location of the selected transects

E – elektrownia szczytowo-pompowa, pumped-storage power station

— zasięg strefy zalewowej, range of the inundation zone

1, 2, 3, k-1, k-2 wybrane transekty, selected transects

Kolejnym strefom zatapiania (w, s, n) nadano odpowiednio następujące rangi R: 4, 3, 2 oraz kombinacji kontrolnej (k-1 i k-2) 1. Pozwoliło to na wyznaczenie wskaźnika zatapiania Z charakteryzującego bardziej szczegółowo oddziaływanie wahań wód w poszczególnych strefach transektów. Wskaźnik zatapiania jest iloczynem rangi strefy i przeciętnej amplitudy wahań lustra wody h (w metrach) odpowiednio każdej ze stref transektów. $Z = R \cdot h$.

Celem jak najbardziej wszechstronnego scharakteryzowania potencjalnych możliwości każdej cenopopulacji mierzono pędy kwitnące [5]. Ze względu na niewielkie zróżnicowanie pędów ($V < 15\%$) i znaczną liczbę mierzonych cech, liczbę analizowanych pędów ograniczono do 19 z każdego ze stanowisk (w sumie 209 pędów).

Dokonano następujących pomiarów biometrycznych [11,5]: średnica źdźbła u podstawy, długość źdźbła, liczba i długość kolejnych międzywęzła liczonych w kolejności rozwijania, długość wiechy, liczba kolejno rozwijających się blaszek liściowych oraz ich długość (L) i szerokość (l). Obliczono średnią długość międzywęzła, powierzchnie blaszek liściowych $P = 0,57 \cdot L \cdot l$ [19,16] oraz powierzchnię asymilacyjną przeciętnego źdźbła sumując powierzchnie wszystkich zielonych liści i dodając 10% stanowiące powierzchnię pochew liściowych [5,16].

Wyniki pomiarów poddano analizom statystycznym. Obliczono: średnią arytmetyczną \bar{x} , odchylenie standardowe Sd . Zagęszczenie przedstawiono za pomocą średniej harmonicznej x_{H1} [3]. Wykonano prostą analizę regresji celem zbadania istotności wpływu i przebiegu zależności poziomu zatapiania (x_1), wyrażonego wskaźnikiem Z na zagęszczeniu (y_0) w poszczególnych strefach każdego z transektów, z 95- i 99%-owym prawdopodobieństwem, przy 9 stopniach swobody. Dokonano także dwukrotnej analizy regresji celem wykazania istotności i przebiegu zależności pomiędzy zatapianiem (x_1), wyrażonym wskaźnikiem Z i wielkością zagęszczenia (x_2) na udział pędów kwitnących w poszczególnych stanowiskach oraz na wybrane cechy morfologiczne pędów trzciny, z 95- i 99%-owym prawdopodobieństwem, przy 7 stopniach swobody. Istotność współczynnika korelacji wielokrotnej (R) testowano testem t . Obliczono również współczynnik determinacji (d) [15,25].

T a b e l a 1

Statystyka wybranych cech pędów trzciny pospolitej porastającej strefę zalewową jeziora Kwiecko
The statistic of selected features of the common reed shoots of the Kwiecko Lake inundated zone

Cenopopulacja Ceno-population	średnia długość międzywęzła mean length of internode [cm] $\bar{x} \pm Sd$	średnica pędu shoot diameter [mm] $\bar{x} \pm Sd$	długość wiechy panicle length [cm] $\bar{x} \pm Sd$	liczba między- węzła internode number $\bar{x} \pm Sd$
1 w	10.84±0.82	4.60±0.69	15.99±3.40	15.58±1.04
1 s	11.61±1.45	5.29±0.89	19.27±3.34	16.53±1.76
1 n	14.99±1.11	6.81±0.60	28.14±3.25	18.47±0.60
2 w	8.84±0.74	3.68±0.52	17.04±2.93	12.79±1.28
2 s	10.01±0.74	4.93±0.65	21.93±3.91	14.05±1.10
2 n	15.99±1.04	6.24±0.84	30.92±3.36	14.58±0.49
3 w	9.98±1.05	5.65±0.66	22.25±3.25	15.53±0.88
3 s	14.65±0.98	8.04±0.52	28.48±3.95	18.37±1.09
3 n	15.59±0.59	8,89±0.65	21.67±4.29	19.05±0.60
k-1	15.24±1.29	6.95±0.98	32.78±2.93	15.58±0.75
k-2	16.42±0.85	8.09±0.60	26.15±3.26	19.21±0.77

\bar{x} – średnia arytmetyczna, arithmetic mean

Sd – błąd standardowy średniej, standard deviation

1, 2, 3, – transekty badawcze, investigated transects

k-1, k-2 – transekty kontrolne, control transects

w, s, n – intensywność zatapiania (odpowiednio: wysoka, średnia, niska),
intensity of flooding (respectively: high, medium, low)

WYNIKI

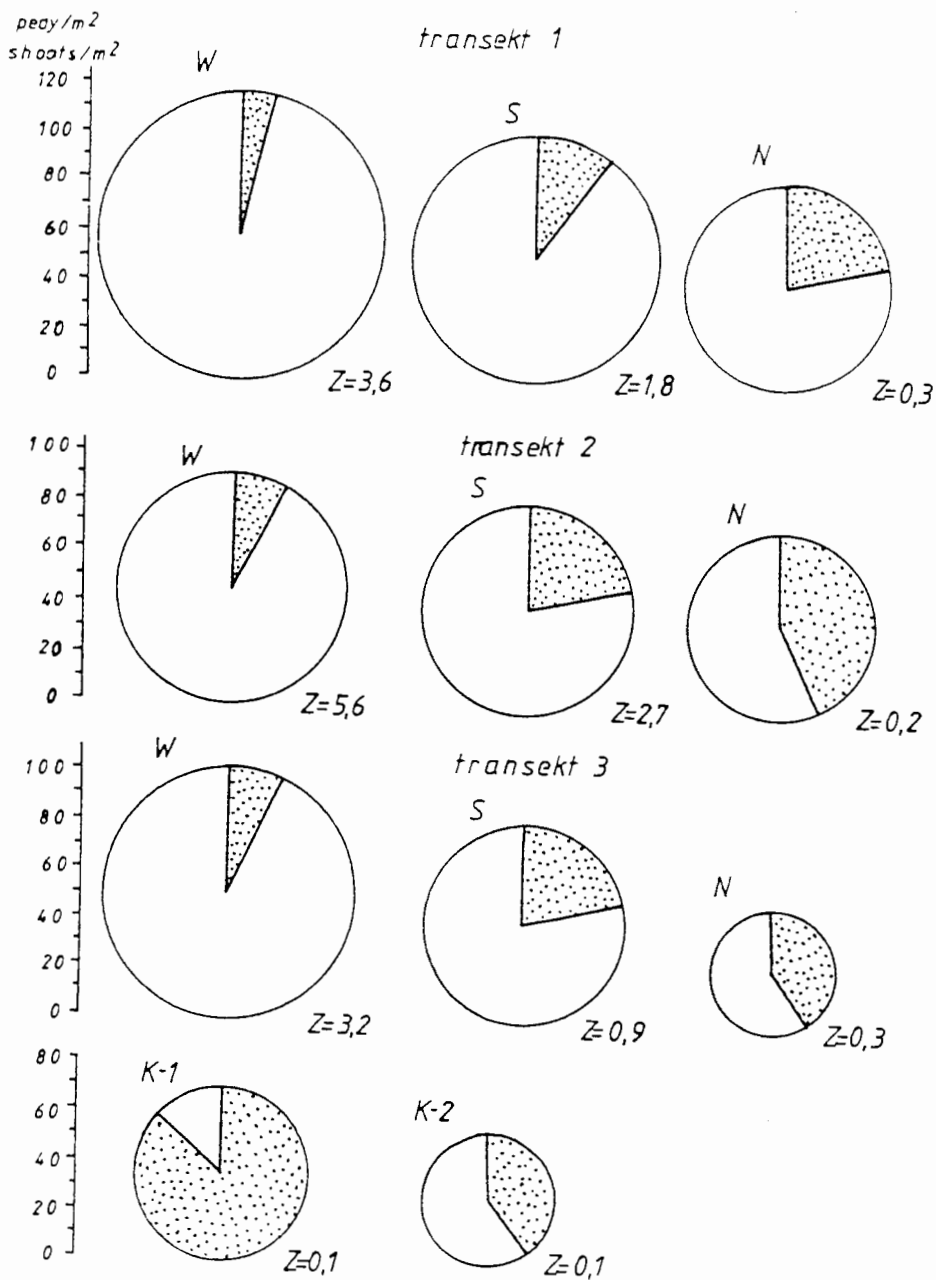
Zagęszczenie i udział pędów kwitnących

Największe zagęszczenie stwierdzono w przybrzeżnej, najintensywniej zatapianej strefie transektów (w) (rysunek 2). Strefa przejściowa trzcinowisk (s) wykazywała zagęszczenie nieco mniejsze. W strefie najmniej zatapianej (n) pędy rosły najrzadziej. W transektach kontrolnych pędy rosły w zagęszczeniu zbliżonym do pędów w strefie niskiego zatapiania (rysunek 2). Dokonana analiza regresji między intensywnością zatapiania (x_1) wyrażoną wskaźnikiem zatapiania Z a zagęszczeniem (y_0) wykazała wysoko istotną ($p = 0,01$) i pozytywną zależność. Współczynnik determinacji wyjaśnia zmienność zagęszczenia w zależności od intensywności zatapiania w 56% (tabela 2).

Udział pędów kwitnących w poszczególnych cenopopulacjach był różny w zależności od strefy zatapiania. Wraz ze wzrostem intensywności zatapiania ulegał on zmniejszeniu. Dominowały pędy wegetatywne. Najmniejszy udział pędów kwitnących był w strefie wysokiego zatapiania 1. transektu (3.49%). W strefie średniego zatapiania w poszczególnych transektach wahał się on od 9.82% (transekt 1) do 21.6% (transekt 3). Strefa najniższego zalewu obejmowała stanowiska o największym udziale pędów kwitnących: od 21.1% w transekcje 1. do 44.3% w transekcje 2. W transektach kontrolnych udział pędów kwitnących był różny i wynosił 86.9% (k-1) i 36.84% (k-2) (rysunek 2). Pędy trzciny porastające powierzchnię kontrolną 1 różniły się fazą fenologiczną, wykazywały zaawansowaną fazę kwitnienia. Pędy z pozostałych transektów pełnię kwitnienia osiągnęły w terminie późniejszym. Obliczona dwuczynnikowa analiza regresji oraz ocena istotności (testem t) cząstkowych współczynników korelacji, wykazała nieistotny wpływ zarówno zatapiania, jak i zagęszczenia na udział pędów kwitnących. Wpływ zatapiania wyrażony współczynnikiem determinacji wyjaśnia jedynie w 47%-ach tę zmienność (tabela 2).

Architektura pędu

Liczba międzywęźli źdźbeł porastających poszczególne stanowiska była o 1 do 3 niższa w strefie wysokiego zatapiania (w) w porównaniu ze strefą niskiego zatapiania (n). Największy rozstęp wystąpił pomiędzy źdźbełami z tych stref w transekcje 2 i wynosił odpowiednio $12,08 \pm 1,32$ (2w) i $14,58 \pm 0,51$ (2n) międzywęźli. Największą liczbę międzywęźli wytworzyły źdźbła z transektu 3, od $15,53 \pm 0,9$ (3w) do $19,05 \pm 0,62$ (3n). Pędy ze wszystkich cenopopulacji nisko zatapianych oraz k-2 miały około 20 międzywęźli, liczba międzywęźli pędów ze stref średnio i wysoko zatapianych natomiast była niższa. Sugeruje to istnienie dogodniejszych warunków rozwoju w strefie nisko zatapianej. Źdźbła z transektów kontrolnych miały liczbę międzywęźli $15,58 \pm 0,88$ (k-1) i $19,21 \pm 0,79$ (k-2) (tabela 1, rysunek 3 i 4). Współczynnik korelacji dwukrotnej obliczony dla określenia zależności pomiędzy zatapianiem (x_1), zagęszczeniem (x_2), a liczbą międzywęźli (y_2) okazał się nieistotny statystycznie na poziomie istotności $p = 0,05$, a zmienność wywołana współdziałaniem cech niezależnych (d) wynosiła 49% (tabela 2).



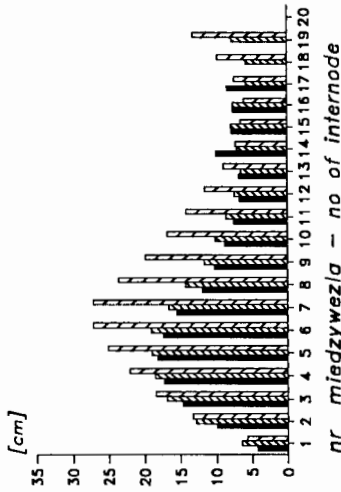
Rysunek 2. Zagęszczenie pędów trzciny w poszczególnych transektach

Figure 2. Density of reed shoots in the selected transects

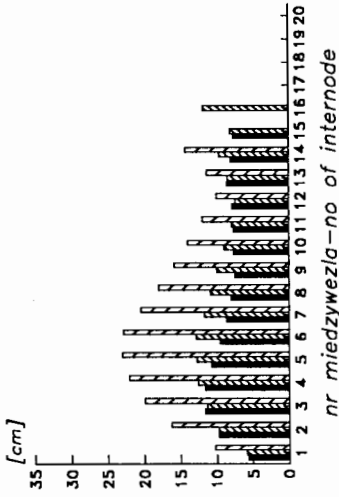
Z - wskaźnik zatapiania - flooding index

■ - procentowy udział pędów kwitnących,
percentage of flowering shoots

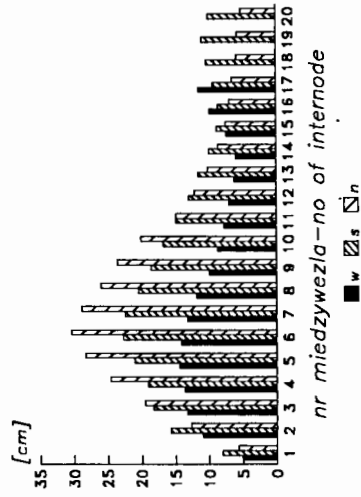
transekt 1



transekt 2



transekt 3



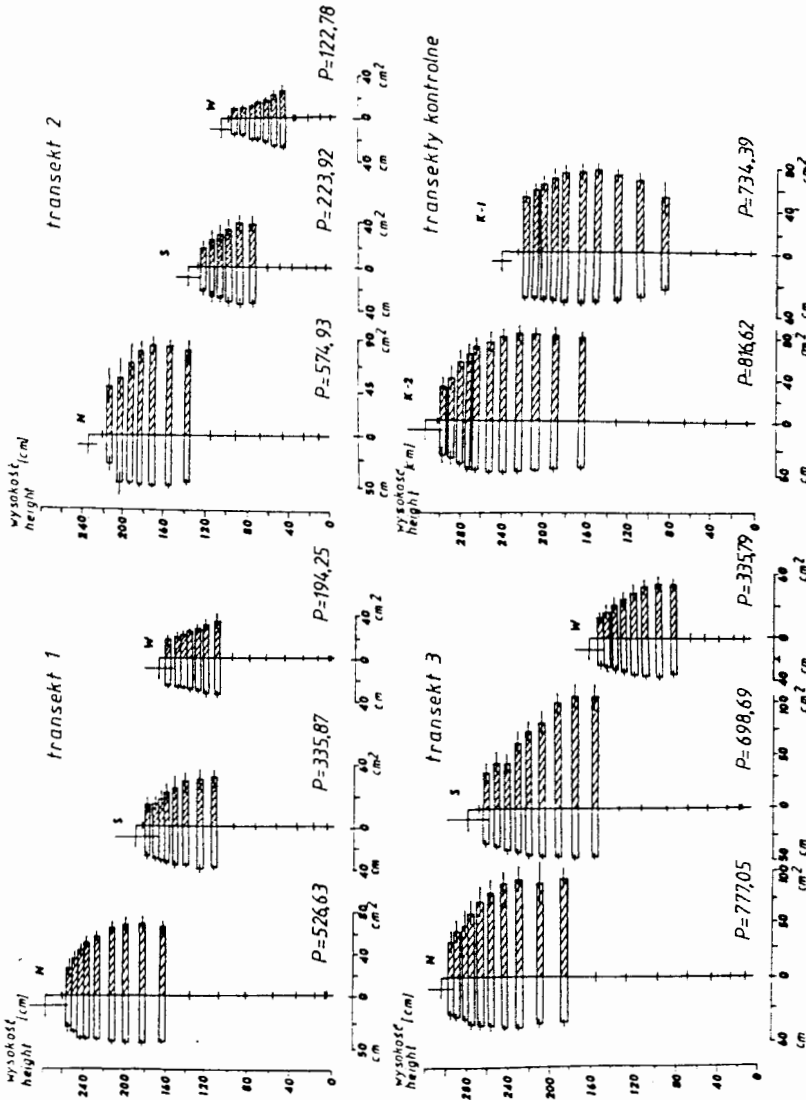
transekty kontrolne - control transects



Rysunek 3. Długość międzywęzła na przeciętnym źdźbłe trzciny

Figure 3. Length of internodes of the average reed culm

w, s, n - intensywność zatapiania (odpowiednio: wysoka, średnia, niska), flooding (respectively: high, medium, low)
 k-1, k-2 - transekty kontrolne, control transects



Rysunek 4. Średnie wartości i odchylenia standardowe wysokości oraz długości i powierzchni liści przeciętnych kwitnących pędów trzciny z wybranych stanowisk

from selected stands

- P – powierzchnia asymilacyjna pędu, assimilative area of shoot
- – długość liścia, length of leaf
- |||| – powierzchnia liścia, area of leaf

Tabela 2

Równania regresji prostej (1) i wielokrotnej (2) przedstawiające zależności pomiędzy wybranymi zmiennymi pędów trzciny poszczególnych cenopopulacji:

Simple (1) and multiple (2) regression equations (1) presenting dependeces between the selected variables of the reed shoots from the particular cenopopulations:

- (x_1) zatapianie – flooding
 (x_2) zagęszczenie – density
 (y_0) zagęszczenie (1) – density (1)
 (y_1) udział pędów kwitnących w % – percentage of florescent shoots
 (y_2) liczba międzywęzła – number of internodes
 (y_3) średnia długość międzywęzła – mean length of internode
 (y_4) długość źdźbła – length of culm
 (y_5) średnica źdźbła – diameter of culm
 (y_6) liczba liści zielonych – number of green leaves
 (y_7) powierzchnia asymilacyjna pędu – assimilative area of shoot
 (y_8) długość wiechy – length of panicle

równanie regresji prostej simple regression equation	r	d	test t (1)
$y_0 = 63.92 + 8.86x_1$	0,798	55.95	3.38**
równania regresji wielokrotnej multiple regression equations	R	d	tes t (2)
$y_1 = 39.85 - 7.38x_1$	0.686	47.08	1.52
$y_2 = 17.83 - 0.87x_1$	0.704	49.51	2.068
$y_3 = 15.58 - 1.45x_1$	0.934	88.23	5.22**
$y_4 = 274.31 - 33.09x_1$	0.892	79.58	5.92***
$y_5 = 7.57 - 0.75x_1$	0.844	71.27	4.72**
$y_6 = 9.31 - 0.58x_1$	0.680	46.19	2.02
$y_7 = 694.97 - 7.38x_1$	0.892	79.63	5.93***
$y_8 = 28.15 - 2.4x_1$	0.788	62.13	3.84**

$$t_{\text{tab},0,05} = 2.26^* \quad t_{\text{tab},0,01} = 3.25^{**} \quad (1)$$

$$t_{\text{tab},0,05} = 2.36^* \quad t_{\text{tab},0,01} = 3.50^{**} \quad t_{\text{tab},0,001} = 5,40^{***} \quad (2)$$

Długość kolejnych międzywęzła pędów ze wszystkich cenopopulacji zwiększała się do 5., 6. lub 7. międzywęzła, a następne międzywęzła były stopniowo coraz krótsze, aż do międzywęzła szczytowych (od 1 do 3), które ponownie były dłuższe. Źdźbła ze stanowisk brzegowych, intensywnie zatapianych transektów 1. i 2. oraz ze strefy średniego zatapiania transektu 3., nie miały wydłużonych ostatnich międzywęzła. Długości poszczególnych międzywęzła, przedstawione na rysunku 3, tworzą charakterystyczne profile. Wyraźnie widoczna jest tendencja zmniejszania długości międzywęzła, a tym samym i źdźbeł, wraz ze zwiększaniem intensywności oddziaływania wahań poziomu wody jeziora. Źdźbła porastające transekt 2., we wszystkich strefach zatapiania były najkrótsze. Profil długości kolejnych międzywęzła jest tu najłagodniejszy. Najdłuższe międzywęzła stwierdzono u pędów z transektu 3. w środkowej i niskiej strefie zatapiania. Profile pędów z transektów kontrolnych różniły się

między sobą. Pędy z transektu k-1, prawdopodobnie ze względu na wcześniej osiągniętą fazę generatywną, miały o około 4 międzywęzła mniej niż pędy z transektu k-2. Profil długości międzywęzła był łagodniejszy, jedynie szczytowe, ostatnie międzywęzła było znacznie dłuższe od niższych (tabela 1, rysunek 3, 4). Analiza regresji określająca wpływ zatapiania (x_1) i zagęszczenia (x_2) na średnią długość międzywęzła (y_3) wykazała wysoką ujemną zależność ($p = 0,05$) jedynie od intensywności zatapiania. Współczynnik determinacji d wyjaśnia 88% zmienności pędów pod wpływem zatapiania (tabela 2).

Długość źdźbła, będąca wypadkową długości i liczby międzywęzła, była największa w cenopopulacjach najmniej zatapianych (n), o najniższym zagęszczeniu. Źdźbła z cenopopulacji najintensywniej zalewanych (w), rosnących w największym zagęszczeniu, były najniższe. W strefie pośredniej (s) długość źdźbeł była podobna jak w cenopopulacjach najmniej zatapianych (3s), lub najintensywniej zatapianych (2s). Sugerować to może przejściowy charakter strefy o średniej intensywności zatapiania. Wysokość źdźbeł ze stanowiska k-1 i 2n była podobna (rysunek 4).

Wielu autorów stwierdziło zależność architektury pędów od zagęszczenia [13,1,7, 24,9]. Wykonana przez nas analiza regresji nie potwierdziła wpływu zagęszczenia na długość pędu (x_4). Bezpośrednim czynnikiem natomiast, wpływającym bardzo wyraźnie na skrócenie pędów trzciny była intensywność zatapiania (tabela 2).

Odpowiednio do długości pędów kształtowały się ich średnice (tabela 1). Najniższe pędy ze stanowisk najbardziej zatapianych, rosnące w największym zagęszczeniu miały najmniejsze średnice. Wraz ze zmniejszaniem intensywności zatapiania i zagęszczenia pędy były wyższe i grubsze. Analiza regresji obliczona dla intensywności zatapiania (x_1), zagęszczenia (x_2) i średnicy (y_5) wykazała istotny statystycznie, negatywny wpływ zatapiania, wyjaśniając 71% zmienności (tabela 2).

Liczba zielonych liści na pędach z każdego transektu była podobna w różnych strefach zatapiania, różnica nie przekraczała jednego lub dwu liści. Większe różnice wystąpiły natomiast pomiędzy pędami poszczególnych transektów. Pędy z transektu 2. miały najmniej zielonych liści, a najwięcej pędy z transektu 3. oraz transektów kontrolnych (rysunek 4). Analiza regresji potwierdza hipotezę zerową ($H_0: b_1 = b_2 = 0$) i pozwala stwierdzić brak istotności wpływu zatapiania i zagęszczenia pędów trzciny na liczbę zielonych liści na pędzie (tabela 2).

Zaobserwowano różnice w wielkości aparatów asymilacyjnych. Wielkość blaszek liściowych wzrastała wraz ze zmniejszaniem zagęszczenia i intensywności zatapiania. Największe blaszki liściowe miały pędy cenopopulacji najmniej zatapianych oraz kontrolnych, a najmniejsze – cenopopulacji ze strefy brzegowej, o największym zagęszczeniu. Powierzchnia asymilacyjna obliczona dla przeciętnych źdźbeł z poszczególnych cenopopulacji potwierdziła powyższe zależności (rysunek 4). Analiza regresji wykazała bardzo wysoką istotność ($p = 0,001$) wpływu zatapiania (x_1) na powierzchnię asymilacyjną pędu (y_7). Zależność ta w 80% wyjaśnia zaobserwowaną zmienność. Wpływ zagęszczenia okazał się statystycznie nieistotny (tabela 2).

Długość wiech wzrastała wraz z oddalaniem się od brzegu jeziora i zmniejszaniem zagęszczenia. Najkrótsze wiechy, najmniej wykształcone, o najmniejszej liczbie rozgałęzień występowały na pędach rosnących w największym zagęszczeniu cenopopu-

lacji brzegowych, najintensywniej zatapianych. Strefa pośrednia wydaje się być strefą przejściową. Występujące tu pędy miały wiechy o długości pośredniej podobnie jak cenopopulacje nisko zatapiane (3s) lub wysoko zatapiane (2s) (tabela 1). Prostoliniowa analiza regresji potwierdziła ujemny, negatywny wpływ zatapiania (x_1) na długość wiech (y_8), wyjaśniając 62% zmienności. Wpływ zagęszczenia nie modyfikuje bezpośrednio długości wiech i jest nieistotny (tabela 2).

DYSKUSJA

Trzcina jest eurotopowym wieloletnim gatunkiem zielnym. Heterogenność siedliska przyczynia się do jej zmienności. Dobowa zmienność poziomu lustra wody Jez. Kwiecko w sposób istotny modyfikuje zarówno zagęszczenie, jak i architekturę pędów. Na pogarszające się warunki bytowania rośliny poszczególnych gatunków reagują zwiększeniem zagęszczenia pędów powodującym ich wydłużanie, a także zredukowaniem liczby liści i przemieszczeniem ich do szczytowej części pędu. Reakcję tę opisano na przykładach *Impatiens noli-tangere*, *Filipendula ulmaria* i *Lythrum salicaria* [8,7,9]. Drugim rodzajem reakcji jest zwiększanie zagęszczenia pędów i zredukowanie ich wysokości na rzecz większej liczby rozgałęzień. Taką reakcją stwierdza się najczęściej u wieloletnich gatunków rozłogowych. Jest to strategia zdobywania przestrzeni poprzez zwiększanie arealów osobniczych. Zwiększaniu zagęszczenia towarzyszy często uproszczenie architektury pędu [12,13,5,6,8,9,23]. Podobny sposób reakcji stwierdzono w badanych cenopopulacjach trzciny. Ze wzrostem intensywności zatapiania wzrasta zagęszczenie i redukcji ulega długość międzywęzła, a tym samym długość zdźbła oraz średnica pędu i powierzchnia liści. Haslam [11] stwierdza ponadto determinację architektury pędów trzciny ich zawiązującą się średnicą. Haslam i Dykyjova [11,12,13,5,6] stwierdzają również wzrost zagęszczenia cenopopulacji trzciny wraz ze zwiększającą się intensywnością zatapiania. Formy zatapiane kilka razy w ciągu roku są niższe, o mniejszej średnicy i mniejszej powierzchni asymilacyjnej, rosną w większym zagęszczeniu. Rozwinięta powierzchnia asymilacyjna pędów trzciny pozwala wytworzyć i zmagazynować substancje zapasowe, umożliwiające rozpoczęcie vegetacji w przyszłym sezonie. Im uboższa jest architektura pędów, tym większa ich liczba potrzebna jest do wytworzenia i zmagazynowania substancji zapasowych. W strefie zalewowej Jez. Kwiecko, w warunkach silnie zaburzonego bytowania, jakim jest kilkukrotne, nierytmiczne zatapianie w ciągu doby i związana z tym zmiana stosunków wodno-powietrznych, a także nanoszenie mulu na lodygi i liście, rozwój pędów jest opóźniony lub ograniczony, uniemożliwiając osiągnięcie fazy generatywnej lub ograniczając liczbę pędów generatywnych u gatunków kłączowych. Podobne zależności stwierdzono również u innych gatunków roślin [1,7,9,13,22,24,23]. Niewielki udział pędów kwitnących trzciny w cenopopulacjach intensywnie zatapianych (w) spowodowany jest bezpośrednio zatapianiem, a pośrednio wysokim zagęszczeniem. Aulak [1] i Falińska [8,9] opisują dominującą formę rozmnażania vegetatywnego jako cechę populacji ustabilizowanej. Potwierdza to hipotezę o utrwalonej reakcji populacji trzciny porastającej strefę zalewową Jez. Kwiecko na dobowe, nierytmiczne zatapianie. Poprzez

wytworzenie zróżnicowanych cenopopulacji, w zależności od intensywności zaburzeń środowiska, trzcina zaadaptowała się do istniejących warunków.

WNIOSKI

1. Bezpośrednim czynnikiem modyfikującym zagęszczenie i architekturę pędów trzciny w litoralu jez. Kwiecko są dobowe wahania poziomu wody jeziora. Wraz ze wzrostem intensywności zatapiania zwiększa się zagęszczenie, a redukcji ulega wysokość i średnica źdźbła oraz powierzchnia asymilacyjna pędu.
2. Zredukowana architektura pędów cenopopulacji najintensywniej zatapianych ogranicza wykształcenie kwiatostanów i nasion. Główny wysilek życiowy skierowany jest na zwiększenie arealu osobniczego i wytworzenie powierzchni asymilacyjnej umożliwiającej przetrwanie.
3. Dominujące rozmnażanie wegetatywne w poszczególnych cenopopulacjach sugeruje ich stabilność w poszczególnych strefach zalewu.

LITERATURA

1. Aulak W. (1976). Rozwój i produkcja runa w zespole *Tilio-Carpinetum* Tracz. 1962 jako jeden z elementów podstawowego poziomu troficzego w ekosystemach leśnych. Zesz. Nauk. SGGW-AR, Rozpr. Nauk. 60, 1-151, Warszawa.
2. Bernatowicz S. (1963). Dynamika flory naczyniowej w Jeziorze Arklickim. Pol. Arch. Hydrobiol. 11, 2, 145-156.
3. Bogucki Z. (1977). Elementy statystyki dla biologów. Statystyka opisowa, 117, Wyd. UAM, Poznań.
4. Drwal J., Lange W. (1988). Kierunki degradacji systemu limnologicznego Jeziora Zamowieckiego po uruchomieniu elektrowni szczytowo-pompowej. W: Churski Z. (ed.) Naturalne i antropogeniczne przemiany jezior i mokradel w Polsce. Rozpr. U.M.K. Toruń.
5. Dykyjova D. (1973). Ekomorfozy a ekotypy rákosu obecného *Phragmites communis* Trin. Preslia, 43, 120-138.
6. Dykyjova D., Hradecka D. (1976). Production ecology of *Phragmites communis* L. Relations of two ecotypes to the microclimate and nutrient conditions of habitat, Folia Geobot. Phytotax., 11, 23-61.
7. Falencka M. (1983). Struktura i dynamika populacji *Impatiens noli-tangere* L. w różnych warunkach ekologicznych. Praca doktorska Uniw. Warsz.
8. Falińska K. (1981). Eksperymentalne badania biologii populacji wieloletnich roślin zielnych. Wiad. Bot., 25, 209-230.
9. Falińska K. (1990). Osobnik populacja fitocenoza. PWN, Warszawa.
10. Goldyn R. (1990). Wpływ podpiętrzania wód na procesy ekologiczne w jeziorach służących jako zbiorniki retencyjne. CPBP, Ochrona i Kształtowanie Środowiska Przyrodniczego. Funkcjonowanie ekosystemów wodnych, ich ochrona i rekultywacja. II, Ekologia jezior, ich ochrona i rekultywacja. Eksperymenty w ekosystemach. 125-163 Wyd. SGGW, AR, Warszawa.
11. Haslam S. (1969). The development of shoots in *Phragmites communis* Trin., Ann. Bot., 33, 695-709.
12. Haslam S. (1970). The performance of *Phragmites communis* Trin in relation to water supply. Ann. Bot., 33, 867-877.
13. Haslam S. (1971). Community regulation in *Phragmites communis* Trin., I, Monodominant stands, J. Ecol., 59, 1, 65-74.
14. Hutchinson G. E. (1975). A treatise on limnology III. Limnological botany. J. Wiley and Sons, New York, London, Sydney, Toronto.
15. Kershaw K. A. (1978). Ilościowa i dynamiczna ekologia roślin. PWN, Warszawa.
16. Kraska M. (1988). Reakcje ekosystemu jeziornego na wody podgrzane ze szczególnym uwzględnieniem hydromakrofitów. Wyd. UAM, Biol. 36, Poznań.

17. Kuflikowski T. (1968). Zarastanie zbiornika zaporowego w Goczalkowicach w latach 1964-1969. *Acta Hydrobiol.*, 20, 1, 79-100.
18. Pieczyńska E. (1972). Ecology of the eulitoral zone of lakes. *Ekol. Pol.* 20, 44.
19. Szajnowski F. (1973). Relationship between leaf area index and shoot production of *Phragmites communis* Trin. *Pol. Arch. Hydrobiol.*, 20, 2, 257-268.
20. Śpiewakowski E.R. (1974). Badania nad zmianami w szacie roślinnej pod wpływem nierytmicznych wahań poziomów wody w zespole jezior "Elektrowni Wodnej Żydowo". Wyd. WSP Słupsk.
21. Śpiewakowski E. R. (1977). Kierunki zmian szaty roślinnej w strefach zalewowych elektrowni wodnej w Żydowie. W: E.R. Śpiewakowski (red.). Ochrona i kształtowanie środowiska przyrodniczego Pomorza Środkowego. Wyd. WSP Słupsk, 43-58.
22. Śpiewakowski E.R., Wielicka M., Piasecki J. (1987). Anatomical-morphological changes in *Glyceria aquatica* (L.) Wahlb. and *Phalaris arundinacea* L. growing in the zona inundated by the Kwiecko Lake. *Acta Soc. Bot. Polon.*, 56, 1, 147-154.
23. Śpiewakowski E.R., Korczyński M. (1993). Wpływ elektrowni wodnej w Żydowie na dynamikę przemian flory jezior Kamiennie i Kwiecko oraz ich stref zalewowych. *Fragm. Flor. Geobot.*, 38, 1, 1-15.
24. Wilkoń-Michalska J. (1985). Structure and dynamics of the inland populations of *Salicornia patula*. *Vegetatio*, 61, 145-154.
25. Żuk B. (1989). *Biometria stosowana*. PWN, Warszawa.

STRESZCZENIE

W strefie zalewowej Jeziora Kwiecko, powstałej na skutek pracy elektrowni szczytowo-pompowej, wytyczono stale transekty o różnym poziomie zatapiania. Badano wpływ zatapiania w cyklu dobowym na strukturę przestrzenną i morfologię populacji trzciny pospolitej. Stwierdzono, że wzrost intensywności zatapiania wpływa bezpośrednio na zwiększenie zagęszczenia i redukcję architektury pędów. Ograniczeniu ulega wysokość i średnica pędów, ich powierzchnia asymilacyjna oraz długość wiech. Wysilek cenopopulacji zatapianych skierowany jest na powiększenie arealów osobniczych, a dominujące rozmnażanie wegetatywne potwierdza stabilność populacji.

THE INFLUENCE OF DAILY AMPLITUDES OF THE KWIECKO LAKE WATER LEVEL OF ON DENSITY AND ARCHITECTURE OF SHOOTS OF COMMON REED *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steudel

B. Dąbrowska, K. A. Sawilska, M. Paluch

Department of Botany and Ecology, University of Technology and Agriculture in Bydgoszcz

S u m m a r y

Inundation zone of the Kwiecko Lake came into being as a result of the operations of a nearby pumped-storage power station. Permanent transects were set out in this zone according to different levels of flooding. The influence of daily amplitudes of the water level on spatial structure and morphology of common reed populations was studied. It has been found that an increase in the intensity of flooding directly influences an increase of the density of the population and a reduction of shoot architecture. The height and the diameter of the shoots are limited, so are the assimilation surface and the length of panicles. The efforts of the flooded cenopopulations are directed toward expanding individual areas. Stability of the populations is enforced by the dominant vegetative reproduction.