

Zmiany zachodzące współcześnie w brioflorze miast – na przykładzie parków Wrocławia (obserwacje z lat 2000, 2006 i 2011)

Contemporary changes in urban bryophytes: a case study of Wrocław parks carried out in 2000, 2006 and 2011

EWA FUDALI

E. Fudali, Katedra Botaniki i Ekologii Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, pl. Grunwaldzki 24a, 50-363 Wrocław; e-mail: ewa.fudali@gmail.com

ABSTRACT: Floristic and ecological data was collected three times (in 2000, 2006 and 2011) in fifteen urban parks in Wrocław. Results were compared to determine whether bryophytes can survive in urban environments, or whether they die off because of the constant pressure of urbanization. Other questions examined include whether bryophytes remain in the same habitats, or whether they change their spatial distribution; and whether new species appear, and what is their ecology? During the eleven year study period, there were only minor fluctuations in the number of bryophytic species present, with 64 species detected in 2000, 69 species in 2006, and 65 species in 2011. There were notable changes in species composition. The average level of species exchange was 27%, but was 48% in parks in the center of the city. During the study period, 13 new species were found that had not been found in 2000. They were mainly epiphytes. Species that were found throughout the study period showed distinct dynamic trends: no noticeable changes in the number of parks on which the species was found, or in the number of notes; translocation among the various parks with no tendency to colonize; disappearance of the species; and spreading, both within the individual parks and within the whole city.

KEY WORDS: urban bryophytes, contemporary changes in bryoflora, urban parks, flora of Wrocław

Wstęp

Wpływ urbanizacji na florę mchów i wątrobowców określany był dotąd wyłącznie na podstawie porównania danych współczesnych z historycznymi, najczęściej datowanymi na przełom XIX i XX wieku lub pierwszą połowę XX w.

FUDALI E. 2011. Zmiany zachodzące współcześnie w brioflorze miast – na przykładzie parków Wrocławia (obserwacje z lat 2000, 2006 i 2011). W: KAĆKI Z., STEFAŃSKA-KRZACZEK E. (red.), Synantropizacja w dobie zmian różnorodności biologicznej. – *Acta Botanica Silesiaca* 6: 81–95.

a więc na okres sprzed „rewolucji urbanizacyjnej”. Zastosowanie takiej metody prowadziło zawsze do stwierdzenia silnego spadku bioróżnorodności w wyniku rozwoju miast (m.in. Schaepe 1986; Virchenko 1991; Müller 1993; Fudali 1997; Vanderpoorten 1997). Natomiast współczesne reakcje mszaków na stały stres urbanizacyjny nie zostały dotąd rozpoznane. Dotychczasowe badania briologiczne terenów miejskich miały bowiem zawsze charakter jednorazowy, w żadnym ze zbadanych miast, po upływie kilku lub kilkunastu lat, nie powtórzono badań. Nie wiemy więc, czy stwierdzone wcześniej taksony utrzymują się w miastach czy też może ustępują z nich pod wpływem stałej presji urbanizacyjnej, czy trwają na stałych stanowiskach czy też może przemieszczają się lub rozprzestrzeniają? Czy pojawiają się nowe gatunki i jaka jest ich ekologia? Uzyskanie odpowiedzi na te pytania wymaga wieloletnich, wielokrotnie powtarzanych obserwacji na stałych powierzchniach w miastach.

Śród kompleksów użytkowania przestrzennego, które formują się w środowisku miejskim, tylko parki, szczególnie te duże i stare, są miejscami sprzyjającymi masowemu rozwojowi mchów i wątrobowców. Jak wykazano, występują w nich zarówno gatunki o szerokiej skali ekologicznych wymagań, które jednocześnie są rozprzestrzenione i częste na terenach zabudowanych (nazywane miejskimi ubikwistami czy urbanofilami) jak również taksony wyspecjalizowane, o wąskich amplitudach socjologiczno-ekologicznych, ograniczone w swoim występowaniu w miastach niemal wyłącznie do parków, jak np. gatunki nadrzewne czyli epifity, mszaki siedlisk butwiejącego drewna czy naziemne gatunki typowe dla fitocenoz leśnych (Fojcik, Stebel 2001; Fudali 1996, 2005).

W pracy przedstawiono i przeanalizowano wyniki obserwacji florystyczno-ekologicznych dotyczących brioflory 15 parków miejskich Wrocławia wykonanych przez autorkę trzykrotnie w okresie od 2000 do 2011 r. Choć dotyczy one okresu tylko 11 lat to pozwalają odpowiedzieć, przynajmniej częściowo, na sformułowane wcześniej pytania badawcze.

1. Obiekty badań, materiał i metody

Badane obiekty różnią się wielkością, historią oraz położeniem w stosunku do centrum miasta. Większość z nich (10) nie przekracza powierzchni 25 ha; cztery położone są w centrum historycznej zabudowy, pozostałe leżą poza centrum ale otoczone są mniej lub bardziej zwartą zabudową (tab. 1).

Obserwacje wykonane były trzykrotnie: w roku 2000 (Fudali 2001), 2006 (Fudali 2007 oraz mat. npbl.) i 2011 (npbl.). Badania terenowe polegały na szczegółowej inwentaryzacji wszystkich taksonów i ich wystąpień; notowano każde wystąpienie na różnym typie podłoża, a w przypadku mchów jedno-

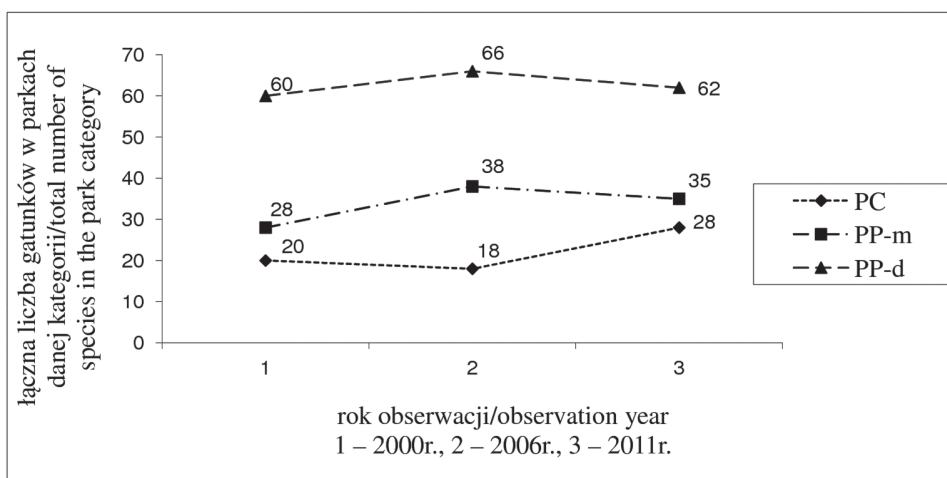
Tabela 1. Charakterystyka parków Wrocławia objętych badaniami
 Table 1. Brief description of the Wrocław parks studied

Nazwa parku/ Name of park	Położenie wobec centrum/ Localization in relation to the city centre	Area/ Area [ha]	Rok założenia/ The year of foundation	Pochodzenie i charakter/ Origin and character
Słowackiego	centrum	3,67	1815	miejski park założony na miejscu dawnych fortyfikacji
Wzgórze Partyzantów	j.w.	4,0	1820	j.w.; 2008 – renowacja ścieżek i tarasu widokowego
Staromiejski	j.w.	2,52	1815	j.w.; 2010 – całkowita przebudowa trawników
Im. S.Tołpy	j.w.	5,00	1902	miejski park założony w obrębie starego opactwa; 2007 – renowacja obudowy stawu
Kasprowicza	peryferia	3,75	1913	park publiczny założony w obrębie łągów nadrzecznych.
Andersa	j.w.	6,13	1950	park publiczny w miejscu starego cmentarza parafialnego
Dąbrowskiej	j.w.	7,14	1950	j.w.
Skowroni	j.w.	23,70	1950	j.w.
Kleciński	j.w.	10,00	1870	przypałacowy park założony w obrębie starej dąbrowy i łągów nadrzecznych przekształcony w publiczny zieleniec
Stabłowicki	j.w.	15,00	1860	j.w.
Szczytnicki	j.w.	100,00	1783; 1912	przypałacowy ogród; park krajobrazowy na zapleczu dąbrowy; 2004 – renowacja Pergoli
Zachodni	j.w.	75,00	1867; 1910	park miejski w miejscu 3 dawnych cmentarzy; powiększony o fragment starej dąbrowy
Wschodni	j.w.	30,00	1927	park krajobrazowy założony na terenie łągów nadrzecznych i olszyny
Południowy	j.w.	25,00	1892	park krajobrazowy założony na terenach porolnych; 2007 – renowacja murków
Grabiszyński	j.w.	38,00	1930; 1950	park publiczny w miejscu starego cmentarza miejskiego; powiększony o stary cmentarz wojskowy i zarastającą krzewami polanę.

substratowych – wszystkie darnie danego gatunku, jeżeli odległość między nimi wynosiła przynajmniej 2 m. Każde drzewo, niezależnie od położenia względem innych traktowano jako osobne notowanie. W ten sposób uzyskano listy gatunków występujących w poszczególnych latach obserwacyjnych z uwzględnieniem liczby wystąpień na każdym typie podłoża. Analizie poddano zarówno skład gatunkowy jak i liczbę notowań każdego z taksonów oraz ich preferencje substratowe. Nazwy mchów przyjęto za Ochyra i in. (2003), wątrobowców – za Szweykowskim (2005).

2. Wyniki

Łączna liczba gatunków stwierdzonych w poszczególnych latach obserwacji ulegała fluktuacyjnym zmianom (64; 69; 65), przy czym wyróżnione kategorie parków różniły się w trendach tych zmian: w parkach peryferii w roku 2006 zaobserwowano wyraźny wzrost liczby gatunków i spadek w 2011; natomiast w parkach centrum trend był przeciwny – niewielki spadek liczby gat. w 2006 i wyraźny wzrost w roku 2011 (ryc. 1).



Ryc. 1. Zmiany ilościowe w bryoflorze parków centrum (PC) i peryferii (małych – PP-m i dużych – PP-d) w latach 2000, 2006, 2011

Fig. 1. Quantitative changes in the bryoflora of the parks situated in the city centre (PC) and out of the centre (of area up to 25 ha – (PP-m) and larger – (PP-d)) in the years: 2000, 2006, 2011

Dla ustalenia jaki charakter miały te zmiany porównano zbiorcze listy florystyczne (czyli łączne ze wszystkich parków) uzyskane w wyniku kolejnych spisów.

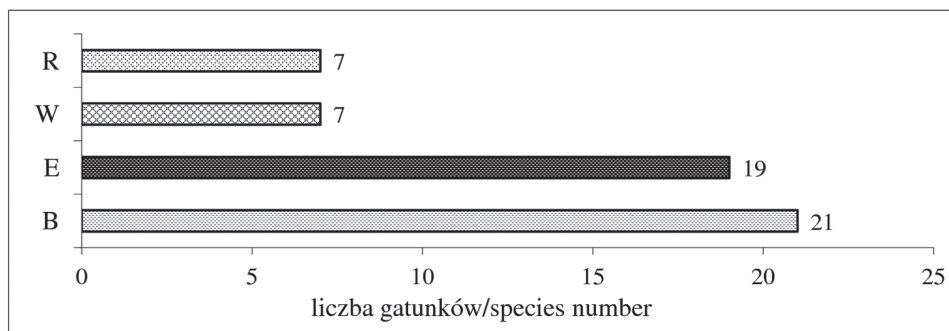
Porównanie to wykazało stałość składu gatunkowego bryoflory na poziomie 73% oraz 27% wymianę gatunków (tab. 2). W roku 2011 nie odnotowano

ponownie 12 gatunków zarejestrowanych wcześniej – jak widać z zestawienia różniły się czasem przybycia do badanych obiektów i czasem ustąpienia z nich (tab. 2). Jednocześnie od 2000 r. pojawiło się w brioflorze parków Wrocławia 13 gatunków nowych, w tym 9 w roku 2006, przy czym czterech z nich ponownie nie zarejestrowano w 2011.

Rozpatrując oddzielnie parki centrum, małe parki peryferii i duże parki peryferii (tab. 2), poziom trwałości brioflory oraz udział gatunków nowych i nie zarejestrowanych ponownie kształtuje się nieco inaczej (tab. 3). Najbardziej zbliżone relacje do ogólnych zaznaczyły się w dużych parkach zlokalizowanych poza centrum.

Natomiast w parkach centrum trwałość brioflory okazała się znacznie niższa: gatunki stale utrzymujące się oraz powracające stanowią 52 % flory mchów odnotowanej w parkach tej kategorii. Także w małych parkach peryferii brioflora wykazała mniejszą stabilność – na poziomie 58% (tab. 3).

Porównanie występowania (czyli liczby obiektów, w których gatunek został zarejestrowany oraz liczby notowań) gatunków będących trwałym elementem brioflory parków pozwala wskazać 4 wyraźne trendy dynamiczne w ciągu minionych 11 lat (ryc. 2).



Ryc. 2. Liczba gatunków trwale występujących w parkach Wrocławia wykazujących różne trendy dynamiczne w latach 2000–2011

Fig. 2. The number of species persistent in parks of Wrocław in the years 2000–2011 appearing various dynamic tendencies

Objaśnienia: B – gatunki nie wykazujące zmian w liczbie obiektów i notowań, E – gatunki wykazujące stały wzrost liczby obiektów i notowań, R – gatunki wykazujące stały spadek liczby obiektów i notowań, W – gatunki przemieszczające się między parkami bez tendencji do osiedlania.

Explanations: B – species without changes in the number of objects and notes, E – species with constant increase in the number of objects and notes, R – species appearing decrease in the number of objects and notes, W – species moving among parks without tendency to settle down.

Tabela 2. Występowanie mszaków w parkach Wrocławia zlokalizowanych w centrum i poza centrum w latach 2000, 2006 i 2011 wraz z łączną liczbą notowań w poszczególnych kategoriach parków

Table 2. Occurrence of bryophytes in the Wrocław parks situated in the city centre and outside the centre in the years 2000, 2006 and 2011 including the records total number in selected categories of parks

Nazwa gatunku/ species name	2000				2006				2011			
	Wszystkie/ Altogether	Centrum/ City centre	Peryferia/ Out of centre		Wszystkie/ Altogether	Centrum/ City centre	Peryferia/ Out of centre		Wszystkie/ Altogether	Centrum/ City centre	Peryferia/ Out of centre	
			Małe Small < 25 ha	Duże Large > 25 ha			Małe/ Small < 25 ha	Duże / Large > 25 ha			Małe Small < 25 ha	Duże Large > 25 ha
TRWAŁE STALE W PARKACH WROCŁAWIA / PERSISTENT SPECIES IN THE WROCŁAW PARKS												
nie wykazujące wyraźnych zmian w występowaniu / without visible change in the number of objects or notes												
<i>Brachythecium albicans</i>	58	14 (4)	19 (4)	25 (5)	59	6 (3)	23 (5)	30 (5)	42	8 (3)	12 (5)	22 (5)
<i>Bryum argenteum</i>	49	26 (4)	8 (3)	15 (4)	49	18 (4)	12 (5)	19 (5)	36	16 (4)	12 (5)	8 (5)
<i>Cirriphyllum piliferum</i>	37	1 (1)	5 (2)	31 (4)	48	1 (1)	11 (4)	36 (4)	51	2 (1)	8 (3)	41 (5)
<i>Climacium dendroides</i>	5	0	0	5 (2)	9	0	0	9 (4)	7	0	0	7 (3)
<i>Dicranella heteromalla</i>	28	0	4 (2)	24 (4)	24	0	1 (1)	23 (4)	26	0	1 (1)	25 (4)
<i>Dryptodon pulvinatus</i>	12	1 (1)	0	11 (3)	16	1 (1)	1 (1)	14 (4)	9	2 (2)	1 (1)	6 (3)
<i>Fissidens taxifolius</i>	12	0	0	12 (3)	14	0	0	14 (2)	6	0	0	6 (2)
<i>Homalothecium sericeum</i>	1	0	1 (1)	0	1	0	1 (1)	0	1	0	1 (1)	0
<i>Lophocolea heterophylla</i>	8	0	0	8 (4)	11	0	1 (1)	10 (2)	16	0	0	16 (3)
<i>Mnium hornum</i>	5	0	0	5 (2)	10	0	0	10 (2)	9	0	0	9 (2)
<i>Orthodicranum montanum</i>	2	0	0	2 (1)	1	0	0	1 (1)	2	0	0	2 (1)
<i>Oxyrrhynchium hians</i>	126	21 (3)	35 (5)	70 (5)	108	14 (2)	27 (5)	67 (5)	127	18 (3)	25 (5)	84 (5)
<i>Plagiothecium denticulatum</i>	1	0	0	1 (1)	2	0	0	2 (2)	1	0	0	1 (1)
<i>Plagiothecium laetum</i>	2	0	0	2 (2)	2	0	0	2 (2)	3	0	0	3 (2)
<i>Plagiothecium nemorale</i>	2	0	0	2 (1)	3	0	0	3 (1)	2	0	0	2 (2)
<i>Rhizomnium punctatum</i>	7	0	0	7 (1)	7	0	0	7 (1)	2	0	0	2 (1)
<i>Rhynchostegium murale</i>	5	0	1 (1)	4 (1)	5	0	1 (1)	4 (2)	7	0	3 (3)	4 (2)
<i>Rhyidiadelphus squarrosus</i>	104	0	28 (4)	76 (5)	103	0	20 (4)	83 (5)	93	0	15 (4)	78 (5)
<i>Schistidium apocarpum</i>	17	2 (1)	1 (1)	14 (5)	21	2 (1)	2 (2)	17 (5)	17	1 (1)	4 (3)	12 (5)
<i>Syntrichia ruralis</i>	2	0	0	2 (2)	2	0	0	2 (2)	3	0	1 (1)	2 (2)
<i>Tortula muralis</i>	45	18 (4)	7 (3)	19 (5)	45	16 (4)	7 (3)	22 (5)	37	8 (4)	8 (4)	21 (5)

wykazujące spadek liczby obiektów i/lub notowań / decrease in the number of objects and/ or notes												
<i>Brachythecium salebrosum</i>	23	0	3 (3)	20 (5)	26	0	1 (1)	25 (5)	11	0	0	11 (2)
<i>Calliergonella cuspidata</i>	11	0	0	11 (3)	13	0	1 (1)	12 (3)	11	0	0	11 (2)
<i>Leptodictyum riparium</i>	16	0	0	16 (3)	20	4 (2)	0	16 (4)	10	0	0	10 (2)
<i>Lophocolea bidentata</i>	5	0	0	5 (2)	5	0	0	5 (2)	1	0	0	1 (1)
<i>Plagiomnium affine</i>	71	1 (1)	15 (5)	55 (5)	50	1 (1)	14 (4)	35 (5)	16	0	6 (3)	10 (5)
<i>Pseudoscleropodium purum</i>	7	0	0	7 (3)	7	0	0	7 (3)	2	0	0	2 (1)
<i>Sciuro-hypnum oedipodium</i>	2	0	0	2 (1)	5	0	0	5 (2)	1	0	0	1 (1)
wykazujące stały wzrost liczby obiektów i/lub notowań we wszystkich parkach / increase in the number of objects and/or notes in all the parks												
<i>Atrichum undulatum</i>	93	3 (1)	15 (3)	75 (4)	129	0	17 (3)	112 (5)	197	1 (1)	22 (5)	174 (5)
<i>Brachythecium rutabulum</i>	172	18 (3)	73 (5)	81 (5)	201	14 (3)	84 (5)	103 (5)	565	27 (3)	252 (5)	286 (5)
<i>Ceratodon purpureus</i>	157	25 (4)	54 (5)	78 (5)	160	14 (4)	65 (5)	81 (5)	285	25 (4)	151 (5)	109 (5)
<i>Hypnum cupressiforme</i>	103	0	31 (4)	72 (5)	221	1 (1)	51 (5)	169 (5)	789	5 (3)	161 (5)	623 (5)
<i>Kindbergia praelonga</i>	27	0	0	27 (4)	22	0	1 (1)	21 (4)	55	1 (1)	5 (1)	49 (4)
<i>Orthotrichum anomalum</i>	8	1 (1)	1 (1)	6 (2)	8	0	3 (3)	5 (3)	17	1 (1)	6 (4)	10 (5)
<i>Orthotrichum diaphanum</i>	15	1 (1)	1 (1)	13 (2)	19	2 (2)	1 (1)	16 (3)	44	4 (2)	32 (5)	8 (4)
<i>Plagiomnium cuspidatum</i>	40	0	11 (2)	29 (4)	84	0	25 (5)	59 (5)	156	2 (1)	56 (5)	98 (4)
<i>Plagiomnium undulatum</i>	77	0	28 (5)	49 (5)	105	2 (1)	39 (5)	64 (5)	101	5 (1)	43 (5)	53 (5)
<i>Sciuro-hypnum populeum</i>	4	0	0	4 (3)	9	0	0	9 (3)	8	1 (1)	0	7 (5)
wykazujące stały wzrost liczby obiektów i/lub notowań tylko w parkach poza centrum / increase in the number of objects and/or notes only in the parks out of the city centre												
<i>Amblystegium serpens</i>	115	13 (4)	30 (5)	72 (5)	149	21 (4)	47 (5)	81 (5)	421	7 (2)	156 (5)	258 (5)
<i>Brachytheciastrum velutinum</i>	81	1 (1)	28 (5)	52 (5)	107	0	27 (4)	80 (5)	204	0	53 (5)	151 (5)
<i>Dicranoweisia cirrata</i>	10	0	3 (2)	7 (3)	19	0	2 (1)	17 (4)	189	0	9 (2)	180 (5)
<i>Dicranum scoparium</i>	1	0	0	1 (1)	4	0	0	4 (1)	8	0	0	8 (2)
<i>Pohlia nutans</i>	49	0	11 (5)	38 (5)	58	0	7 (4)	51 (5)	135	0	23 (5)	112 (5)
<i>Polytrichastrum formosum</i>	11	0	0	11 (4)	13	0	0	13 (4)	31	0	0	31 (3)
<i>Pylaisia polyantha</i>	4	0	0	4 (3)	4	0	1 (1)	3 (3)	4	0	2 (2)	2 (2)
<i>Rosulabryum laevifilum</i>	13	0	2 (2)	11 (4)	14	0	1 (1)	13 (3)	39	0	5 (2)	34 (5)
<i>Sanionia uncinata</i>	1	0	0	1 (1)	1	0	0	1 (1)	3	0	0	3 (3)
przemieszczające się między parkami bez tendencji do osiedlania / translocation among the various parks without tendency to settle down												
<i>Aulacomnium androgynum</i>	2	0	0	2 (2)	6	0	1 (1)	5 (2)	2	0	0	2 (2)
<i>Barbula convoluta</i>	39	11 (2)	17 (4)	11 (3)	31	7 (3)	9 (4)	15 (4)	15	7 (4)	0	8 (3)
<i>Bryum caespiticium</i>	9	0	2 (2)	7 (3)	12	5 (3)	1 (1)	6 (2)	4	1 (1)	2 (2)	1 (1)

<i>Funaria hygrometrica</i>	17	4 (2)	3 (1)	10 (2)	13	3 (1)	0	10 (3)	7	4 (2)	1 (1)	2 (2)
<i>Herzogiella seligeri</i>	1	0	1 (1)	0	2	0	1 (1)	1 (1)	6	0	0	6 (2)
<i>Marchantia polymorpha</i>	1	0	0	1 (1)	2	0	0	2 (1)	2	1 (1)	0	1 (1)
<i>Polytrichum juniperinum</i>	1	0	1 (1)	0	2	0	1 (1)	1 (1)	2	0	0	2 (1)
POWRACAJĄCE / RETURNING SPECIES												
<i>Physcomitrium pyriforme</i>	5	1 (1)	0	4 (1)	0	0	0	0	2	1 (1)	0	1 (1)
<i>Plagiothecium curvifolium</i>	2	0	0	2 (2)	0	0	0	0	6	0	0	6 (2)
NOTOWANE W 2000; W 2006 i 2011 – BRAK / SPECIES NOTED IN 2000 AND 2006 AND NOT REPORTED IN 2011												
<i>Bryum violaceum</i>	1	0	0	1 (1)	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hypnum pratense</i>	1	0	0	1 (1)	0	0	0	0	0	0	0	0
NOTOWANE W 2000 i 2006; W 2011 – BRAK / SPECIES NOTED IN 2000 AND NOT REPORTED IN 2006 AND 2011												
<i>Barbula unguiculata</i>	1	1 (1)	0	0	2	0	2 (2)	0	0	0	0	0
<i>Bryoerythrophyllum recurvirostrum</i>	2	0	0	2 (1)	2	0	0	2 (1)	0	0	0	0
<i>Drepanocladus aduncus</i>	1	0	0	1 (1)	1	0	0	1 (1)	0	0	0	0
<i>Leskea polycarpa</i>	1	0	0	1 (1)	1	0	0	1 (1)	0	0	0	0
<i>Thuidium delicatulum</i>	2	0	0	2 (2)	3	0	0	3 (3)	0	0	0	0
<i>Tortula truncata</i>	4	1 (1)	0	3 (2)	1	0	1 (1)	0	0	0	0	0
NOWE W 2006; W 2011 – BRAK / SPECIES NEW IN 2006 NOT REPORTED IN 2011												
<i>Bryum pseudotriquetrum</i>	0	0	0	0	1	0	0	1 (1)	0	0	0	0
<i>Chiloscyphos polyanthos</i>	0	0	0	0	1	0	0	1 (1)	0	0	0	0
<i>Ptilidium pulcherrimum</i>	0	0	0	0	1	0	0	1 (1)	0	0	0	0
<i>Scapania nemorea</i>	0	0	0	0	1	0	0	1 (1)	0	0	0	0
NOWE OD 2006 / SPECIES NEW IN 2006 AND REPORTED IN 2011												
<i>Callicladium haldanianum</i>	0	0	0	0	1	0	0	1 (1)	1	0	0	1 (1)
<i>Orthotrichum pallens</i>	0	0	0	0	5	0	1 (1)	4 (3)	44	2 (2)	17 (3)	25 (5)
<i>Orthotrichum speciosum</i>	0	0	0	0	1	0	0	1 (1)	23	1 (1)	5 (3)	17 (5)
<i>Platygyrium repens</i>	0	0	0	0	3	0	0	3 (3)	61	2 (1)	15 (4)	44 (4)
<i>Syntrichia virescens</i>	0	0	0	0	1	0	0	1 (1)	3	2 (1)	0	1 (1)

NOWE OD 2011 / SPECIES NEW IN 2011												
<i>Hypnum pallescens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	7 (2)
<i>Leptobryum pyriforme</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1 (1)	0	0
<i>Orthodicranum tauricum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0		4 (2)
<i>Orthotrichum affine</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	1 (1)	4 (3)
RAZEM – liczba gatunków w danej kategorii parku/ IN TOTAL – species number in the particular park category	64	20	28	60	69	18	38	66	65	28	35	62

Objaśnienia: w nawiasach podano liczbę parków, w których gatunek został odnotowany.
 Explanations: in brackets a number of parks in which species occurred was given.

Tabela 3. Udział procentowy gatunków trwałych i ulegających wymianie w brioflorze parków Wrocławia w latach 2000–2011

Table 3. Percentage incidence of species with various occurrence during the period studied

Grupy gatunków wykazujących różny sposób występowania w badanym okresie/ Groups of species with various occurrence during the period studied	Wszystkie parki łącznie/ All parks together	PC	PP-m	PP-d
trwale stale/ species persistent	70%	40%	56%	66%
powracające/ returning species	3%	9%	2%	%
wystąpiły w 2000, brak w 2006 i 2011/ occurred in 2000, not re-found in 2006 and 2011	3%	9%	0%	4%
wystąpiły w 2000 i 2006, brak w 2011/ occurred in 2000 and 2006, not re-found in 2011	8%	3%	7%	7%
nowe w 2006 i nie odnotowane w 2011/ new in 2006 but not re-found in 2011	5%	3%	12%	4%
nowe od 2006 i nadal obecne w 2011/ new in 2006 and still present in 2011	6%	%	14%	12%
nowe w 2011/ reported for the first time in 2011	%	27%	9%	4%

Objaśnienia: patrz ryc. 1

Explanations: see Fig. 1.

W przypadku 21 gatunków (37% trwałej brioflory) nie stwierdzono wyraźnej dynamiki – liczba obiektów i notowań utrzymuje się na podobnym poziomie (tab. 2). Stały wzrost liczby obiektów i liczby notowań wykazało 19 gatunków (34%), przy czym 9 – tylko poza centrum. Wśród nich wyraźną intensyfikację fazy osiedlania, na razie wyłącznie poza centrum wykazało 6 gatunków leśnych i leśno-zaroślowych (tab. 2). Cechy regresji czyli stały choć powolny spadek liczby notowań i stanowisk wykazało 7 gatunków (13%). Jeszcze inny typ reakcji wykazało 7 gatunków (13%), które przez cały analizowany okres występowały na terenie parków ale każdorazowo rejestrowane były w innych obiektach niż poprzednio.

3. Dyskusja

3.1. Ocena trwałości składu gatunkowego brioflory miejskich parków.

Porównanie wyników badań pokazało, że brioflora parków wykazuje stałość składu gatunkowego na poziomie 73%. Pozostałe 27% gatunków ulegało wymianie. W roku 2011 nie odnotowano ponownie 12 gatunków zarejestro-

wanych wcześniej. Pod względem ekologicznym wykazują one dużą różnorodność. Są wśród nich: mchy naziemne siedlisk zaburzonych (*Barbula unguiculata*, *Tortula truncata*, *Bryum violaceum*), łąkowe (*Thuidium delicatulum*, *Hypnum pratense*) higrofity (*Bryum pseudotriquetrum*, *Drepanocladus aduncus*, *Scapania nemorea*), epifity s.l. (*Leskea polycarpa*, *Ptilidium pulcherrimum*, *Chiloscyphus polyanthos*) oraz namurkowy *Bryoerhthrophyllum recurvirostre*. Trudno tu wskazać jakiś jeden czynnik kierunkowy powodujący ich aktualną nieobecność w badanych obiektach.

Jednocześnie od 2000 r. pojawiło się w brioflorze parków Wrocławia 13 gatunków nowych, w tym 9 w roku 2006, przy czym czterech z nich ponownie nie zarejestrowano w 2011. Wśród gatunków, które w brioflorze parków Wrocławia notowane są dopiero od roku 2006 lub 2011 zaznacza się duże podobieństwo ekologiczne: sześć z nich to gatunki nadrzewne (*Hypnum pallenscens*, *Orthodicranum tauricum*, *Orthotrichum affine*, *O. pallens*, *O. speciosum*, *Platygyrium repens*), wykazujące w ciągu ostatnich 30 lat wyraźną ekspansję w Europie, dokumentowaną dotąd głównie z obszarów o naturalnym lub półnaturalnym charakterze (m.in. Hegewald 1972, 1991; Greven 1986; Rusińska, Urbański 1993; Erzberger 1998; Fojcik 1998; Stebel, Plašek 2001; Stebel 2006). Warto zwrócić uwagę, że stanowiska tych mchów we Wrocławiu były zawsze zlokalizowane na skraju parków, przy mało ruchliwych ulicach. Pozostałe gatunki to: epifityczno-epilityczny *Syntrichia virescens*, epixyliczno-epilityczny *Callicladium haldanianum* oraz naziemny mech siedlisk zaburzonych *Leptobryum pyriforme*.

Trwałość brioflory okazała się cechą zależną od lokalizacji parku w stosunku do centrum oraz jego wielkości. Najniższą stabilnością charakteryzują się parki centrum – na poziomie 52% flory mchów odnotowanej w parkach tej kategorii. W 2011 nie potwierdzono 3 gatunków zarejestrowanych w 2000 r, i dodatkowo jednego, który pojawił się w roku 2006 – razem stanowią 12%. Jednocześnie odnotowano wzrost bogactwa gatunkowego parków centrum w stosunku do roku 2000 o 12 gatunków (36%). Pięć z nich to gatunki nowe w skali całej brioflory parków Wrocławia (tab. 2), pozostałe należą do trwałych elementów brioflory parków peryferii (leśne: *Hypnum cupressiforme*, *Kindbergia praelonga*, *Plagiomnium cuspidatum*, *Plagiomnium undulatum*, ruderalne: *Bryum caespiticium*, *Marchantia polymorpha* oraz namurkowy *Syntrichia ruralis*). Ich pojawianie się w parkach centrum sugeruje przemieszczanie się diaspor mchów w obrębie miasta pomiędzy centrum i peryferiami. Parki zlokalizowane poza centrum wykazują ogólnie wyższą stabilność brioflory niż parki centrum, ale jednocześnie cecha ta zależy od wielkości obiektów. Trwałość brioflory w małych parkach jest niższa (58%) niż w dużych (69%). Pod względem ekologicznym gatunki nowe dla małych parków peryferii wykazują dużą różnorodność; są wśród nich cztery ze wspomnianych ekspansywnych epifitów

a także mchy leśno-zaroślowe (*Kindbergia praelonga*, *Pylaisia polyantha*), łąkowy *Rhytidiadelphus squarrosus* oraz gatunki namurkowe (*Dryptodon pulvinatus*, *Syntrichia ruralis*, *Schistidium apocarpum*). Wszystkie stanowią jednocześnie trwałe elementy bryoflory dużych parków peryferii. Wśród nie odnotowanych w 2011 w małych parkach peryferii znajdują się trzy gatunki związane ze spróchniałym drewnem (*Aulacomnium androgynum*, *Herzogiella seligeri*, *Lophocolea heterophylla*), łąkowy mech *Calliergonella cuspidata* oraz cztery gatunki siedlisk otwartych (*Barbula convoluta*, *B. unguiculata*, *Polytrichum juniperinum* i *Pottia truncata*).

3.2. Dynamika gatunków będących trwałym elementem bryoflory parków

Wśród gatunków będących trwałym elementem bryoflory parków w ciągu minionych 11 lat wykazano różne trendy dynamiczne, wyróżnione na podstawie porównania liczby obiektów, w których występowały oraz liczby notowań. Przy czym żaden z nich nie wykazał dominacji. 37% trwałej bryoflory zachowało ten sam stan występowania. Pod względem ekologicznym jest to grupa zróżnicowana, złożona zarówno z gatunków leśnych, leśno-zaroślowych i łąkowych jak i mchów hemerofilnych, rozprzestrzenionych na terenach zabudowanych (m.in. Fudali 1994, 1996; Fojcik, Stebel 2001). 34% bryoflory (19 gatunków) zwiększyło liczbę obiektów i liczbę notowań w tym okresie. Jest to grupa niejednorodna, w której zaznacza się kilka podgrup różniących się zasięgiem i tempem ekspansji. Za wybitnie ekspansywne we wszystkich parkach można wskazać urbanofilne polisubstratowe mchy *Brachythecium rutabulum* i *Ceratodon purpureus*, które w roku 2011 wykazały dodatkowo tendencje epifityczne (wchodzenie na pnie drzew, wzrost liczby notowań na ziemi wokół korzeni drzew). Ekspansywny w parkach okazał się też *Orthotrichum diaphanum*, który w miastach występuje powszechnie na starych murkach betonowych (Fudali 1994, 1996) natomiast na terenach niezabudowanych zasiedla często pnie drzew. W roku 2011 we wrocławskich parkach odnotowano po raz pierwszy kilka wystąpień tego gatunku na korzeniach i pniach drzew.

Stalą ekspansję na peryferiach przy jednoczesnym spadku notowań w centrum wykazał natomiast inny ubikwistyczny mech *Amblystegium serpens*, który w roku 2011 masowo pojawił się w dolnych partiach pni klonów. Sześć gatunków mchów leśno-zaroślowych będących przez 11 lat trwałym elementem bryoflory peryferii (tab. 2) wykazało tendencję do stałej ekspansji w kierunku parków centrum. W roku 2006 zostały po raz pierwszy odnotowane w jednym z parków centrum a w roku 2011 wzrosła liczba ich notowań w tym parku, niektóre pojawiły się też w innych obiektach w centrum. Wyraźną intensyfikację fazy osiedlania, na razie wyłącznie poza centrum wykazało 6 gatunków leśnych i leśno-

zaroślowych (tab. 2). Taki sam udział w trwałej brioflorze parków (na poziomie 13%) mają gatunki wykazujące cechy regresji (czyli stały choć powolny spadek liczby notowań i stanowisk) jak i gatunki nazwane umownie „wędrowcami”, które przez cały analizowany okres występowały na terenie parków ale każdorazowo rejestrowane były w innych obiektach niż poprzednio. Wszystkie gatunki wykazujące cechy ustępowania to mchy leśno-zaroślowe lub łąkowe (w tym higrofity). Te grupy ekologiczne mchów uważane są za wrażliwe na presję urbanizacyjną (m.in. Schaepe 1986; Virchenko 1991; Müller 1993; Fudali 1997; Vanderpoorten 1997) ale okres 11 lat to za mało aby stwierdzić, czy zaobserwowana tendencja ma charakter kierunkowy. Tendencję do przemieszczania się w obrębie miasta bez zachowania wcześniejszych stanowisk i próby trwałego osiedlenia wykazują przede wszystkim gatunki siedlisk krótkotrwałych (związane ze zbutwiałym drewnem lub naziemne mchy zasiedlające miejsca zaburzone). Ten typ reakcji wynika więc z biologii tych gatunków oraz dostępności odpowiednich siedlisk.

4. Podsumowanie i wnioski

- W okresie 11 lat brioflora parków Wrocławia ulegała zmianom ilościowym i jakościowym. Stwierdzono ogólną zmienność składu gatunkowego na poziomie 27%, przy czym parki centrum okazały się znacznie bardziej podatne na zmiany – 48% ich brioflory uległo wymianie.
- W okresie objętym badaniami zaobserwowano łącznie występowanie 13 gatunków nie zarejestrowanych w roku 2000, w tym pojawienie się nowych gatunków epifitów. Z liczby 64 gatunków odnotowanych w roku 2000, w roku 2011 nie odnaleziono ponownie 8. Gatunki nie odnalezione różniły się ekologicznie.
- Gatunki trwale występujące w badanym okresie wykazały różne trendy dynamiczne: brak zmian liczby obiektów i notowań, przemieszczanie się w obrębie miasta bez zachowania wcześniejszych stanowisk, ustępowanie oraz rozprzestrzenianie się, zarówno w obrębie określonego parku jak i w obrębie miasta, w tym dodatkowo tendencję do ekspansji ekologicznej (czyli zajmowania nowych siedlisk).
- Przeprowadzone badania pokazują, że procesy zachodzące w brioflorze współczesnego miasta mają złożony i wielokierunkowy charakter, a zmiany dotyczą zarówno jej struktury gatunkowej jak i przestrzennej.

Literatura

- ERZBERGER P. 1998. Distribution of *Dicranum viride* and *Dicranum tauricum* in Hungary. – *Studia Bot. Hung.* **29**: 35–47.
- FOJCIK B. 1998. Nowe stanowiska *Dicranum tauricum* (Sapeg.) Z. Smirn. (Musci, Dicranaceae) w Polsce zachodniej i południowej. – *Acta Biol. Silesiana* **33**(50), *Prace Nauk. Uniw. Śląskiego* **1761**: 161–164.
- FOJCIK B, STEBEL A. 2001. Struktura ekologiczna i przestrzenna brioflory miasta Katowice. – *Centrum Dziedzictwa Przyrody Górnego Śląska, Materiały, Opracowania* **5**, Katowice, 128 ss.
- FUDALI E. 1994. Species diversity and spatial distribution of bryophytes in urban areas - a case study of the city of Szczecin. – *Fragm. Flor. Geobot.* **39**(2): 563–570.
- FUDALI E. 1996. Distribution of bryophytes in various urban-use complexes of Szczecin. – *Fragm. Flor. Geobot.* **41**(2): 717–745.
- FUDALI E. 1997. Przemiany brioflory Szczecina w minionym stuleciu. – *Fragm. Flor. Geobot. Polonica* **4**: 103–119.
- FUDALI E. 2001. Mszaki miejskich parków i cmentarzy Wrocławia. – *Przeł. Przyr.* **12**(1–2): 3–20.
- FUDALI E. 2005. Bryophyte species diversity and ecology in the parks and cemeteries of selected Polish cities. – *Wyd. AR, Wrocław*, 212 ss.
- FUDALI E. 2007. Tendencje dynamiczne w brioflorze miejskich parków - na przykładzie Wrocławia. – *Ann. Silesiae* **35**: 11–20.
- GREVEN H. C. 1986. Changes in the Dutch bryophyte flora and air pollution. – *Diss. Bot.* **194**, J. Cramer, Berlin-Stuttgart, 180 ss.
- HEGEWALD E. 1972. *Dicranum tauricum* Sap. I. Die Verbreitung in der Bundesrepublik Deutschland und angrenzenden Gebieten. – *Herzogia* **2**: 335–348.
- HEGEWALD E. 1991. Die Verbreitung von *Dicranum tauricum* in Nordeuropa. – *Lindbergia* **17**: 83–85.
- MÜLLER F. 1993. Studien zur Moss- und Flechtenflora der Stadt Halle/S. – *Limprichtia* **1**: 1–111.
- OCHYRA R., ŻARNOWIEC J., BEDNAREK-OCHYRA H. 2003. Census catalogue of Polish mosses. – *W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków*, 372 ss.
- RUSIŃSKA A., URBAŃSKI P. 1993. Nowe stanowiska *Dicranum tauricum* Sap. w Polsce północnej i zachodniej. – *Bad. Fizjogr. Pol. Zach, Ser. B* **42**: 221–223.
- SCHAEPE A. 1986. Veränderungen der Moosflora von Berlin (West). – *Bryophyt. Bibl.* **33**, 392 ss.
- STEBEL A. 2006. The mosses of the Beskidy Zachodnie as a paradigm of biological and environmental changes in the flora of the Polish Western Carpathians. – *Medical University of Silesia in Katowice, Habilitation thesis 17/2006, Katowice*, 320 ss.
- STEBEL A., PLAŠEK V. 2001. *Dicranoweissia cirrata* and *Orthodicranum tauricum* (Musci) in the Polish and Czech part of Upper Silesia - distribution and ecology. *Natura Silesiae Superioris* **5**: 31–31.

- SZWEYKOWSKI J. 2006. An annotated checklist of Polish liverworts and hornworts. – W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, 114 ss.
- VANDERPOORTEN A. 1997. A bryological survey of the Brussels capital region (Belgium). – *Scripta Bot. Belg.* **14**: 3–67.
- VIRCHENKO V.M. 1991. Changes in bryoflora of the Darnitsa Forest-Park (Kiev) for the last 100 years. – *Ukr. Bot. Zhurn.* **48**(1): 44–49.

Summary

The paper presents the preliminary results of an eleven-year-long study on changes in the species composition and spatial distribution of bryophytes in a modern city. Floristic and ecological data was collected three times (in 2000, 2006 and 2011) in fifteen urban parks in Wrocław. Results were compared to determine whether bryophytes can survive in urban environments, or whether they die off because of the constant pressure of urbanization. Other questions examined include whether bryophytes remain in the same habitats, or whether they change their spatial distribution; and whether new species appear, and what is their ecology? During the eleven year study period, there were only minor fluctuations in the number of bryophytic species present, with 64 species detected in 2000, 69 species in 2006, and 65 species in 2011. There were notable changes in species composition. The average level of species exchange was 27%, but was 48% in parks in the center of the city. During the study period, 13 new species were found that had not been found in 2000. They were mainly epiphytes. Of the 64 species reported in 2000, eight species were not detected in 2011. These eight species were ecologically diverse. Species that were found throughout the study period showed distinct dynamic trends: no noticeable changes in the number of sites on which the species was found, or in the number of individual plants found; translocation among the various parks with no tendency to colonize; disappearance of the species; and spreading, both within the individual parks and within the whole city. Some species also tended to colonize new habitat types in recent years. Based on the results of the study, contemporary changes in urban bryoflora are rather complex, and the species and spatial structures of the bryophyte flora are dynamic.