

ZRÓŻNICOWANIE SZATY ROŚLINNEJ ZAGŁĘBIENIA BEZODPŁYWOWEGO W ZALEŻNOŚCI OD WARUNKÓW WILGOTNOŚCIOWYCH

Magdalena Franczak¹, Łukasz Franczak²

¹ Zakład Ekologii, Wydział Biologii i Biotechnologii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, ul. Akademicka 19, 20-033 Lublin, e-mail: mpelc4@wp.pl

² Zakład Geomorfologii, Wydział Nauk o Ziemi i Gospodarki Przestrzennej, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Al. Kraśnicka 2cd, 20-718 Lublin, e-mail: lukasz.franczak@poczta.umcs.lublin.pl

STRESZCZENIE

Zmiany stopnia uwilgotnienia siedliska są jednym z najważniejszych czynników oddziałujących na zmienność zbiorowisk roślinnych oraz tworzących je populacji gatunków. Celem badań była próba odpowiedzi na pytanie: czy struktura ilościowa i jakościowa pokrywy roślinnej wykazuje zróżnicowanie na tle stopnia uwilgotnienia podłoża? Badaniami objęto zagłębienie bezodpływowe, niewielki izolowany obiekt hydrogeniczny, usytuowany w krajobrazie rolniczym Wyżyny Lubelskiej. W analizowanym zagłębieniu wytyczono transekt, wzdłuż którego wydzielono płyty roślinności, w których na stałych powierzchniach badawczych wykonano spisy florystyczne. W latach 2006–2013 prowadzono obserwacje zalegania poziomu wód powierzchniowych. Na tej podstawie wyróżniono cztery strefy wilgotności siedliska. Otrzymane wyniki wskazują, że flora analizowanych obiektów charakteryzuje się bardzo szerokim spektrum tolerancji ekologicznej. Szata roślinna badanego obiektu kształtowana jest przez wilgotność siedliska, której gradient zmienności warunkuje zasięg występowania wielu gatunków.

Słowa kluczowe: zagłębienia bezodpływowe, siedliska hydrogeniczne, roślinność, różnorodność florystyczna, krajobraz rolniczy.

THE DIVERSITY OF PLANT COVER IN THE BASIN WITHOUT OUTLET IN RELATION TO THE MOISTURE CONDITIONS

ABSTRACT

Changes in the degree of habitat moisture are one of the major factors affecting the variability of plant communities and their constituent species populations. The aim of the study was to find if the quantitative and qualitative structure of the vegetation cover exhibits variability in relation to the degree of habitat moisture. The investigations were carried out in basin without outlets, i.e. small isolated hydrogenic object located in the agricultural landscape of the Lublin Upland. In basin, a transect was established, along which floristic inventories were made. In the years 2006–2013, the level of surface water were monitored. On this basis, four areas of habitat moisture were identified. The results indicate that the flora of the analysed object is characterised by a very broad spectrum of ecological tolerance. The vegetation cover is influenced by habitat moisture whose gradient determines the occurrence range of many species.

Keywords: basins without outlets, hydrogenic habitat, vegetation, floristic diversity, agricultural landscape.

WSTĘP

Zagłębienia bezodpływowe funkcjonujące w krajobrazie rolniczym to przykład niewielkich ekosystemów, które są wyraźnie odmienne od terenów otaczających pod względem warunków siedliskowych, a w konsekwencji także składu gatunkowego. Pomimo niewielkiego udziału

powierzchniowego, znacząco przyczyniają się do wzrostu ogólnej różnorodności biologicznej obszaru (γ -różnorodności) [Richling i Solon 2011]. Zgodnie z założeniami modelu płatów i korytarzy, zagłębienia pełnią funkcję wysp, niewielkich obszarów korzystnych dla bytowania wielu gatunków, które są oddzielone od siebie powierzchniami niesprzyjającymi, reprezentowa-

nyymi przez użytki rolnicze. Elementem łączącym powyższe ogniwa są korytarze, które zmniejszają izolację wielu taksonów, zapewniając im drogi migracji i kształtując w ten sposób dynamikę przestrzenną licznych populacji roślin i zwierząt [Forman i Godron 1986].

Analiza zagłębień sprowadza się najczęściej do wykazania wpływu tych niewielkich z reguły obiektów na zwiększenie się mozaikowości siedlisk w krajobrazie rolniczym oraz wzrostu różnorodności biologicznej na poziomie florystycznym i fitocenotycznym. Najczęściej badania te prowadzone są w dużej skali przestrzennej i nie uwzględniają specyficznych uwarunkowań mikrosiedliskowych, którymi charakteryzują się poszczególne obiekty [Kochanowska i Gamrat 2003, Bosiacka i Pieńkowski 2004, Nagengast i Ostapiuk 2004]. Zagłębienia bezodpływowe odróżniają się od przyległych obszarów rolniczych przede wszystkim stopniem wilgotności siedliska. Naturalnym odzwierciedleniem tych różnic jest rodzaj wykształconej szaty roślinnej, determinowany w największym stopniu przez zasięg i czas stagnowania wód powierzchniowych oraz wysokość zwierciadła wód podziemnych. Gradient zmienności uwilgotnienia w czasie i przestrzeni warunkuje zasięg występowania większości gatunków, szczególnie tych o wąskiej tolerancji na wilgotność siedliska. Ważnym czynnikiem decydującym o bogactwie i różnorodności flory zagłębień jest także ich położenie topograficzne oraz morfometria (m. in. powierzchnia, nachylenie stoków). Duże znaczenie w kształtowaniu różnorodności biologicznej tych obiektów ma również sposób użytkowania zlewni [Kucharski 1996, Kamocki 1999, Markuszewska 2001 i 2006, Bosiacka i in. 2008, Franczak i Franczak 2012, Major 2012].

Celem badań było określenie zróżnicowania szaty roślinnej zagłębienia bezodpływowego w zależności od stopnia uwilgotnienia siedliska. Podjęto próbę odpowiedzi na pytanie: jak kształtuje się bogactwo oraz skład gatunkowy zagłębienia w zależności od czasu stagnowania wód powierzchniowych?

TEREN BADAŃ

Obszar badań położony jest w zachodniej części Wyżyny Lubelskiej w zlewni rzeki Chodelki. Według podziału fizjograficznego Kondrackiego [2009] należy on do południowo-wschodniej

części mezoregionu Kotliny Chodelskiej. Pod względem geologicznym Kotlina Chodelska charakteryzuje się dominacją utworów węglanowych, głównie margli górnokredowych i kredy piszącej. Te specyficzne warunki litologiczne sprzyjają występowaniu różnorodnych form krasowych. Do najbardziej rozpowszechnionych należą wertebry, reprezentowane przez zagłębienia bezodpływowe, które w obrębie badanego terenu są rozmieszczone nierównomiernie. Najwięcej występuje ich w dolnych częściach zboczy oraz w źródłowym fragmencie doliny. Wertebry charakteryzują się bardzo zróżnicowanymi kształtami i wymiarami [Maruszczak 1966, Harasimiuk 1980, Dobrowolski 1998]. Na analizowanym obszarze dominują formy o wymiarach poziomych rzędu kilkudziesięciu metrów oraz głębokości nie przekraczającej kilku metrów. Badane zagłębienia cechują się zróżnicowanym reżimem hydrologicznym. W zależności od stopnia przepuszczalności podłoża i warunków hydrometeorologicznych panujących w danym sezonie woda stagnuje w nich przez większą część roku lub tylko podczas roztopów wiosennych. W wilgotnych latach niektóre formy mogą być wypełnione wodą przez cały rok [Franczak 2007].

Zagłębienia na badanym obszarze poddane są silnej antropopresji. Zbiorniki położone w otoczeniu pól uprawnych i/lub w bezpośrednim sąsiedztwie zabudowań gospodarczych są głównymi odbiornikami zanieczyszczeń w postaci nawozów, środków ochrony roślin oraz ścieków bytowych. W wyniku stosowania zabiegów melioracyjnych część obiektów osuszono, a następnie zasypano. Niektóre zagłębienia zostały natomiast pogłębione i wypełnione wodą, a następnie przekształcone w stawy hodowlane.

MATERIAŁ I METODY

Do badań wytypowano zagłębienie bezodpływowe zlokalizowane w południowo-wschodniej części asymetrycznej doliny krasowej o przebiegu NW-SE. W celu scharakteryzowania morfometrii analizowanego obiektu pod koniec sezonu wegetacyjnego 2012 roku za pomocą urządzenia GPS przeprowadzono szczegółowe pomiary wysokościowe. Na tej podstawie określono najważniejsze parametry obiektu: powierzchnię, długość, szerokość, głębokość oraz wskaźniki: wydłużenia i przegłębienia [Kaczmarek i in. 1989]. Równolegle do dłuższej osi zagłębienia, z uwzględnie-

niem najniższej położonego punktu w obrębie niecki, został wyznaczony transekt, wzdłuż którego przeprowadzono charakterystykę szaty roślinnej na tle warunków hydrologicznych. W tym celu w latach 2006–2013, od momentu zaniku pokrywy śnieżnej do czasu pojawienia się nowej, prowadzono obserwacje poziomu zalegania wód powierzchniowych w niecce zagłębienia. Na podstawie uśrednionych wyników z poszczególnych sezonów badań, uwzględniających zasięg oraz czas stagnowania zwierciadła wody, wyróżniono cztery strefy wilgotności siedliska: I (mokra) – woda stagnuje przez cały lub zdecydowaną większość sezonu wegetacyjnego, II (wilgotna) – woda stagnuje przez dłuższy okres po roztopach wiosennych i po intensywnych opadach deszczu, III (okresowo wilgotna) – woda stagnuje tylko po okresie roztopów wiosennych (około 5-6 tygodni) oraz IV (sucha) – nie zaobserwowano wody na powierzchni.

W sezonie wegetacyjnym 2013 w I, II i IV strefie wilgotności wydzielono po jednym płacie roślinności (A, B, E) w obrębie którego wyznaczono reprezentatywną powierzchnię badawczą (25 m²). Ze względu na duży zasięg III strefy oraz zróżnicowanie szaty roślinnej, zidentyfikowano w niej dwa płaty (C i D) i wydzielono łącznie dwie powierzchnie. Płaty A i B reprezentują roślinność szuwarową z klasy *Phragmitetea*, która stopniowo podlega sukcesji w kierunku zarośli wierzbowo-olszowych; płat C – zbiorowisko zaroślowe wierzb wąskolistnych z klasy *Salicetea purpureae*; D – zbiorowisko muraw zalewowych z klasy *Molinio-Arrhenatheretea* oraz płat E – nitrofilne zbiorowisko ruderalne z klasy *Artemisietea vulgaris*. Symbole powierzchni badawczych odpowiadają symbolom płatów, w których są usytuowane. Na każdej powierzchni wykonano spisy florystyczne z uwzględnieniem 11-stopniowej skali pokrycia gatunków (+ dla gatunków o pokryciu poniżej 5%, 1 – 5–10%, 2 – 11–20%, ..., 10 – 91–100%). Na tej podstawie określono bogactwo gatunkowe oraz wskaźniki: różnorodności biologicznej Shannona-Wienera i równomierności. Podobieństwo jakościowe pomiędzy gatunkami odnotowanymi w poszczególnych strefach wilgotności przeanalizowano przy wykorzystaniu wskaźnika Jaccarda [Krebs 2011].

Zidentyfikowane gatunki zostały następnie zaklasyfikowane do następujących grup ekologicznych: szuwarowe (kl. *Phragmitetea*), łąkowe (kl. *Molinio-Arrhenatheretea*), torfowiskowe

(kl. *Scheuchzerio-Caricetea nigrae*), łąkowe (kl. *Alnetea glutinosae*), ruderalne (kl. *Artemisietea vulgaris*) oraz segetalne (kl. *Stellarietea mediae*). Gatunki reprezentujące pozostałe klasy fitosocjologiczne, towarzyszące oraz te niebędące charakterystycznymi dla żadnego syntaksonu określono jako „inne”.

Nazwy taksonów przyjęto za Mirkiem i in. [2002], natomiast ich przynależność do jednostek syntaksonomicznych za Matuszkiewiczem [2011].

WYNIKI

Charakterystyka morfometryczna badanego obiektu

Powierzchnia zagłębienia wynosi 0,44 ha, natomiast jego maksymalna długość, szerokość i głębokość osiągają następujące wartości: 108,2; 52,3 oraz 2,0 m. Wartość wskaźnika wydłużenia równa jest 2,1. Wskaźnik przegłębienia dla analizowanego obiektu wyniósł 1,8. Wyniki pomiarów świadczą, że badana forma nie posiada kształtu zbliżonego do okręgu, ale nie jest też silnie wydłużona. Jednocześnie jest stosunkowo płytka i w związku z tym nie odznacza się wyraźnie w obrębie zlewni.

Powierzchnia zlewni zagłębienia wynosi 2,55 ha, a największe deniwelacje w granicach jej zasięgu sięgają 3 m. Obszar zlewni w zdecydowanej większości jest użytkowany rolniczo, z dominacją gruntów ornych (rośliny okopowe oraz zboża), które stanowią 62,2% powierzchni oraz w dalszej kolejności, użytków zielonych (łąki kośne i okresowo wypasane) – 30,5% oraz plantacji owoców – 7,3%.

Zróżnicowanie szaty roślinnej a wilgotność siedliska

Analizowane zagłębienie bezodpływowe charakteryzuje się bardzo dużym bogactwem gatunkowym (tab. 1). Na powierzchniach badawczych odnotowano występowanie łącznie 52 gatunków roślin naczyniowych wśród których najwyższą frekwencją charakteryzowały się: *Alopecurus geniculatus*, *Equisetum fluviatile*, *Eupatorium cannabinum*, *Lycopus europaeus*, *Ranunculus repens* i *Urtica dioica*. Najwięcej taksonów zidentyfikowano w płacie B – 22, w którym woda stagnuje zawsze po roztopach i intensywnych opadach (tab. 2). W płacie tym najwyższe wartości osiąga również wskaź-

Tabela 1. Skład florystyczny powierzchni badawczych**Table 1.** Floristic composition on the study plots

Gatunek	A	B	C	D	E
<i>Agrostis stolonifera</i> L.				1	
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Moench.		+			
<i>Alopecurus geniculatus</i> L.		3	2	1	
<i>Anagallis arvensis</i> L.					+
<i>Bidens frondosa</i> L.					+
<i>Caltha palustris</i> L.			+		
<i>Carex acutiformis</i> Ehrh.	3	3			
<i>Carex paniculata</i> L.	+				
<i>Chenopodium polyspermum</i> L.					+
<i>Comarum palustre</i> L.		1	+		
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist.					+
<i>Crepis paludosa</i> (L.) Moench				+	
<i>Deschampsia caespitosa</i> (L.) P. Beauv.				2	
<i>Equisetum fluviatile</i> L.	+	1	+		
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.					+
<i>Eupatorium cannabinum</i> L.		+	2		3
<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.	+	+			
<i>Frangula alnus</i> Mill.		+	1		
<i>Galinsoga ciliata</i> (Raf.) S.F.Blake					+
<i>Galium aparine</i> L.					2
<i>Galium palustre</i> L.		2	+		
<i>Galium uliginosum</i> L.		+			
<i>Geum rivale</i> L.				+	
<i>Juncus conglomeratus</i> L.	+	+			
<i>Lychnis flos-cuculi</i> L.		+		+	
<i>Lycopus europaeus</i> L.	1	1	+		
<i>Lysimachia nummularia</i> L.		+	+		
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	1	1			
<i>Lythrum salicaria</i> L.		+			
<i>Mentha arvensis</i> L.					1
<i>Menyanthes trifoliata</i> L.	+				
<i>Myosotis palustris</i> (L.) L.				+	
<i>Phleum pretense</i> L.				1	
<i>Poa palustris</i> L.		1	+		
<i>Populus tremula</i> L.			1		
<i>Potentilla anserina</i> L.				3	
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Raeusch.		+			
<i>Potentilla reptans</i> L.				1	
<i>Ranunculus repens</i> L.		2	1		+
<i>Rubus caesius</i> L.					+
<i>Rumex acetosa</i> L.				+	
<i>Rumex hydrolaphatum</i> Huds.		+			
<i>Salix viminalis</i> L.			4		
<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla	3				
<i>Scutellaria galericulata</i> L.	+	+			
<i>Setaria pumila</i> (Poir.) Roem. & Schult.					1
<i>Solanum dulcamara</i> L.			+	+	
<i>Solidago gigantea</i> Aiton					1
<i>Typha latifolia</i> L.	+				
<i>Urtica dioica</i> L.		1	1		3
<i>Veronica persica</i> Poir.					1

nik różnorodności biologicznej, natomiast najniższe – wskaźnik równomierności. Świadczy to o występowaniu w zbiorowisku gatunków wyróżniających się większym pokryciem w porównaniu do pozostałych taksonów. W tym przypadku są to *A. geniculatus* i *Carex acutiformis*, gatunki charakterystyczne dla siedlisk wilgotnych, tolerujące warunki długotrwałego zalewu. Pomimo bezpośredniego sąsiedztwa z płatem B, w płacie A liczba stwierdzonych gatunków jest o 50% mniejsza, co znalazło również odzwierciedlenie w niskiej wartości wskaźnika Shannona-Wienera – 0,90. Największy udział w tym płacie ma *C. acutiformis* oraz *Schoenoplectus lacustris*. Duże dysproporcje w bogactwie gatunkowym, wpłynęły na niską wartość wskaźnika Jaccarda (tab. 3). Jednak w porównaniu do pozostałych wartości jakie osiągnął ten wskaźnik, ta otrzymana dla płatów A i B jest jedną z najwyższych, co wskazuje na duży udział taksonów wspólnych.

Szata roślinna płatów C i D wykształciła się w zbliżonych warunkach wilgotnościowych (są podtapiane tylko w okresie roztopów wiosennych), ale posiada odmienny charakter. Płat C

Tabela 2. Zróżnicowanie bogactwa gatunkowego, wskaźnika różnorodności biologicznej Shannona-Wienera oraz wskaźnika równomierności roślin naczyniowych na powierzchniach badawczych

Table 2. Differentiation of species richness, Shannon-Wiener's biodiversity index and evenness index in the study plots

Powierzchnia badawcza	Bogactwo gatunkowe	Wskaźnik Shannona-Wienera	Wskaźnik równomierności
A	11	0,90	0,86
B	22	1,25	0,74
C	15	1,05	0,89
D	12	0,98	0,91
E	16	1,05	0,87

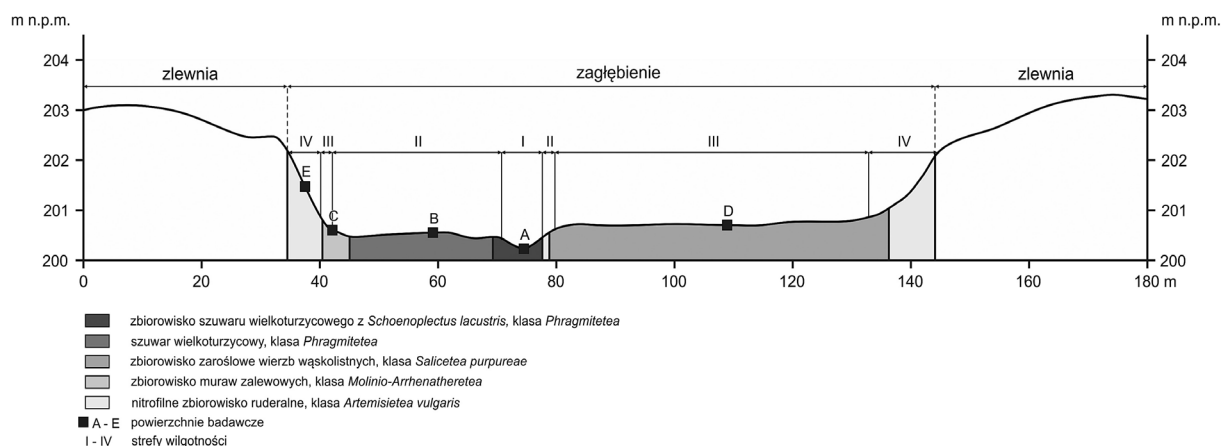
Tabela 3. Podobieństwo florystyczne badanych płatów roślinności wyrażone za pomocą wskaźnika Jaccarda

Table 3. Floristic similarity in the study patches presented by means as a Jaccard's index

Powierzchnia badawcza	A	B	C	D	E
A	x	0,27	0,08	0,00	0,00
B	0,27	x	0,42	0,06	0,09
C	0,08	0,42	x	0,08	0,07
D	0,00	0,06	0,08	x	0,00
E	0,00	0,09	0,07	0,00	x

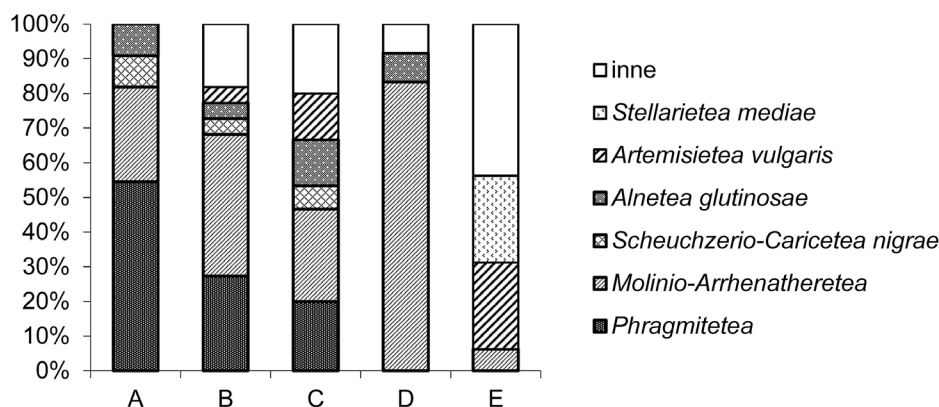
usytuowany jest podstokowo w postaci wąskiego pasa zarośli z dużym udziałem wierzb, przede wszystkim *Salix viminalis* oraz *Frangula alnus* i *Populus tremula* (rys. 1, tab. 1). Płat D natomiast zajmuje rozległy fragment powierzchni zagłębienia. Dużym udziałem wyróżniają się tutaj gatunki charakterystyczne dla muraw zalewowych ze związku *Agropyro-Rumicion crispi*, między innymi *A. geniculatus*, *Agrostis stolonifera*, *Potentilla anserina* i *P. reptans*. Liczba gatunków stwierdzona na powierzchniach badawczych w omawianych płatach była niewielka i wynosiła odpowiednio 15 (płat C) i 12 (płat D). Na uwagę zasługuje bardzo małe podobieństwo florystyczne tych dwóch płatów (tab. 3). Najwięcej wspólnych taksonów odnotowano porównując ze sobą sąsiadujące płaty B i C (wskaźnik Jaccarda – 0,42). Porównywalną liczbę taksonów (16) zidentyfikowano na powierzchni badawczej zlokalizowanej w płacie E, która różni się jednak zdecydowanie od pozostałych powierzchni składem florystycznym, o czym świadczą bardzo niskie wartości wskaźnika Jaccarda.

Na analizowanych powierzchniach stwierdzono występowanie gatunków charakterystycznych dla 9 klas fitosocjologicznych. We wszystkich płatach zalewanych okresowo (B-D) największy udział mają gatunki łąkowe należące do klasy *Molinio-Arrhenatheretea* (rys. 2). W płatach A i C stanowią one ponad jedną czwartą wszystkich taksonów. W płacie B ich udział przekracza 40%, a w płacie D – aż 80%. W strefie najbardziej wilgotnej (I) dominują gatunki charakterystyczne dla szuwarów właściwych i wielkoturzycowych (54%). Ich udział zmniejsza się wraz spadkiem stopnia wilgotności siedliska. Na powierzchniach zlokalizowanych w płatach D i E nie odnotowano gatunków charakterystycznych dla klasy *Phragmitetea*. Pod względem spektrum ekologicznego najbardziej wyróżnia się płat E, zdominowany przez gatunki ruderalne (m.in. *Artemisia vulgaris*, *Solidago gigantea*) i segetalne (*Anagallis arvensis*, *Galinsoga ciliata*, *Setaria pumila*) na co niewątpliwie ma wpływ bezpośrednie sąsiedztwo pól uprawnych oraz stabilne warunki hydrologiczne (brak zalewu). W dolnej części stoku, przy granicy tego płatu z zalewanymi okresowo zaroślami wierzbowymi, zidentyfikowane zostały pojedyncze taksony (*Bidens frondosa*, *Chenopodium polyspermum*), charakterystyczne dla nitrofilnych zbiorowisk występujących na brzegach niewielkich zbiorników wodnych wysychających latem (klasa *Bidentetea tripartiti*).



Rys. 1. Profil zagłębienia bezodpływowego wzdłuż transektu prezentujący zróżnicowanie pokrywy roślinnej oraz wilgotności siedliska

Fig. 1. Profile of the basin without outlets along the transect presented the diversity of the vegetation cover and habitat moisture



Rys. 2. Udział gatunków charakterystycznych dla poszczególnych klas fitosocjologicznych w badanych płatach roślinności

Fig. 2. The share of the characteristic species of phytosociological classes in the study patches

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

1. W analizowanym zagłębieniu bezodpływowym wyróżniono cztery strefy wilgotności siedliska, których zasięgowi odpowiadają zidentyfikowane płaty roślinności nieleśnej i zarosłowej.
2. Na powierzchniach badawczych odnotowano występowanie 52 gatunków roślin naczyniowych, reprezentujących 9 klas fitosocjologicznych. Najwyższym bogactwem gatunkowym oraz różnorodnością biologiczną cechuje się płat roślinności szuwarowej (B), w którym przez większość część roku stagnuje woda.
3. W przypadku większości porównywanych płatów stwierdzono bardzo niskie podobieństwo florystyczne, co wskazuje na mały udział gatunków wspólnych.

4. W płatach, w których występuje zjawisko stagnowania wody na powierzchni, największy udział mają gatunki charakterystyczne dla muraw zalewowych oraz wilgotnych łąk (klasa *Molinio-Arrhenatheretea*).
5. Największy udział gatunków siedlisk świeżych i suchych odnotowano na stoku, przy granicy zagłębienia, który nie ulega podtopieniu. Rolniczy charakter zlewni oraz niewielka odległość od zabudowań przyczynia się do wkraczania na obszar badanego obiektu gatunków segetalnych i ruderalnych.

BIBLIOGRAFIA

1. Bosiacka B., Pacewicz K., Pieńkowski P. 2008. Spatial analysis of plant species distribution among small water bodies in an agricultural landscape. *Acta Agrobot.* 61 (2), 93–101.

2. Bosiacka B., Pieńkowski P. 2004. Analiza przekształceń oczek wodnych oraz ocean walorów przyrodniczych śródpolnych zbiorników w centralnej części Równiny Nowogardzkiej. *Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie* 4, 335–349.
3. Dobrowolski R. 1998. Strukturalne uwarunkowania rozwoju współczesnej rzeźby krasowej na międzyrzeczu środkowego Wieprza i Bugu. Wyd. UMCS, Lublin.
4. Forman R.T.T., Godron M. 1986. *Landscape Ecology*. J. Wiley and Sons, New York.
5. Franczak Ł. 2007. Reżim hydrologiczny zagłębień bezodpływowych w rejonie Komarzac. [w:] Z. Michalczyk (red.). *Obieg wody w środowisku naturalnym i przekształconym. Badania hydrograficzne w poznawaniu środowiska* 8, 211–218.
6. Franczak Ł., Franczak M. 2012. Funkcjonowanie niewielkich obiektów hydrogenicznych w krajobrazie rolniczym na przykładzie zagłębień bezodpływowych obszaru Kotliny Chodelskiej. *Problemy Ekologii Krajobrazu* 33, 69–76.
7. Harasimiuk M. 1980. Rzeźba strukturalna Wyżyny Lubelskiej i Rostocza. Wyd. UMCS, Lublin.
8. Kaczmarek L., Kirstein M., Kowara M. 1989. Analiza morfometryczna obniżenia bezodpływowych wolińskiej moreny czołowej. [w:] A. Kostrzewski (red.). *Środowisko przyrodnicze i przestrzenna struktura społeczno-ekonomiczna miasta i gminy Międzyzdroje. Monografie Geograficzne*, Poznań.
9. Kamocki A.K. 1999. Geneza, charakterystyka przyrodnicza i ochrona zagłębień bezodpływowych wschodniej części Wysoczyzny Białostockiej. *Zeszyty Naukowe Politechniki Białostockiej* 123 (11), 5–20.
10. Kochanowska R., Gamrat R. 2003. Bioróżnorodność śródpolnych kompleksowych użytków ekologicznych na Nizinie Szczecińskiej. *Acta Agroph.* 1 (3), 453–458.
11. Kondracki J. 2009. *Geografia regionalna Polski*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
12. Krebs Ch.J. 2011. *Ekologia. Eksperymentalna analiza rozmieszczenia i liczebności*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
13. Kucharski L. 1996. Przyrodnicze znaczenie zagłębień bezodpływowych w rolniczym krajobrazie Pojezierza Kujawskiego. *Przegl. Nauk. Wydz. Melior. Inż. Środ. SGGW* 10, 33–38.
14. Major M. 2012. Funkcjonowanie zagłębień bezodpływowych w zróżnicowanych warunkach morfologicznych (dorzecze Parsęty, Pomorze Zachodnie). Bogucki Wyd. Nauk., Poznań.
15. Markuszewska I. 2001. Funkcjonowanie i znaczenie śródpolnych „oczek” wodnych w krajobrazie rolniczym (okolice Krotoszyń). *Bad. Fizj. Pol. Zach. Seria A* 52, 79–98.
16. Markuszewska I. 2006. Wpływ zagłębień pomarglowych na kształtowanie krajobrazu rolniczego Wysoczyzny Kaliskiej w ostatnim stuleciu. *Wyd. Nauk. Bogucki, Poznań*.
17. Maruszczak H. 1966. Zjawiska krasowe w skałach górnokredowych dorzecza Wisły i Bugu (Typ krasu kredy piszącej). *Przegląd Geogr.* 38 (3), 339–370.
18. Matuszkiewicz W. 2011. *Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
19. Mirek Z., Piękoś-Mirkowa H., Zajac A., Zajac M. 2002. Flowering Plants and Pteridophytes of Poland. A checklist. Krytyczna lista roślin naczyniowych Polski. Polish Academy of Sciences, W. Szafer Institute of Botany, Kraków.
20. Nagengast B., Ostapiuk J. 2004. Roślinność wodna i bagienna drobnych zbiorników śródpolnych okolic Tarnowa Podgórnego. *Roczn. Akad. Roln. Pozn.* 358 (7), 209–229.
21. Richling A., Solon J. 2011. *Ekologia krajobrazu*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.