

*Wanda BACIECZKO, Agnieszka BORCZ, Agnieszka KOCHANEK-FELUSIAK*

## **THE SYNANTHROPIC FLORA OF THE ROADSIDES OF SELECTED NEW AND MODERNIZED HIGHWAYS IN SZCZECIN AND ITS SIGNIFICANCE FOR THE CITY**

## **FLORA SYNANTROPIJNA PRZYDROŻY NA WYBRANYCH NOWO POWSTAŁYCH I ZMODERNIZOWANYCH ARTERIACH KOMUNIKACYJNYCH W SZCZECINIE I JEJ ZNACZENIE DLA MIASTA**

Department of Meteorology and Landscape Architecture, West Pomeranian University of Technology,  
Szczecin, Poland

**Streszczenie.** Niniejsza praca przedstawia wyniki badań nad florą synantropijną przydroży nowych i zmodernizowanych arterii komunikacyjnych w Szczecinie i jej znaczenie dla miasta. Budowa i modernizacja dróg jest czynnikiem stymulującym rozwój gospodarczy i ma istotny wpływ na krajobraz. Jednakże powodują one również negatywne zmiany w środowisku, przyczyniając się m.in. do fragmentaryzacji siedlisk, niszczenia wielu cennych ekosystemów oraz pogorszenia jakości gleb. Mimo że przydroża poddane są tak silnej presji, cechują się dużą różnorodnością gatunkową. Na przydrożach 5 wybranych nowo powstałych ciągów komunikacyjnych w Szczecinie zidentyfikowano 194 gatunki roślin, należące do 2 gromad, 4 klas, 46 rodzin i 143 rodzajów. W składzie florystycznym badanych przydroży odnotowano 2 gatunki znajdujące się pod częściową ochroną prawną oraz 1 gatunek będący pod ochroną ścisłą. Analiza ekologiczna flory i jej zróżnicowanie wykazały, że dominującą formą są hemikryptofity. Tym samym zdecydowaną większość we florze synantropijnej badanych przydroży stanowią gatunki trwałe – byliny. Flora synantropijna przydroży pełni istotne funkcje w krajobrazie miejskim. Ze względu na swe walory estetyczne może być wykorzystana do kształtowania terenów zieleni.

**Key words:** highways, roadsides, synanthropic flora, Szczecin.

**Słowa kluczowe:** arterie komunikacyjne, flora synantropijna, przydroża, Szczecin.

## **INTRODUCTION**

Construction and modernization of roads is a factor that affects the economic development and the landscape of Poland. The necessity of travelling between places is caused by civilization needs and it affects transport as a dynamically developing branch of economy. Each road investment also affects changes in spatial organization. They are well seen in the places localized in the neighborhood of newly built or modernized roads. The effects of those changes are e.g. disturbances of ecosystems functions, exhaust gases

emission, significant modifications of the biotope, intersection of ecological corridors and migratory tracks of animals. Built-up areas have been the focus of attention of the naturalists for many years and the synanthropization process of flora and plant communities have been the subject of the investigations conducted by many botanists. Intensive development of the researches concerning the synanthropic flora was observed in the second half of the twentieth century. They were conducted mainly in great and middle cities (Krawiecowa 1951; Hryniewiecki 1954; Fijałkowski 1963, 1967; Schwarz 1967; Ćwikliński 1970; Michalak 1970; Misiewicz 1971, 1981; Anioł-Kwiatkowska 1974; Hanz 1974; Sowa 1974; Szmajda 1974; Trzcńska-Tacik 1979; Święs 1985; Sudnik-Wójcikowska 1987; Jackowiak 1990, 1993; Tokarska-Guzik and Rostański 1997, 1998; Tokarska-Guzik 2000; Bacieczko 2002; Juśkiewicz-Swaczyna and Endler 2003). Roadside alleys and problems of their protection (Kubus 2008a, b, 2010, 2012; Liżewska and Zwierowicz 2009; Gamrat et al. 2009; Tomaszewska and Bogdańska 2011; Winiarski and Janeczko 2011; Podolska 2013), selected species of roadsides (Piórek 2005a, b; Ciosek et al. 2007), flora situated next to railway lines (Sowa 1966; Maciejczak 1993; Sudnik-Wójcikowska 2001; Wrzesień 2003; Warcholińska 2005; Klera and Bacieczko 2013) have been examined precisely so far. Currently also projects of the new roadside plantings are an interesting problem (Bugala and Bojarczuk 1997; Wójcicki 1997; Zajączkowski 1999, 2001; Nowakowska 2008, 2006; Kubus and Nowakowska 2009; Kubus et al. 2009). Although intensified studies have been conducted, the synanthropic flora of roadsides of the main roads has not been the subject of thorough research yet. However, a few articles regarding that subject show that roadsides are characterized by the wide floristic spectrum (Ratyńska 2003, 2011; Bacieczko and Szawejko 2004a, b, c; Wróbel 2005, 2006; Bacieczko et al. 2007; Trzaskowska 2008; Piórek and Krechowski 2010, 2011; Trąba and Wolański 2011).

The aim of the research is to identify and to analyze the synanthropic flora of the roadsides of five selected new and modernized main roads of Szczecin with regard to the ecological and geographical-historical spectrum, and its adaptations to unfavorable habitat, as well as to show the importance of the synanthropic flora for the city.

## MATERIAL AND METHODS

The synanthropic flora of the roadsides of five selected new and modernized main roads of Szczecin i.e. Taczaka Street, Południowa Street, Wszystkich Świętych Street, Jana z Kolna Street and Europejska Street was the subject of the investigations. The research was conducted during vegetation period of the years 2012–2013. Floristic registers were the base for further analysis. Following information was given for each species in the flora register shown in Table 1:

1. Botanical name of the species according to Mirek et al. (2002), for the trees and shrubs according to Seneta and Dolatowski (2006), systematic position and order of the species in the table follows taxonomical system according to Rutkowski (2007).
2. Name of the highway.
3. The Raunkiaer classification of life form according to Rutkowski (2007).
4. Duration of the life cycle of the species according to Szafer et al. (1976).

Table. 1. The index and characteristic of the species of the synanthropic flora of the selected highway roadsides in Szczecin  
Tabela 1. Wykaz i charakterystyka flory synantropijnej wybranych przydroży arterii komunikacyjnych Szczecina

Species name Nazwa gatunkowa	Taczaka Rd. Taczaka	Południowa Rd. Południowa	Wszystkich Świętych St. Wszystkich Świętych	Jana z Kolna Rd. Jana z Kolna	Europejska Rd. Europejska	Life from Formy życiowe	Durability of burgeon Trwałość gatunku	Geographic-historical groups Grupa geograficzno-historyczna	Range group Grupa zasięgowa	Origin of antropophytes Pochodzenie antropofitów	Climatic group Grupa klimatyczna	Sociological-ecological group Grupa socjologiczno-ekologiczna	The protected species Gatunki chronione	Invasive species Gatunki inwazyjne
1	2			3	4	5	6	7	8	9	10	11		
<b>PTERIDOPHYTA</b>														
SPHENOPSIDA														
<b>Equisetaceae</b>														
<i>Equisetum arvense</i> L.	+	+	+			G	B	Ap	CB		K-3	Agro		
FILICOPSIDA														
<b>Athyriaceae</b>														
<i>Matteuccia struthiopteris</i> (L.) Tod.			+			H	B	Ergf	CB	E/Az	K-3	Q-F	!!	
<b>SPERMATHOPHYTA</b>														
PINOPSIDA														
<b>Pinaceae</b>														
<i>Larix decidua</i> Mill.					+	M	D	Ergf	E	E	K-3	br		
<i>Pinus sylvestris</i> L.					+	M	D	Ap	ES		K-3	V-P		
ANGIOSPERMAE														
DICOTYLEDONES (MAGNOLIOPSIDA)														
<b>Salicaceae</b>														
<i>Salix fragilis</i> L.	+					M	D	Sp	M-ES-IT		K-3	Sp		
<i>Salix alba</i> L. ssp. <i>alba</i>	+					M	D	Ap	M-ES-IT		K-3	Sp		
<b>Juglandaceae</b>														
<i>Juglans regia</i> L.	+	+				M	D	Epek	M-ES-IT	Am	K-2	br		+

Table. 1. The index and characteristic of the species of the synanthropic flora of the selected highway roadsides in Szczecin (cont.)

Tabela 1. Wykaz i charakterystyka flory synantropijnej wybranych przydroży arterii komunikacyjnych Szczecina (cd.)

1	2				3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Betulaceae</b>													
<i>Betula pendula</i> Roth	+				M	D	Ap	ES		K-3/K-4	Ea		
<b>Ulmaceae</b>													
<i>Ulmus minor</i> Mill.	+				M	D	Sp	E		K-3	Q-F		
<b>Urticaceae</b>													
<i>Urtica urens</i> L.	+				T	JR	Arch	KOSM	Śródz	K-3	Sm		
<i>Urtica dioica</i> L.	+	+	+	+	+	H	B	Ap	M-CB		K-3	Av	
<b>Polygonaceae</b>													
<i>Polygonum aviculare</i> L.	+	+	+	+	+	T	JR	Ap	KOSM		K-3	Sm	
<i>Polygonum amphibum</i> L. f. <i>terrestre</i>	+	+				H	B	Ap	CB		K-3	br	
<i>Polygonum lapathifolium</i> L. subsp. <i>lapathifolium</i>			+	+		T	JR	Ap	KOSM		K-3	Bt	
<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) A. Löve			+			T	JR	Arch	KOSM	Az	K-3	Sm	
<i>Reynoutria japonica</i> Houtt.	+		+			G	B	Epek	OAS	Az	K-3	br	++
<i>Reynoutria sachalinensis</i> (F. Schmidt) Nakai	+					G	B	Epek	OAS	Az		br	++
<i>Rumex acetosella</i> L.	+					G	B	Ap	M-CB		K-3	M-A	
<i>Rumex acetosa</i> L.	+	+		+	+	H	B	Ap	M-CB		K-3	Kg-Cc	
<i>Rumex thyrsiflorus</i> Fingerh.	+	+			+	H	B	Ap	ES		K-4	Av	
<i>Rumex obtusifolius</i> L.			+			H	B	Ap	E		K-3	Av	
<i>Rumex crispus</i> L.	+	+			+	H	B	Ap	ES		K-3	M-A	
<b>Chenopodiaceae</b>													
<i>Chenopodium rubrum</i> L.		+	+	+		T	JR	Ap	M-CB		K-3	Bt	
<i>Chenopodium album</i> L.		+	+	+		T	JR	Ap	KOSM		K-3	Sm	
<i>Atriplex patula</i> L.			+			T	JR	Ap	M-ES		K-3	Sm	
<b>Amaranthaceae</b>													
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.		+	+			T	JR	Epek	M-CB	Am	K-3	Br	++

Table. 1. The index and characteristic of the species of the synanthropic flora of the selected highway roadsides in Szczecin (cont.)

Tabela 1. Wykaz i charakterystyka flory synantropijnej wybranych przydroży arterii komunikacyjnych Szczecina (cd.)

1	2			3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Caryophyllaceae</b>												
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	+	+	+	T	JR	Ap	KOSM		K-3	Sm		
<i>Cerastium holosteoides</i> Fr. Em. Hyl.	+	+		+	Ch	B	Ap	KOSM		K-3	M-A	
<i>Melandrium album</i> (Mill.) Garcke	+	+	+	+	T	JR	Arch	ES	E	K-3	Av	
<i>Saponaria officinalis</i> L.	+	+			H	B	Ap	ES		K-3	Av	
<b>Ranunculaceae</b>												
<i>Ranunculus repens</i> L.	+	+	+	+	H	B	Ap	ES		K-3	M-A	
<i>Ranunculus acris</i> L. s. s.	+				H	B	Ap	ES		K-3	M-A	
<b>Papaveraceae</b>												
<i>Papaver argemone</i> L.	+	+			T	JR	Arch	M-E	Sit	K-3	Sm	
<i>Papaver rhoeas</i> L.	+	+			T	JR	Arch	M-E-IT	Sit	K-3	Sm	
<i>Chelidonium majus</i> L.			+		H	B	Ap	ES		K-3	Av	
<b>Cruciferae (Brassicaceae)</b>												
<i>Sisymbrium officinale</i> (L.) Scop.	+				T	JR	Arch	M-ES	Sit	K-3	Sm	
<i>Sisymbrium loeselii</i> L.	+	+	+	+	H	DL	Epek	E-IT	Sit	K-3	Sm	
<i>Alliaria petiolata</i> (M. Bieb.) Cavara & Grande			+		H	DL	Ap	ES-IT		K-3	Av	
<i>Arabis thaliana</i> (L.) Heynh.			+		T	JR	Ap	KOSM		K-3	Sm	
<i>Bunias orientalis</i> L.	+	+		+	H	DL	Hem	ES-IT	E/Az	K-4	Agro	++
<i>Erysimum cheiranthoides</i> L.			+		H	DL	Ap	ES		K-3	Av	
<i>Armoracia rusticana</i> P. Gaertn., B. Mey. & Scherb.	+	+	+		G	B	Arch	M-E-P	E	K-3	Av	
<i>Berteroa incana</i> (L.) DC.	+	+	+		T	JR	Ap	E-IT		K-3	Av	
<i>Capsela bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	+	+	+	+	T	JR	Arch	KOSM	Sit	K-3	br	
<i>Lepidium ruderale</i> L.			+		T	JR	Arch	M-ES-IT	E/Az	K-3	Sm	
<i>Diplotaxis muralis</i> (L.) DC.		+	+		T	JR	Epek	E	Sit	K-4	br	+
<i>Brassica napus</i> L.			+	+	T	JR	Ergf	M	Sit	K-3	br	
<i>Sinapis arvensis</i> L.		+	+		T	JR	Arch	M-ES	Sit	K-3	Sm	

Table. 1. The index and characteristic of the species of the synanthropic flora of the selected highway roadsides in Szczecin (cont.)

Tabela 1. Wykaz i charakterystyka flory synantropijnej wybranych przydroży arterii komunikacyjnych Szczecina (cd.)

1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11		
<b>Resedaceae</b>													
<i>Reseda lutea</i> L.		+	+		H	B	Ap	M-E-IT		K-3	Av		
<b>Crassulaceae</b>													
<i>Sedum acre</i> L.		+		+	C	B	Ap	E		K-3	Kg-Cc		
<b>Rosaceae</b>													
<i>Rubus caesius</i> L.		+	+		+	N	K	Ap	ES-IT	K-3	R-P		
<i>Rubus plicatus</i> W. et N.			+		N	K	Sp	E		K-3	R-P		
<i>Rosa rugosa</i> Thunb.		+			+	N	K	Epek	OAS	Az	K-3	br	+
<i>Rosa canina</i> L.		+		+		N	K	Ap	M-E-IT		K-3	R-P	
<i>Potentilla anserina</i> L.			+	+		+	H	B	Ap	KOSM	K-3	M-A	
<i>Potentilla reptans</i> L.		+	+	+	+	+	H	B	Ap	M-E-IT	K-3	M-A	
<i>Potentilla argentea</i> L. s. s.		+				H	B	Ap	E-IT		K-3	Kg-Cc	
<i>Potentilla heptaphylla</i> L.					+	H	B	Ap	E		K-3	T-G	
<i>Fragaria vesca</i> L.					+	H	B	Ap	CB		K-3	Ea	
<i>Pyrus communis</i> L.		+				M	D	Ap	E		K-3	br	
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.			+			N	K	Ap	M-E-IT		K-3	R-P	
<i>Padus serotina</i> (Ehrh.) Borkh.		+				M	D	Holag	AM	Am	K-3	br	++
<b>Fabaceae</b>													
<i>Lupinus polyphyllus</i> Lindley			+			H	B	Hem	AM	Am	K-3	br	++
<i>Robinia pseudacacia</i> L.		+	+	+		M	D	Holag	AM	Am	K-3	br	++
<i>Astragalus glycyphyllos</i> L.		+				H	B	Ap	ES		K-3	T-G	
<i>Vicia sepium</i> L.			+			H	B	Sp	ES		K-3	T-G	
<i>Vicia sativa</i> L.		+	+			T	JR	Arch	M-ES	Sit	K-3	Sm	
<i>Vicia angustifolia</i> L.				+		T	JR	Arch	ES	E	K-3	Sm	
<i>Vicia hirsuta</i> (L.) S. F. Gray					+	T	JR	Arch	ES	Śródz	K-3	Sm	
<i>Vicia cracca</i> L.		+	+	+		+	H	B	Ap	ES	K-3	M-A	
<i>Vicia tenuifolia</i> Roth		+				H	B	Sp	ES-P		K-3	T-G	
<i>Lathyrus pratensis</i> L.					+	H	B	Ap	KOSM		K-3	M-A	

Table. 1. The index and characteristic of the species of the synanthropic flora of the selected highway roadsides in Szczecin (cont.)

Tabela 1. Wykaz i charakterystyka flory synantropijnej wybranych przydroży arterii komunikacyjnych Szczecina (cd.)

1	2				3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Lathyrus tuberosus</i> L.	+				H	B	Arch	M-P-IT	Sit	K-3	Sm		
<i>Melilotus alba</i> Medik.	+		+		H	DL	Ap	M-P-IT		K-3	Av		
<i>Medicago falcata</i> L.	+	+	+		H	B	Ap	M-IT		K-3	T-G		
<i>Medicago sativa</i> L.	+	+	+	+	H	B	Epek	M-IT	Az	K-3	br		
<i>Medicago lupulina</i> L.	+	+	+	+	T	JR	Ap	KOSM		K-3	br		
<i>Trifolium repens</i> L.	+	+	+	+	H	B	Ap	KOSM		K-3	M-A		
<i>Trifolium hybridum</i> L.	+				H	B	Ap	E		K-3	M-A		
<i>Trifolium pratense</i> L.	+	+	+	+	H	B	Ap	M-E-IT		K-3	M-A		
<i>Trifolium arvense</i> L.	+				T	JR	Ap	M-ES		K-3	Kg-Cc		
<i>Lotus corniculatus</i> L.	+	+	+	+	H	B	Ap	KOSM		K-3	M-A		
<i>Coronilla varia</i> L.	+				H	B	Ap	M-E		K-3	T-G		
<b>Geraniaceae</b>													
<i>Geranium pusillum</i> Burm. F. ex L.	+	+	+	+	+	T	JR	Arch	E-IT	Sit	K-3	Sm	
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L' Her.	+			+	+	T	JR	Ap	KOSM		K-3	Br	
<b>Euphorbiaceae</b>													
<i>Euphorbia peplus</i> L.	+			+	+	T	JR	Arch	KOSM	Sit	K-3	Sm	
<b>Aceraceae</b>													
<i>Acer negundo</i> L.	+	+			+	M	D	Holag	AM	Am	K-3	Br	++
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	+		+	+	+	M	D	Sp	E		K-3	KPN	
<b>Balsaminaceae</b>													
<i>Impatiens parviflora</i> DC.	+			+	+	T	JR	Holag	OAS	Az	K-3	Av	++
<b>Malvaceae</b>													
<i>Malva alcea</i> L.	+				+	H	B	Arch	M-E	E	K-3	Av	
<i>Malva neglecta</i> Wallr.	+	+			+	H	B	Arch	ES-IT	Sit	K-3	Sm	
<i>Malva sylvestris</i> L.	+		+	+	+	H	B	Arch	M-E-IT	Sit	K-3	Av	
<b>Clusiaceae (Guttiferae)</b>													
<i>Hypericum perforatum</i> L.	+	+	+			+	H	B	Ap	M-ES	K-3	br	

Table. 1. The index and characteristic of the species of the synanthropic flora of the selected highway roadsides in Szczecin (cont.)

Tabela 1. Wykaz i charakterystyka flory synantropijnej wybranych przydroży arterii komunikacyjnych Szczecina (cd.)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Violaceae</b>										
<i>Viola arvensis</i> Murray	+		T	JR	Arch	M-ES	Sit	K-3	Sm	
<b>Cucurbitaceae</b>										
<i>Echinocystis lobata</i> (Michx) Torrey et A. Gray	+		T	JR	Holag	AM	Am	K-3	br	++
<b>Onagraceae (Oenotheraceae)</b>										
<i>Oenothera biennis</i> L. s. s.	+	+	H	DL	Ap	CB		K-3	Av	
<i>Epilobium hirsutum</i> L.	+		H	B	Ap	KOSM		K-3	Av	
<b>Cornaceae</b>										
<i>Cornus alba</i> L.			+	N	K	Ergf	ES	E/Az	K-3	br
<b>Araliaceae</b>										
<i>Hedera helix</i> L.	+	+		L	K	Sp	M-sOZ		K-2/K-3	br !
<b>Apiaceae (Umbelliferae)</b>										
<i>Chaerophyllum temulum</i> L.	+	+		H	DL	Ap	M-E		K-3	Av
<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm.	+	+		H	B	Ap	KOSM		K-3	Av
<i>Aegopodium podagraria</i> L.	+	+		H	B	Ap	ES		K-3	Q-F
<i>Pastinaca sativa</i> L.		+	+	H	DL	Ap	M-E-IT		K-3	M-A
<i>Falcaria vulgaris</i> Bernh.		+		H	DL	Ap	E-P-IT		K-3	Agro
<i>Heracleum sibiricum</i> L.	+		+	+	H	B	Ap	E	K-3	br
<i>Daucus carota</i> L.	+	+	+	+	H	DL	Ap	KOSM	K-3	M-A
<b>Plumbaginaceae</b>										
<i>Armeria maritima</i> subsp. <i>elongata</i> (Hoffm.) Bonnier			+	H	B	Ap	E		K-2/K-3	Kg-Cc
<b>Oleaceae</b>										
<i>Syringa vulgaris</i> L.	+			N	K	Epek	E	E/Az		br
<i>Ligustrum vulgare</i> L.	+			N	K	Ergf	E	E/Az	K-3	R-P
<b>Rubiaceae</b>										
<i>Galium mollugo</i> L.		+		H	B	Ap	ES		K-3	M-A



Table. 1. The index and characteristic of the species of the synanthropic flora of the selected highway roadsides in Szczecin (cont.)

Tabela 1. Wykaz i charakterystyka flory synantropijnej wybranych przydroży arterii komunikacyjnych Szczecina (cd.)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
<b>Convolvulaceae</b>											
<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br.	+	+	+		H	B	Ap	KOSM		K-3	Av
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	+	+	+	+	H	B	Ap	KOSM		K-3	Agro
<b>Boraginaceae</b>											
<i>Echium vulgare</i> L.	+	+	+	+	H	DL	Ap	E		K-3	Av
<i>Anchusa officinalis</i> L.	+	+	+	+	H	B	Arch	E-P	E/Az	K-3	Av
<i>Myosotis stricta</i> Link ex Roem. & Schult.			+		T	JR	Ap	E		K-3	br
<b>Lamiaceae (Labiatae)</b>											
<i>Ajuga reptans</i> L.			+		H	B	Sp	E		K-3	br
<i>Lamium purpureum</i> L.			+	+	T	JR	Arch	E	Sit	K-3	Sm
<i>Ballota nigra</i> L.	+	+	+	+	H	B	Arch	M-E-P	Sit	K-4	Av
<i>Mentha arvensis</i> L.			+		H	B	Ap	KOSM		K-3	br
<b>Solanaceae</b>											
<i>Physalis alkekengi</i> L.			+		G	B	Ergf	E-OAS	E/Az	K-3	br
<i>Solanum nigrum</i> L. Em. Mill.				+	T	JR	Arch	KOSM	E	K-3	Sm
<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.				+	T	JR	Ergf	AM	Am	K-3	br
<b>Scrophulariaceae</b>											
<i>Verbascum densiflorum</i> Bertol.	+				H	DL	Ap	E		K-3	Av
<i>Linaria vulgaris</i> Mill.			+		G	B	Ap	ES		K-3	Av
<i>Veronica arvensis</i> L.	+				T	JR	Arch	M-E-IT	E	K-3	Sm
<i>Veronica hederifolia</i> L. s. s.				+	T	JR	Ap	M-E-IT		K-3	Sm
<b>Plantaginaceae</b>											
<i>Plantago media</i> L.	+	+		+	H	B	Ap	ES-IT		K-3	F-B
<i>Plantago major</i> L.	+	+	+	+	H	B	Ap	KOSM		K-3	br
<i>Plantago lanceolata</i> L.	+	+	+	+	H	B	Ap	M-ES-IT		K-3	M-A
<b>Caprifoliaceae</b>											
<i>Sambucus nigra</i> L.	+	+			N	K	Ap	E		K-3	Ea
<i>Symphoricarpos albus</i> (L.) S. F. Blake	+				N	K	Epek	AM	Am	K-3	br

Table. 1. The index and characteristic of the species of the synanthropic flora of the selected highway roadsides in Szczecin (cont.)

Tabela 1. Wykaz i charakterystyka flory synantropijnej wybranych przydroży arterii komunikacyjnych Szczecina (cd.)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11					
<b>Dipsacaceae</b>															
<i>Dipsacus sylvestris</i> Hudson	+				H	DL	Ap	M-E		K-3	Av				
<i>Knautia arvensis</i> (L.) J. M. Coult.	+				H	B	Ap	ES		K-3	M-A				
<b>Asteraceae</b>															
<i>Solidago virgaurea</i> L. s. s.					+	H	B	Sp	KOSM		K-3	Q-F			
<i>Solidago gigantea</i> Aiton		+	+			H	B	Epek	E-AM	Am	K-3	Av	++		
<i>Solidago canadensis</i> L.		+	+	+		H	B	Epek	E-AM	Am	K-3	Av	++		
<i>Bellis perennis</i> L.					+	+	H	B	Sp	M-sOZ		K-3	M-A		
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.		+	+	+		+	H	B	Epek	E-AM	Am	K-3	br	++	
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist		+	+	+	+	+	T	JR	Epek	E-AM	Am	K-3	Sm	++	
<i>Helichrysum arenarium</i> (L.) Moench		+					H	B	Ap	ES		K-3	Kg-Cc	!	
<i>Helianthus tuberosus</i> L.		+					+	G	B	Epek	E-AM	Am	K-3	Br	++
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.							+	T	JR	Epek	KOSM	Am	K-3	Sm	++
<i>Cosmos bipinnatus</i> Cav.							+	T	JR	Ergf	AM	Am	K-3	Sm	
<i>Achillea millefolium</i> L.		+	+	+	+	+	H	B	Ap	ES		K-3	M-A		
<i>Matricaria maritima</i> L. subsp. <i>inodora</i> (L.) Dostál							+	H	B	Arch	ES	Az	K-3	Sm	
<i>Chamomilla recutita</i> (L.) Rauschert		+					+	T	JR	Arch	M-E	Śródz	K-3	Sm	
<i>Chamomilla suaveolens</i> (Pursch) Rydb.							+	T	JR	Epek	M-CB	Az	K-3	M-A	
<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam. S. S.							+	H	B	Ap	ES		K-3	Av	
<i>Tanacetum vulgare</i> L.		+	+	+	+	+	H	B	Ap	M-ES			K-3	Av	
<i>Artemisia absinthium</i> L.							+	C	B	Arch	IT	Sit	K-3	Av	
<i>Artemisia vulgaris</i> L.		+	+	+	+	+	C	B	Ap	M-ES			K-3	Av	
<i>Artemisia campestris</i> L.							+	Ch	B	Ap	M-ES		K-3	F-B	
<i>Tussilago farfara</i> L.							+	G	B	Ap	ES		K-3	Sm	
<i>Senecio vulgaris</i> L.							+	T	JR	Arch	M-E	Śródz	K-3	br	
<i>Senecio jacobaea</i> L.		+	+	+	+	+	H	B	Ap	ES			K-3	br	

Table. 1. The index and characteristic of the species of the synanthropic flora of the selected highway roadsides in Szczecin (cont.)

Tabela 1. Wykaz i charakterystyka flory synantropijnej wybranych przydroży arterii komunikacyjnych Szczecina (cd.)

1	2				3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Arctium tomentosum</i> Mill.	+	+	+	+	H	DL	Ap	M-ES		K-3	Av		
<i>Arctium lappa</i> L.			+		H	DL	Ap	M-ES		K-3	Av		
<i>Carduus crispus</i> L.		+	+	+	H	DL	Ap	ES		K-3	Av		
<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.				+	H	DL	Ap	M-ES		K-3	Av		
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	+	+	+	+	G	B	Ap	M-ES		K-3	Av		
<i>Picris hieracioides</i> L.		+	+	+	H	B	Ap	M-ES		K-3	Av		
<i>Cichorium intybus</i> L.	+	+	+	+	H	B	Arch	M-ES-IT	Sit	K-3	Av		
<i>Tragopogon pratensis</i> L. s. s.		+			H	DL	Ap	M-E		K-3	M-A		
<i>Sonchus oleraceus</i> L.			+	+	T	JR	Arch	M-ES	Śródz	K-3	Sm		
<i>Centaurea jacea</i> L.		+		+	H	B	Ap	E		K-3	M-A		
<i>Leontodon autumnalis</i> L.	+	+	+	+	H	B	Ap	ES		K-3	M-A		
<i>Lactuca serriola</i> L.		+			H	DL	Arch	M-ES-IT	Sit	K-3	Sm		
<i>Taraxacum officinale</i> F. H. Wigg.	+	+	+	+	H	B	Ap	M-E-		K-3	M-A		
<i>Crepis biennis</i> L.	+				H	DL	Ap	E		K-4	M-A		
<i>Hieracium pilosella</i> L.	+		+		H	B	Ap	E		K-3	N-C		
MONOCOTYLEDONES													
<b>Liliaceae</b>													
<i>Asparagus officinalis</i> L.	+				G	B	Ap	M-P-IT		K-3	F-B		
<b>Poaceae</b>													
<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.			+	+	H	B	Ap	M-ES		K-3	M-A		
<i>Festuca rubra</i> L. s. s.	+	+			H	B	Ap	CB		K-3	M-A		
<i>Lolium perenne</i> L.	+	+	+	+	H	B	Ap	M-E		K-3	M-A		
<i>Poa annua</i> L.	+		+	+	T	JR	Ap	KOSM		K-3	br		
<i>Poa pratensis</i> L.	+		+		H	B	Ap	CB		K-3	M-A		
<i>Poa angustifolia</i> L.	+				H	B	Sp	E		K-3	Agro		
<i>Dactylis glomerata</i> L.	+	+	+	+	H	B	Ap	ES		K-3	M-A		

Table. 1. The index and characteristic of the species of the synanthropic flora of the selected highway roadsides in Szczecin (cont.)

Tabela 1. Wykaz i charakterystyka flory synantropijnej wybranych przydroży arterii komunikacyjnych Szczecina (cd.)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
<i>Bromus sterilis</i> L.	+	T	JR	Arch	M-E-IT	Sit	K-3	Sm				
<i>Bromus inermis</i> Leyss.	+	H	B	Ap	CB		K-3	F-B				
<i>Bromus hordaceus</i> L.	+	H	DL	Ap	M-ES		K-3	M-A				
<i>Agropyron repens</i> (L.) P. Beauv.	+	G	B	Ap	M-ES		K-3	M-A				
<i>Hordeum murinum</i> L.	+	+	+	+	T	JR	Arch	M-E-IT	Sit	K-2	Sm	
<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P. Beauv. ex J. Presl & C. Presl	+	+			H	B	Ap	E		K-3	M-A	
<i>Holcus lanatus</i> L.	+	+			H	B	Ap	M-E		K-3	M-A	
<i>Agrostis capillaris</i> L.	+	+			H	B	Ap	ES		K-3	N-C	
<i>Agrostis stolonifera</i> L.		+			H	B	Ap	ES		K-3	M-A	
<i>Calamagrostis epigejos</i> (L.) Roth	+	+	+	+	G	B	Ap	KOSM		K-3	Ea	
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	+	+			Hy	B	Sp	KOSM		K-3	P	
<i>Eragrostis minor</i> Host		+	+		T	JR	Epek	KOSM	Sit	K-3	Sm	
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. B.	+				T	JR	Arch	KOSM	Az	K-3	Sm	++
<i>Setaria viridis</i> (L.) P. B.	+				T	JR	Arch	M-ES-IT	Śródz	K-3	Sm	++
<b>Cyperaceae</b>												
<i>Carex vulpina</i> L.	+				H	B	Ap	M-ES		K-3	P	
<i>Carex hirta</i> L.	+		+		G	B	Ap	M-E		K-3	M-A	

Explanations – objaśnienia:

Column 1 – Kolumna 1 – Species name – Nazwa gatunkowa.

Column 2 – Kolumna 2 – Highways – Arterie komunikacyjne.

Column 3 – Kolumna 3 – Life forms – Formy życiowe: C – herbaceous chamaephyte – chamefit niezdrewniały, Ch – ligneous chamaephyte – chamefit zdrewniały, G – geophyte – geofit, H – hemicryptophyte – hemikryptofit, Hy – hydrophyte, helophyte – hydrofit, helofit, N – nanophanerophyte – nanofanerofit, M – megaphanerophyte – megafanerofit, T – terophyte – terofit, L – liana – liana.

Column 4 – Kolumna 4 – Burgeons durability – Trwałość pędów: D – tree – drzewo, K – shrub – krzew, B – perennial – bylina, JR – annual plant – roślina jednoroczna, DL – biennial plant – roślina dwuletnia.

Column 5 – Kolumna 5 – Geographical-historical group – Grupa geograficzno-historyczna: ap. – apophyte – apofit, arch. – archaeophyte – archeofit, efem. – efemerophyte – efemerofit, epek. – epocophyte – epekofit, hem. – hemiagriophyte – hemiagriofit, holag. – holoagriophyte – holoagriofit, sp. – spontaneophyte – spontaneofit.

Column 6 – Kolumna 6 – Geographical range group – Grupa zasięgowa: AM – boreoamerican subelement – podelement boreoamerykański, CB – circumboreal subelement – podelement cyrkumborealny, E – central European geographical group – grupa geograficzna środkowoeuropejska, ES – eurosiberian subelement – podelement eurosyberyjski, IT – iran-turanic subelement – element irano-turański, KOSM – cosmopolitan element – element kosmopolityczny, M – mediterranean subelement – element śródziemnomorski, OAS – easternasian subelement – podelement wschodnioazjatycki.

Column 7 – Kolumna 7 – Origin of antrophytes – Pochodzenie antropofitów: E – european – europejskie, Am – american – amerykańskie, Śród – mediterranean – śródziemnomorskie, Sit – mediterranean-irano-turanian – śródziemnomorsko-irano-turańskie, Az – asian – azjatyckie, E/Az – eurasian – europejsko-azjatyckie.

Column 8 – Kolumna 8 – Climatic group – Grupa klimatyczna: K-2 – species occurring mostly western part of Poland (oceanic climate influence domination) – gatunek rosnący najczęściej w zachodniej części Polski (przewaga wpływu klimatu oceanicznego), K-3 – species occurring both in atlantic and continental part of Poland – gatunek rosnący zarówno w atlantyckiej, jak i kontynentalnej części Polski, K-4 – species occurring mostly on the eastern part of Poland (continental climate influence domination) – gatunek rosnący najczęściej we wschodniej części Polski (przewaga wpływu klimatu kontynentalnego).

Column 9 – Kolumna 9 – Sociological-ecological group – Grupa socjologiczno-ekologiczna: P – Phragmitetea australis, Bt – Bidentea tripartitii, M-A – Molinio-Arrhenatheretea, F-B – Festuco-Brometea, Kg-Cc – Koelerio glaucae-Corynephoretea canescentis, T-G – Trifolio-Geranietea sanguinei, R-P – Ramno-Prunetea, Sc – Salicetea purpureae, Ea – Epilobietea angustifolii, N-C – Nardo-Callunetea, Q-F – Querco-Fagetea, V-P – Vaccinio-Piceetea, Av – Artemisietea vulgaris, Sm – Stellarietea mediae, Agro – Agropyretea intermedio-repentis, br – species with undefined phytosociological affiliation – gatunki bez określonej przynależności syn taksonomicznej.

Column 10 – Kolumna 10 – The protected species – Gatunki chronione: ! – partially protected species – gatunek objęty ochroną częściową, !! – species under strict legal protection – gatunek objęty ochroną ścisłą.

Column 11 – Kolumna 11 – Invasive species – Gatunki inwazyjne: ++ – species invasive in national range – gatunki inwazyjne w kraju, + – species invasive in regional range – gatunki inwazyjne w skali regionalnej.

5. Historical-geographical group according to Kornaś (1968), Jackowiak (1990), Chmiel (1993), Żukowski and Jackowiak (1995), Tokarska-Guzik et al. (2012).
6. Geographical ranges classification according to Chmiel (1993).
7. Anthropophytes' origin according to Kornaś (1968), Jackowiak (1990), Chmiel (1993), Żukowski and Jackowiak (1995).
8. Climatic group according to Szafer et al. (1976), Chmiel (1993).
9. Sociological-ecological classification according to Chmiel (1993).
10. Status of species protection on the basis of Regulation of the Minister of Environment dated 5th January 2012 on species plant protection (Journal of Laws 2012 No. 0, item 81).
11. Invasive species and their categories according to Tokarska-Guzik et al. (2012).

Indexes of anthropogenic changes within the flora were calculated on the basis of the research of Sudnik-Wójcikowska (1991), Chmiel (1993) and Wysocki and Sikorski (2002).

During the examinations and observations of the synanthropic flora, also its adaptation to habitat conditions, and its value for the urban landscape, were taken into account.

## **CHARACTERISTICS OF THE RESEARCH AREA**

### **Regionalization of the research area**

According to physiographic regionalization of Poland, Szczecin is situated in the area of Middle European Lowland Province, South-Baltic Riverside Subprovince, Szczecin Riverside macroregion, in the zone of mixed forest and mezoregions of Szczecin Hills and fragmentarily of Lower Odra Valley (Kondracki 2001). According to the geobotanical units classification, investigated area is a part of Pomeranian Section of Middle Europe Province, with lowland landscape dominance of young glacial type and of moraine hill type (Szafer 1972).

### **Characteristics of the investigated main roads**

5 new or modernized in the last years main roads in Szczecin were selected for the research on the synanthropic flora of the roadsides:

- Taczaka Street – situated in the area of Krzekowo-Bezrzecze housing estate, in the West District, it was built in the years 2006–2007. Aforementioned main road starts from Łukasiński Street and continues to Derdowskiego Street, runs across the area of the allotment garden, and is of 1.7 km length;
- Wszystkich Świętych Street – situated in the area of Niebuszewo housing estate, in the West District. Its modernization on the section of 0.60 km was financed and conducted in the year 2013 by the European Union budget as the fifth stage of the construction of the central ring road of Szczecin. It is situated in the neighborhood of detached houses;
- Południowa Street – situated in the area of Gumieńce housing estate and the old allotment garden, in the West District. It starts from Mieszka I Street, its modernization was conducted along the whole length of 2.3 km in the years 2002–2003;
- Europejska Street – situated in the area of Gumieńce housing estate, in the West District; it was built in the years 2003–2005 and it starts from the Priest Lucjan Gieros Roundabout and it crosses Wrocławska Street, Zbójnicka Street and Bronowicka Street where is connected with Krakowska Street leading to the University Roundabout. It is of the total length of 2.4 km. It runs across the built-up areas;

- Jana z Kolna Street – situated in the area of the Old Town housing estate, in the City Centre District, along the Chrobry Boulevard. It is composed of two one-way traffic lanes parallel to each other of the length of 6.6 km.

The total length of investigated main roads came to 13.6 km. Described main roads are situated in the AB 83 square according to ATPOL cartographic system (Zajac and Zajac 2001).

## RESULTS AND DISCUSSION

### Total characteristics of the synanthropic flora of the roadsides of the selected new and modernized main roads in Szczecin

194 species of vascular plants were identified in the area of the roadsides of five selected new and modernized main roads in Szczecin. They belong to 2 divisions, 4 classes, 46 families and 143 genera (Table 2). Spermatophytes are a dominant group – 192 taxa (98.96%). Only 2 species among them belong to Gymnospermae (1.03%) – *Pinus sylvestris* and *Larix decidua*. Angiospermae are represented by a higher number of species (97.93%). Almost seven times more species of dicotyledonous class (166 taxa – 85.56% of the whole flora) were found in the comparison with species of monocotyledonous class (24 taxa – 12.37% of the whole flora) – it is a typical proportion in majority of investigated floras including the synanthropic floras (Chmiel 1993; Urbisz 1996; Celka 1999; Bacieczko 2002; Bacieczko and Szawejko 2004a, b, c; Bacieczko and Kaszycka 2007; Bacieczko et al. 2007; Piórek and Krechowski 2011).

Table 2. Systematical groups within the synanthropic flora of selected highway roadsides of Szczecin  
Tabela 2. Grupy systematyczne flory synantropijnej wybranych przydroży arterii komunikacyjnych Szczecina

Systematical groups Grupy systematyczne	Number of families Liczba rodzin	Number of genera Liczba rodzajów	Number of species Liczba gatunków	Percent Procent
<b>Pteridophyta</b>				
Sphenopsida	1	1	1	0.52
Filicopsida	1	1	1	0.52
<b>Spermatophyta</b>				
Gymnospermae				
<b>Pinopsida</b>	1	2	2	1.03
Angiospermae				
<b>Dicotyledones</b>	40	122	166	85.56
<b>Monocotyledones</b>	3	17	24	12.37
Total – Razem	46	143	194	100.00

Families *Asteraceae* (37 species), *Poaceae* (21 species), *Fabaceae* (21 species), *Brassicaceae* (13 species) and *Rosaceae* (12 species) are the most numerous represented (Fig. 1), whereas the most numerous genera are: *Vicia* (6 species), *Rumex* (5 species), *Potentilla* and *Trifolium* (4 species).

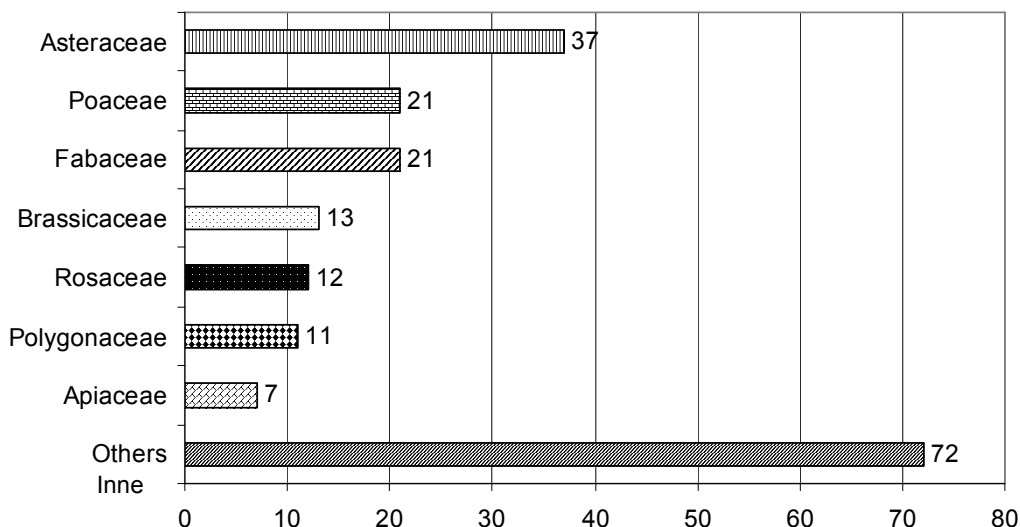


Fig. 1. Families richest in species in the synanthropic flora of the investigated area  
Ryc. 1. Najbogatsze rodziny flory synantropijnej badanego terenu

### Ecological analysis of the flora and its diversity

On the basis of flora analysis concerning participation of particular group of life forms elaborated by Raunkiaer, domination of the hemicryptophytes was found – 101 species that represent 52.1% of the whole flora (Fig. 2). Their greatest participation was found on Południowa Street where they represent 68.5% of the flora. That participation is similar on other streets and it ranges from 49.3% (Jana z Kolna Street) to 60.3% (Europejska Street). *Urtica dioica*, *Potentilla reptans*, *Trifolium repens*, *T. pratense*, *Daucus carota*, *Plantago major* and *P. lanceolata* belong to the hemicryptophytes that are often found. Similarly to other synanthropic floras, the roadsides are characterized by a higher participation of terophyte species (50 species – 25.8% of the whole flora). Wszystkie Świętych Street that was modernized in the year 2013 is also characterized by the highest participation of them – 32.9%, whereas Europejska Street is characterized by the lowest participation of the terophyte species (19.1%). *Polygonum aviculare*, *Capsella bursa-pastoris*, *Geranium pusillum*, *Coryza canadensis* and other species were found among the terophytes. There were significantly less geophytes found with the highest number of them recorded on Taczaka Street (9.7%). A small participation of not-woody and ligneous chamaephytes and lianas was found in the investigated flora - together they represent 3.1% of the whole flora (Fig. 2).

Categories of different duration of the life cycle are correlated with Raunkiaer life forms spectrum. Perennials represent more than a half of all found species (100 taxa – 51.5% of the whole flora) – Fig. 3.



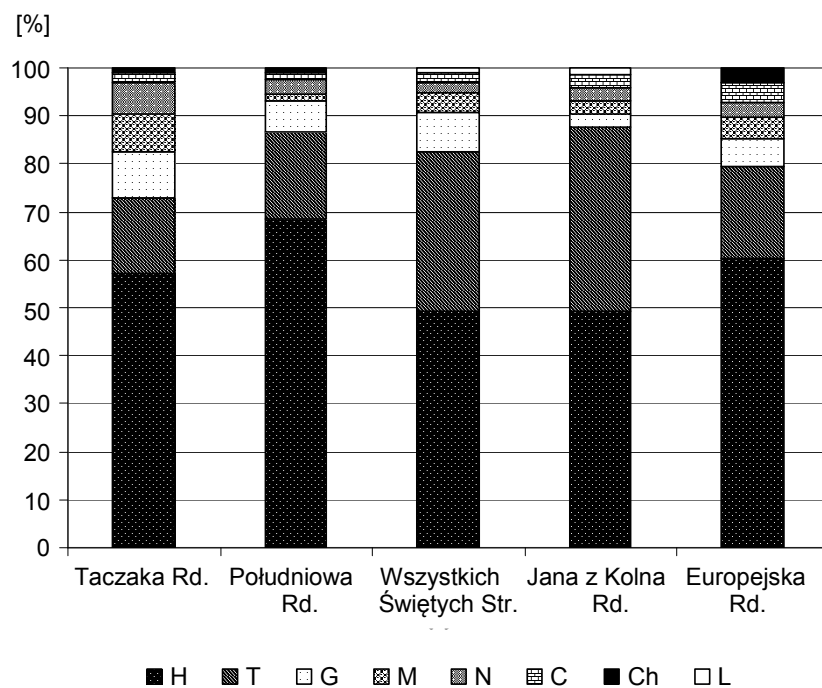


Fig. 2. The participation of Raunkiaer life forms in the vascular flora of the selected highway roadsides in Szczecin: H – hemicryptophyte, M – megaphanerophyte, N – nanophanerophyte, T – terophyte, G – geophyte, C – herbaceous chamaephyte, Ch – ligneous chamaephyte, Hy – hydrophyte, helophyte, L – liana

Ryc. 2. Udział form życiowych Raunkiaera we florze naczyniowej wybranych przydroży arterii komunikacyjnych Szczecina: H – hemikryptofit, M – megafanerofit, N – nanofanerofit, T – terofit, G – geofit, C – chamefit niezdrewniały, Ch – chamefit zdrewniały, Hy – hydrofit, helofit, L – liana

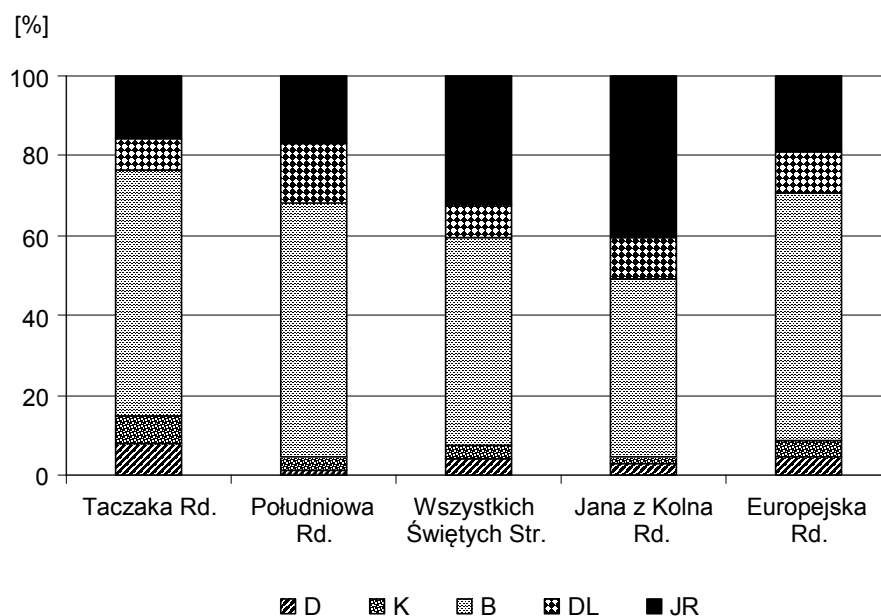


Fig. 3. The spectrum of biological durability of the species of the vascular flora of the investigated area: D – tree, K – shrub, B – perennial, DL – biennial plant, JR – annual plant

Ryc. 3. Spektrum trwałości biologicznej gatunków flory naczyniowej badanego terenu: D – drzewo, K – krzew, B – bylina, DL – roślina dwuletnia, JR – roślina jednoroczna

Bacieczko et al. (2007) has reported similar participation of perennials in the flora of the roadsides of Poznań Highway in Szczecin. Their lower participation was found in the synanthropic flora of the roadsides of the modified main road in Szczecin (Bacieczko and Szawejko 2004a). Perennial forms dominate on Południowa Street, where they represent 63.6% of the whole flora. Their participation ranges from 44.9% to 61.8% on other streets. *Urtica dioica*, *Trifolium repens*, *T. pratense*, *Plantago lanceolata*, *Achillea millefolium*, *Tanacetum vulgare*, *Artemisia vulgaris*, *Cirsium arvense* and *Dactylis glomerata* are the often-found perennials. Also the high participation of annuals was found in the investigated flora (50 species – 25.8% of the whole flora). They are often found on the roadsides of Jana z Kolna Street where they represent 40.6% of the whole flora. These are e.g.: *Geranium pusillum*, *Conyza canadensis*, *Polygonum aviculare* and *Poa annua*. Biennials are represented on all of the roadsides of the investigated main roads by a similar number of species, the most of them was found on the roadsides of Południowa Street (Fig. 3).

In the sociological-ecological classification in the synanthropic flora of the roadsides 11 ecological groups were identified (Table 3) and they are represented by 17 syntaxonomic units. Number of species in the identified ecological groups is different, and ranges from 1 to 38 species. Plants species of undefined phytosociological affiliation (19.07%) have significantly dominated the roadsides – Table 3. Against other sociological-ecological groups, the groups represented by *Artemisietea vulgaris* class (38 species – 19.59%), *Molinio-Arrhenatheretea* class (38 species – 19.59%) and *Stellarietea mediae* class (37 species – 19.07%) were distinguished by the number. Species of ruderal communities, composed mainly of apophytes were found in the highest number on the roadsides of Południowa Street (27 species), whereas those of meadow communities were found in the highest number on Taczaka Street (25 species) and taxa of segetal communities were found in the highest number on the roadsides of Wszystkich Świętych Street and Jana z Kolna Street (18 species). Sandy and dry places of the roadsides are also perfect for the development of the species from *Koelerio glaucae-Corynephoretea canescentis* class, i.e. *Rumex acetosella*, *Sedum acre*, and other species (Table 1).

### **Geographical-historical groups in the synanthropic flora of the roadsides, indexes of synanthropization**

On the basis of the analysis of affiliation to geographical-historical groups of the flora of the roadsides of selected main roads of Szczecin, domination of the native species was revealed – 125 taxa (64.43% of the whole flora) – it is a slightly higher index than a similar value for the whole synanthropic flora of the roadsides of Poznań Highway – 53.3% (Bacieczko et al. 2007). On the roadsides of all investigated main roads species, of indigenous origin represent a predominant majority, and their participation ranges from 53.6% to 76.1%. Apophytes represent 58.76% of them, whereas non-synanthropic spontaneophytes – only 5.67%. *Artemisia vulgaris*, *Leontodon autumnalis*, *Taraxacum officinale*, *Lolium perenne*, *Rumex acetosa* and several other species were classified to the apophytes category (Table 4).

Table 3. The participation of sociological-ecological groups in the synanthropic flora of the selected highway roadsides in Szczecin

Tabela 3. Udział grup socjologiczno-ekologicznych we florze synantropijnej wybranych przydroży arterii komunikacyjnych Szczecina

Ecological group Grupa ekologiczna	Sociological group Grupa socjologiczna	Taczaka Rd. Taczaka	Południowa Rd. Południowa	Wszystkich Świętych Str. Wszystkich świętych	Jana z Kolna Rd. Jana z Kolna	Europejska Rd. Europejska	Number of species of each sociological group Liczba gatunków z danej grupy socjologicznej	Percent Procent
Reed beds and sedge beds Szuwary właściwe i turzycowiska	Phragmitetea australis	2	1	0	0	0	2	1.03
Communities of aquatic terophytes Zbiorowiska terofitów nadwodnych	Bidentetea tripartiti	1	2	2	2	1	2	1.03
Meadow vegetation Roślinność łąkowa	Molinio- -Arrhenatheretea	25	25	18	15	22	38	19.59
Sandy and xerothermic grasslands Murawy piaskowe i kserotermiczne	Festuco-Brometea	3	1	0	1	1	4	2.06
	Koelerio glaucae- -Coryneporetea canescentis	4	2	1	1	3	6	3.09
Herbal and brushwood thickets Ziołorośla i zarośla	Trifolio-Geranietea sanguinei	3	2	2	0	1	6	3.09
	Rhamno-Prunetea	2	1	0	0	0	5	2.58
	Salicetea purpureae	2	0	0	0	0	2	1.03
Heaths Wrzosowiska	Nardo-Callunetea	2	1	0	1	1	2	1.03
Mesophile, swamp and wet, deciduous forests, moor vegetation Bagienne, podmokłe, mezofilne lasy liściaste, roślinność porębowa	Querco-Fagetea	1	0	4	1	2	5	2.58
	Epilobietea angustifolii	3	2	1	0	1	4	2.06
Pine and mixed pine forests Bory i bory mieszane	Vaccinio-Piceetea	0	0	0	0	1	1	0.52
Ruderal vegetation, hydrophilous tall herb fringe communities Roślinność ruderalna, ziołorośla, Semi-natural pioneer communities Półnaturalne kserotermiczne zbiorowiska pionierskie	Artemisietea vulgaris	18	27	22	18	13	38	19.59
	Agropyretea intermedio-repentis	4	3	3	1	1	5	2.58
Segetal vegetation Roślinność segetalna	Stellarietea mediae	13	13	20	19	7	37	19.07
Others Pozostałe	species with undefined phytosociological affiliation gatunki bez określonej przynależności syntaksonomicznej	20	10	22	10	16	37	19.07
Total – Razem		103	90	95	69	70	194	100.00

Table 4. The contribution of geographical-historical groups in the synanthropic flora of the selected highway roadsides in Szczecin  
 Tabela 4. Udział grup geograficzno-historycznych we florze synantropijnej wybranych przydroży arterii komunikacyjnych Szczecina

Group name Nazwa grupy	Number of species Liczba gatunków	Percent Procent
Native species (spontaneophytes) – Gatunki rodzimego pochodzenia (spontaneofity)		
Apophytes (synanthropic spontaneophytes) Apofity (spontaneofity synantropijne)	114	58.76
Non-synanthropic spontaneophytes Spontaneofity niesynantropijne	11	5.67
Non-native species (anthropophytes) – Gatunki obcego pochodzenia (antropofity)		
Metaphytes – Metafity		
Archaeophytes – Archeofity	36	18.56
Neophytes – Kenofity		
Epekophytes – Epekofity	18	9.28
Hemiagriophytes – Hemiagriofity	2	1.03
Holoagriophytes – Holoagriofity	5	2.58
Diaphytes – Diafity		
Ergasiophytes – Ergazjofity	8	4.12
Total – Razem	194	100.00

Anthropophytes are quite seldom found on the roadsides (69 species – 35.57% of the whole flora) and also species of allochthonous origin are rare, which is rarely observed in other synanthropic floras (Misiewicz 1981; Chmiel 1993; Maciejczak 1993; Celka 1999; Bacieczko 2002; Piórek and Krechowski 2010). The diaphytes represent a minority among them (8 species – 4.12% of the whole flora) and they are represented by ergasiophytes, i.e. *Brassica napus*, *Cornus alba* and *Ligustrum vulgare*. Species of foreign origin that are permanently settled in our flora (metaphytes) were slightly more often found. Their participation in the flora was at the level of 31.45% (61 species). Species that had been first introduced prior to the end of fifteenth century (archeophytes) are characterized by a similar participation on all investigated roadsides in the range of 10.8–18.5%. *Fallopia convolvulus*, *Papaver argemone*, *Capsella bursa-pastoris*, *Vicia sativa* and other species belong to that group.

On the basis of classification of geographical-historical groups, the indexes of synanthropization of the synanthropic flora of the roadsides of Szczecin were calculated. They were cited in the articles of Sudnik-Wójcikowska (1991), Chmiel (1993) and Wysocki and Sikorski (2002).

In connection with predominant number of the synanthropic spontaneophytes in the flora of the roadsides the level of apophytization of the spontaneophytes comes to 91.2% (Table 5). It affects also high index of the total synanthropization (94.3%) and of the permanent synanthropization (94.1%). It shows the total anthropogenic changes at the level of the flora and its adaptations that are characterized by the progressive synanthropization. Obtained values of indexes are significantly higher than it was obtained in the research of Bacieczko et al. (2007). Indexes of the total and permanent apophytization of the spontaneophytes

show the participation of the apophytes in the flora (119 species) – they come to 58.8% and 61.3%, respectively. The values of anthropophytization indexes ( $W_{An-c}$ ) show the presence of the geographically foreign species in the flora. Similar values (27.37%) were obtained by Bacieczko et al. (2007) in their research. The total number of archeophytes affects the low values of index of the total archeophytization (18.6%) and of the permanent archeophytization (19.3%). Archeophytes (30 species) are characterized by a numerous predominance among the anthropophytes. Their domination is also confirmed by the value of index of flora modernization that comes to 40.9%. Values of neophytization of investigated flora are low ( $W_{Ken-c} = 12.9\%$  and  $W_{Ken-t} = 13.4\%$ ). Also low index of fluctuant changes in the flora (4.1%) indicates a small participation of the diaphytes (species temporarily established in the area) among the anthropophytes (Table 5).

Table 5. Synanthropization factors in the synanthropic flora of the selected highway roadsides in Szczecin  
Tabela 5. Wskaźniki synantropizacji flory synantropijnej wybranych przydroży arterii komunikacyjnych Szczecina

No. Lp.	Factor Wskaźnik	Factor name Nazwa wskaźnika	Numerical value Wartość [%]
1	$W_{S-c}$	total synanthropization factor wskaźnik synantropizacji całkowitej	94.3
2	$W_{S-t}$	permanent synanthropization factor wskaźnik synantropizacji trwałej	94.1
3	$W_{Ap-c}$	total apophytization factor wskaźnik apofityzacji całkowitej	58.8
4	$W_{Ap-t}$	permanent apophytization factor wskaźnik apofityzacji trwałej	61.3
5	$W_{Ap}$	spontaneophytes apophytization factor wskaźnik apofityzacji spontaneofitów	91.2
6	$W_{An-c}$	total anthropophytization factor wskaźnik antropofityzacji całkowitej	35.6
7	$W_{An-t}$	permanent anthropophytization factor wskaźnik antropofityzacji trwałej	32.8
8	$W_{Arch-c}$	total archaeophytization factor wskaźnik archeofityzacji całkowitej	18.6
9	$W_{Arch-t}$	permanent archaeophytization factor wskaźnik archeofityzacji trwałej	19.3
10	$W_{Ken-c}$	total neophytization factor wskaźnik kenofityzacji całkowitej	12.9
11	$W_{Ken-t}$	permanent neophytization factor wskaźnik kenofityzacji trwałej	13.4
12	$W_M$	flora's modernization factor wskaźnik modernizacji flory	40.9
13	$W_F$	flora's fluctuant changes factor wskaźnik zmian fluktuacyjnych flory	4.1

### Distribution groups in the synanthropic flora of the roadsides

On the basis of the analysis of geographical distribution of the flora (its range) it was found that registered plant species are classified into 9 groups (Table 6).

Table 6. The participation of range groups in the synanthropic flora of the investigated highway roadsides in Szczecin

Tabela 6. Udział grup zasięgowych we florze synantropijnej badanych przydroży arterii komunikacyjnych Szczecina

Elements, subelements, range groups Elementy, podelementy, grupy zasięgowe	Number of species Liczba gatunków	Connecting elements Elementy łącznikowe	Number of species Liczba gatunków	Total Razem
AM	8	–	–	8
CB	7	CB-M	1	8
E	25	E-AM	5	37
		E-IT	4	
		E-P	1	
		E-OAS	1	
		E-P-IT	1	
ES	31	ES-P	1	37
		ES-IT	5	
IT	1	–	–	1
KOSM	31	–	–	31
M	1	M-CB	6	68
		M-E	12	
		M-E-IT	12	
		M-E-P	2	
		M-ES	20	
		M-ES-IT	8	
		M-IT	2	
		M-P-IT	3	
OAS	4	–	–	4
Total – Razem	108		86	194

Explanations – objaśnienia: AM – boreoamerican subelement – podelement boreoamerykański, CB – circumboreal subelement – podelement cyrkumborealny, E – central European geographical group – grupa geograficzna środkowoeuropejska, ES – eurosiberian subelement – podelement eurosyberyjski, IT – Iran-Turanic subelement – element irano-turański, KOSM – cosmopolitan element – element kosmopolityczny, M – mediterranean subelement – element śródziemnomorski, OAS – easternasian subelement – podelement wschodnioazjatycki, P – pontiac-pannonic group – grupa geograficzna pontyjsko-panońska.

Eurosiberian group (31 species – 15.9%) and European group (25 species – 12.9%) are represented by the highest number of species among the registered groups. Together they represent 28.9% of the whole flora (Table 6). Taxa of other distribution groups: American group (8 species), circumboreal group (7 species), Western Asian group (3 species) and Iran-Turan group (1 species) occur sparsely. Together they represent 9.3% of the whole flora. Species that were found out of the border of described 7 distribution groups were classified as the connecting elements – 117 taxa. Also taxa whose ranges covered Mediterranean areas in connection with European, Eurosiberian and Iran-Turan (M-E, M-ES, M-E-IT) areas occur numerously on the roadsides. They are represented by 68 plant species (35%). Cosmopolitan species (of a wide ecological amplitude) represent 15.5% in the investigated flora. *Polygonum aviculare*, *Chenopodium album*, *Arabidopsis thaliana*, *Capsela bursa-pastoris*, *Medicago lupulina*, *Anthriscus sylvestris* and other species belong to this group.

Table 7. Geographical-genetic structure of the synanthropic flora of the selected highway roadsides in Szczecin  
Tabela 7. Struktura geograficzno-genetyczna flory synantropijnej wybranych przydroży arterii komunikacyjnych Szczecina

Species origin Pochodzenie gatunków	Archaeophytes Archeofity	Epeophytes Epekofity	Hemiagriophytes Hemiagriofity	Holoagriophytes Holoagriofity	Ephemerophytes Efemerofity	Egasiophytes Ergazjofity	Number of species Liczba gatunków	Percent Procent
American Amerykańskie	–	6	2	3	1	3	15	21.74
Asian Azjatyckie	3	4	–	1	–	2	10	14.49
European Europejskie	6	–	–	–	–	1	7	10.15
Eurasian Europejsko-azjatyckie	2	–	1	–	–	5	8	11.59
Mediterranean -Iran- -Turanic Śródziemnomorsko- -irano-turańskie	20	3	–	–	–	1	24	34.78
Mediterranean Śródziemnomorskie	5	–	–	–	–	–	5	7.25
Total – Razem	36	13	3	4	1	12	69	100.00

### Origin of the anthropophytes

Origin of the anthropophytes that had been brought to the investigated area was given in Table 7. Taxa that were brought from the Mediterranean-Iran-Turan area (24 species – 34.78%) dominate in the flora. Also species of American origin (15 taxa – 23.81%) are a numerous group. Other groups of species of this analysis are represented by 2–10 species.

### Spectrum of climatic groups as a sign of preferences and adaptations of the flora of the roadsides of the main roads

Plants growing in unfavorable, modified habitats are often characterized by a great ambivalence to the climatic conditions (Table 8). It is observed on the roadsides of selected main roads in Szczecin as a domination of the taxa of K-3 group, which is higher than in the research of Chmiel (1993) and it concerns those taxa growing in the Atlantic and in the continental part of Poland (184 taxa – 94.7%). Other ecological-climatic groups (K-2 and K-4) are not numerously represented. Although the investigated area is under the influence of the marine (oceanic) climate, only 2 species (*Juglans regia* and *Hordeum murinum*) prefer climatic conditions of the western part of Poland.

Table 8. The participation of species of variable continental climate factor in the synanthropic flora of the selected highway roadsides in Szczecin

Tabela 8. Udział gatunków o różnym stopniu kontynentalizmu klimatu we florze synantropijnej wybranych przydroży arterii komunikacyjnych Szczecina

Ecological-climatical group Grupa ekologiczno-klimatyczna	Number of species Liczba gatunków	Percent Procent
K-2	2	1.1
K-3	184	94.7
K-2/K-3	2	1.1
K-4	5	2.6
K-3/K-4	1	0.5
Total – Razem	194	100.00

Explanations – objaśnienia: K-2 – species occurring mostly in the western Poland (dominance of atlantic climate influence) – gatunek rosnący najczęściej w zachodniej części Polski (przewaga wpływu oceanicznego), K-3 – species occurring both in atlantic and continental part of Poland – gatunek rosnący zarówno w atlantyckiej, jak i kontynentalnej części Polski, K-4 – species occurring mostly in the eastern Poland (dominance of the continental climate influence) – gatunek rosnący we wschodniej części Polski (przewaga wpływu klimatu kontynentalnego).

### Interesting species of the synanthropic flora of the investigated main roads

Species under the legal protection

Only 2 species under partial legal protection: *Hedera helix* (one habitat on Wszystkich Świętych Street and one on Jana z Kolna Street), *Helichrysum arenarium* (Taczaka Street) and also 1 species under strict legal protection - *Matteuccia struthiopteris* (Wszystkich Świętych Street) were registered in the floristic composition of the investigated roadsides of selected main roads.



### Foreign invasive species

The roadsides are a perfect place for the growth and development of the invasive species of foreign origin. They were found in the neighborhood of all investigated main roads and there were 21 taxa of those plants. According to Tokarska-Guzik et al. (2012) two categories of invasive species were distinguished in the investigated area: species invasive in the national range, and invasive in the regional range. 18 taxa were classified to the first category, e.g. *Reynoutria japonica*, *R. sachalinensis*, *Bunias orientalis*, *Robinia pseudoacacia*, *Solidago gigantea*, *S. canadensis*, *Helianthus tuberosus* and other species (Table 1). Their expansibility and the wide ecological amplitude were confirmed in these research. The wide ecological amplitude affects their growth and development even in the unfavorable areas, e.g. on the roadsides of the main roads. However, only three species known as regionally invasive, classified to the second category, were found. Those were *Diplotaxis muralis*, *Junghans regia* (one habitat of each species – on Taczaka Street and on Południowa Street) and *Rosa rugosa* (lanes along Taczaka Street and Europejska Street).

### The value of the synanthropic flora of the roadsides for the urban landscape

The roadsides are a specific type of habitat where the soil is very dense, usually of low oxygen level. The mechanical factor that is still present, and the pollution unfavorably affects growth and development of some species. In connection with that fact the synanthropic species of the roadsides are characterized by hardiness and resistance to the habitat impact, strong pollution, insolation, soil salinity affected by winter clearing of the streets and frequent mowing. However, they are of a great importance in the urban landscape acting as the ecological corridors, and the places of shelter and habitat of many animal species (Kolasińska 2004). They are also mainstays of the rare plant species (Piórek 2005b; Ciosek et al. 2007).

The synanthropic flora of the roadsides is characterized by a great aesthetic value which is affected by the size of the clusters composed by the plant species, duration of the flowering period, number of flowering species, and intensity of area maintenance. According to Janecki (1983), Rostański (2000), Wysocki and Stawicka (2000) there is a great need and possibility of the use of the synanthropic plants in the green open spaces in Poland as a ornamental element affecting area's decorative value. The synanthropic plants are also usually recommended for soil stabilization and phytoremediation (Haber and Urbański 2005 and Stawicka 2010a, b).

## CONCLUSIONS

1. The synanthropic flora of the roadsides of new and modernized main roads in Szczecin is characterized by a considerable species diversity (194 species), and also by high index of total synanthropization (93.8%), as well as the index of permanent synanthropization (93.4%). It shows the total anthropogenic changes that have taken place at the flora level.
2. Results of the analysis of the synanthropic flora concerning ecological and historical-geographical spectrum confirm its adaptation to the specific habitat impact and to the mosaic type of soil. Hemicryptophytes are a dominant form in the life form spectrum (52.1% of the whole flora), whereas terophytes are less numerously represented (25.8%).

Perennials dominate in the investigated flora with regard to the duration of life cycle (51.5% of the whole flora). Also the annuals are important group in the analysis (25.8%). Groups 13., 4. and 15. are the most numerous represented among classified 13 ecological groups with 15 syntaxa of class rank. They are represented by the synanthropic species of the following classes: *Artemisietea vulgaris*, and *Stellarietea mediae*, and remarkably meadow species of *Molinio-Arrhenatheretea*. These syntaxa are represented by 110 species. In the sociological-ecological analysis of the investigated synanthropic flora of the roadsides also species of plants without defined syntaxonomic affiliation are a numerous group (21.64%).

3. On the basis of geographical-historical analysis of the investigated flora of the roadsides domination of native species was revealed – 125 taxa (64.43% of the whole flora). Also 69 anthropophytes – species of foreign origin were found. Archeophytes are characterized by a high number of species (61) among metaphytes, whereas neophytes were represented only by 25 species.
4. Anthropophytes from Mediterranean-Iran-Turan area were brought to the investigated area in the highest number (24 species). Also species of American origin (15 taxa – 23.81%) are a numerous group.
5. 184 species are characterized by a wide range of climate influence tolerance regarding the climatic-ecological groups in the synanthropic flora of the roadsides, whereas not numerous of the rest of them prefer the influence of continental climate (5 species) and oceanic climate (2 species), although the investigated area is situated under the influence of oceanic climate.
6. Recorded species were classified to 8 distribution groups. Eurosiberian group is the most numerous represented (31 species – 15.9%). A lot of species belong to the connecting elements.
7. Invasive species represent 10.8% of the whole investigated synanthropic flora. It means that the roadsides are important tracks of their expansion.
8. On the basis of the conducted observations it was found that the synanthropic species of the roadsides are characterized by the high resistance to notably unfavorable growth conditions, by spontaneous renovations regardless to the intensive area's maintenance, and also by a great decorative value that affects variable seasonal dynamics, which manifests itself in a great number of flowering species.
9. Roadsides of the main roads are relatively not well-known habitat and they should be a subject of further, detailed analysis regarding their connection with the other urban phytocoenoses.

## REFERENCES

- Anioł-Kwiatkowska J.** 1974. Flora i zbiorowiska synantropijne Legnicy, Lubina i Polkowic [Flora and synanthropic communities of Legnica, Lubin and Polkowice]. *Acta Univ. Wratislav. Pr. Bot.* 229(19), 3–151. [in Polish]
- Atlas rozmieszczenia roślin naczyniowych w Polsce.** 2001. Red. A. Zając, M. Zając. Kraków, Pracownia Chorologii Komputerowej, Instytut Botaniki UJ, 714. [in Polish]

- Bacieczko W.** 2002. Flora synantropijna Kołbacza koło Szczecina [The synanthropic flora of Kołbacz near Szczecin]. *Folia Univ. Agric. Stein., Ser. Agricultura* 226(90), 5–28. [in Polish]
- Bacieczko W., Kaszycka E.** 2007. Różnorodność florystyczna na tle struktury przestrzennej osiedla Szczecin Zdroje [Plant diversity on the background of the spatial structure of the Szczecin Zdroje district]. *Acta Sci Pol., Ser. Biologia* 6(1–2), 9–28. [in Polish]
- Bacieczko W., Klera M., Sobiesiak I.** 2007. Autostrada Poznańska w Szczecinie jako siedlisko specyficznej flory synantropijnej w krajobrazie podmiejskim [Poznańska Highway as a specific synanthropic flora habitat in suburban landscape]. *Folia Univ. Agric. Stein., Ser. Agric., Aliment., Pisc., Zootech.* 257(3), 7–21. [in Polish]
- Bacieczko W., Szawejko M.** 2004a. Flora synantropijna zmodernizowanej arterii komunikacyjnej w dzielnicy Szczecin Gumieńce [Synanthropic flora of the modernised artery located in Gumieńce district in Szczecin]. *Folia Univ. Agric. Stein., Ser. Agricultura* 234(93), 19–29. [in Polish]
- Bacieczko W., Szawejko M.** 2004b. Flora naczyniowa eksperymentalnych powierzchni przy zmodernizowanej arterii komunikacyjnej w Szczecinie [Vascular flora in the experimental areas of the modernised artery in Szczecin]. *Folia Univ. Agric. Stein., Ser. Agricultura* 234(93), 29–36. [in Polish]
- Bacieczko W., Szawejko M.** 2004c. Zasiadanie się roślin synantropijnych na powierzchniach eksperymentalnych zmodernizowanej arterii komunikacyjnej w dzielnicy Szczecin Gumieńce [The inhabitation of the synanthropic plants in the modernised artery in Szczecin Gumieńce district]. *Folia Univ. Agric. Stein., Ser. Agricultura* 234(93), 37–50. [in Polish]
- Bugała W., Bojarczuk T.** 1997. Dobór drzew i krzewów do zadrzewień dróg i autostrad płatnych. *Kórnik, Związek Szkółkarzy Polskich*, 53. [in Polish]
- Celka Z.** 1999. Rośliny naczyniowe grodzisk Wielkopolski [The vascular plant of the earthworks of Wielkopolska]. *Pr. Zakł. Taksonom. Rośl. UAM Pozn.* 159. [in Polish]
- Chmiel J.** 1993. Flora roślin naczyniowych wschodniej części Pojezierza Gnieźnieńskiego i jej antropogeniczne przeobrażenia w wieku XIX i XX. Poznań, Wydaw. Sorus. ISBN 83-85599-23-1. [in Polish]
- Ciosek M., Piórek K., Krechowski J.** 2007. Rzadkie gatunki roślin poboczy dróg na odcinku Mielnik-Drohiczyn (Podlaski Przełom Bugu) a walory przyrodnicze regionu (in: *Przyroda a turystyka we wschodniej Polsce*). Eds. M. Żabka, R. Kowalski. Siedlce, Wydaw. AP, 77–87. [in Polish]
- Ćwikliński E.** 1970. Flora synantropijna Szczecina [Synanthropic flora of Szczecin]. *Monogr. Bot.* 33, 1–103. [in Polish]
- Dobór drzew i krzewów dla zadrzewień na obszarach wiejskich.** 2001. Eds. K. Zajązkowski. Warszawa, Inst. Bad. Leś. 78. [in Polish]
- Fijałkowski D.** 1963. Zbiorowiska roślin synantropijnych miasta Chełma [Synanthropic communities of Chełmno]. *Ann. UMCS, Sec. C* 18(13), 291–323. [in Polish]
- Fijałkowski D.** 1967. Zbiorowiska roślin synantropijnych miasta Lublina [Synanthropic communities of Lublin]. *Ann. UMCS, Sec. C* 22(17), 195–230. [in Polish]
- Gamrat R., Młynkowiak E., Podlasiński M.** 2009. Aktualny stan alei przydrożnych proponowanych do ochrony w dwóch sąsiadujących gminach Dobrzany i Suchań w województwie zachodniopomorskim [Current condition of roadside tree alleys suggested for the protection in two neighbouring communes of Dobrzany and Suchań in the West Pomerania voivodeship]. *Ekol. Techn.* 19(3A), 209–219. [in Polish]
- Ginące i zagrożone rośliny naczyniowe Pomorza Zachodniego i Wielkopolski.** 1995. Eds. W. Żukowski, B. Jackowiak. Poznań, Bogucki Wydaw. Nauk., 142. [in Polish]
- Haber Z., Urbański P.** 2005. Kształtowanie terenów zieleni z elementami ekologii. Poznań, Wydaw. AR, 234. [in Polish]
- Hanz J.** 1974. Flora synantropijna miasta Września [Synanthropic flora of Września]. *Bad. Fizjogr. Pol. Zach., Ser. B* 26, 209–221. [in Polish]

- Hryniewiecki B.** 1954. Pierwsze flory okolic Warszawy [The first floras near Warsaw]. Monogr. Bot. 2, 1–76. [in Polish]
- Jackowiak B.** 1990. Antropogeniczne przemiany flory roślin naczyniowych Poznania [Anthropogenic changes of the flora of vascular plants of Poznań]. Poznań, Wydaw. Nauk. UAM, Ser. Biologia 42, 232. [in Polish]
- Jackowiak B.** 1993. Atlas rozmieszczenia roślin naczyniowych w Poznaniu [Atlas of distribution of vascular plants in Poznań]. Pr. Zakł. Taksonom. Rośl. UAM Pozn. 2, 409. [in Polish]
- Janecki J.** 1983. Człowiek a roślinność synantropijna na przykładzie Warszawy. Warszawa, Wydaw. SGGW-AR, 128. [in Polish]
- Juśkiewicz-Swaczyna B., Endler Z.** 2003. Flora synantropijna Brodnicy. Olsztyn, Wydaw. Uniw. Warmińsko-Mazurskiego 36. [in Polish]
- Klera M., Bacieczko W.** 2013. Specyfika flory infrastruktury tramwajowej Szczecina jako przejaw skrajnej synantropizacji siedliska [Specifics of the flora of the tramway infrastructure of Szczecin as the manifestation of an extreme synanthropization of the biotope]. Folia Univ. Agric. Stein., Ser. Agric., Aliment., Pisc., Zotech. 302(25), 59–94. [in Polish]
- Kolasińska A.** 2004. Struktura flory naczyniowej przydrożnych korytarzy ekologicznych okolic miasta Poznania (w: Przyroda Polski w europejskim dziedzictwie dóbr natury. Materiały 53 Zjazdu PTB), Toruń–Bygoszcz 6–11 września 2004. [b.w.], 75. [in Polish]
- Kondracki J.** 2001. Geografia fizyczna Polski. Warszawa, PWN, 464. [in Polish]
- Kornaś J.** 1968. Geograficzno-historyczna klasyfikacja roślin synantropijnych [Geographic-historical classification of synanthropic plants]. Mater. Zakł. Fitosoc. Stos. UWarsz. 25, 33–41. [in Polish]
- Krawiecowa A.** 1951. Analiza geograficzna flory synantropijnej miasta Poznania [Geographical analysis of synanthropic flora of the city of Poznań]. Pr. Kom. Biol. PTPN 13(1), 1–131. [in Polish]
- Kubus M.** 2008a. Aleje przydrożne jako charakterystyczny element krajobrazu otwartego Pomorza Zachodniego (in: Zieleń miejska. Naturalne bogactwo miasta. Zieleń przyuliczna. Materiały IV Konferencji Naukowo-Technicznej), Toruń 9–11 października 2008. Eds. E. Olesiejuk, A. Jankowska. [b.w.], 81–86. [in Polish]
- Kubus M.** 2008b. Godne prawnej ochrony aleje przydrożne na Pomorzu Zachodnim [Roadside tree alleys in Western Pomerania worth legal protection]. Roczn. Dendrol. 56, 131–141. [in Polish]
- Kubus M.** 2010. Godne prawnej ochrony aleje przydrożne na Pomorzu Zachodnim. Cz. 2 [Roadside tree alleys in Western Pomerania worth legal protection. Part 2]. Roczn. Pol. Tow. Dendrol. 58, 71–78. [in Polish]
- Kubus M.** 2012. Aleje przydrożne w krajobrazie otwartym Pomorza Zachodniego [Avenues in the open landscape of Western Pomerania]. Zachodniopom. Wiad. Konserwator. 5, 35–47. [in Polish]
- Kubus M., Nowak G., Nowakowska M.** 2009. Wprowadzenie roślin na skarpy przydrożne jako tereny zdegradowane (in: Tereny zdegradowane i rekultywowane – możliwości ich zagospodarowania). Eds. S. Stankowski, K. Pacewicz. Szczecin, Wydaw. PPH Zapol, 35–47. [in Polish]
- Kubus M., Nowakowska M.** 2009. Systemy umacniania skarp z wykorzystaniem roślin (in: Zieleń miast i wsi. Współczesna i zabytkowa. Techniki i technologie dla terenów zieleni). Eds. M. Drozdek, I. Wojewoda, A. Purcel. Sulechów, Oficyna Wydaw. PWSZ, 94–107. [in Polish]
- Liżewska L., Zwierowicz M.** 2009. Aleje przydrożne: dziedzictwo historyczne, stan zachowania, ochrona (in: Aleje przydrożne. Historia, znaczenie, zagrożenie, ochrona). Eds. K.A. Worobiec, L. Liżewska. Kadzidłowo–Olsztyn, Wydaw. Borussia 95–112. [in Polish]
- Maciejczak B.** 1993. Flora synantropijna terenów kolejowych miasta i strefy podmiejskiej Ostrowca Świętokrzyskiego [Synanthropic flora of railway areas of the city and the suburban area of Ostrowiec Świętokrzyski]. Stud. Kielec. 1(77), 5–16. [in Polish]
- Michalak S.** 1970. Flora synantropijna miasta Opola [Synanthropic flora of Opole]. Opol. Roczn. Muz. 4, 1–183. [in Polish]

- Mirek Z., Piękoś-Mirkowa H., Zając A., Zając M.** 2002. Flowering plants and *Pteridophytes* of Poland. A checklist. Eds. Z. Mirek. Vol. 1. Kraków, W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Science, 442.
- Misiewicz J.** 1971. Flora i zbiorowiska synantropijne Gorzowa Wlkp. i okolicy [Synanthropic flora and communities of Gorzów Wlkp. and around]. Mater. Zakł. Fitosocjologii Stosowanej UWarsz. 27, 65–79. [in Polish]
- Misiewicz J.** 1981. Badania nad florą synantropijną Gorzowa Wielkopolskiego. Słupsk, WSP. [in Polish]
- Nowakowska M.** 2008. Zrealizowany projekt zieleni przy ulicy Europejskiej w Szczecinie (in: Od promenady do autostrady. Komunikacja z naturą). Eds. A. Greinert, M. Drozdek. Sulechów, Oficyna Wydaw. PWSZ, 203–213. [in Polish]
- Nowakowska M.** 2006. Projekt zieleni dla drogi krajowej nr 3 w rejonie Parłówka (gmina Wolin) w województwie zachodniopomorskim (in: Bogactwo, różnorodność oraz ochrona dendroflory w parkach i lasach zachodniej Polski. Materiały Zjazdu Sekcji Dendrologicznej Polskiego Towarzystwa Botanicznego). Eds. W. Danielewicz, Zielona Góra 22–24 czerwca 2006. [b.w.], 91–92. [in Polish]
- Piórek K.** 2005a. Analiza ekologiczna traw (Poaceae) obrzeży dróg na odcinku Siedlce-Lochów i dróg przyległych [Ecological analysis of grasses (Poaceae) of the perimeter road on the section Siedlce-Lochów and adjacent roads]. Acta Sci. Pol., Ser. Biologia 4(1–2), 35–46. [in Polish]
- Piórek K.** 2005b. Rzadkie i zagrożone gatunki roślin poboczy dróg Wysoczyzny Siedleckiej i terenów przyległych [Rare and endangered plant species of roadsides of the Siedlce Plateau and adjacent areas]. Zesz. Nauk. Akad. Podl. Siedl., Ser. Rolnictwo 66/67, 95–106. [in Polish]
- Piórek K., Krechowski J.** 2010. Przenikanie gatunków na styku przydroży i zbiorowisk segetalnych [Penetration of species in the contact zone of roadsides and segetal communities]. Fragn. Agron. 27(3), 112–121. [in Polish]
- Piórek K., Krechowski J.** 2011. Flora poboczy szosy Siedlce–Łochów (woj. mazowieckie) [Flora of the highway roadsides of Siedlce–Łochów (Masovian Voivodeship)]. Ekol. Tech. 19(3A), 109–113. [in Polish]
- Podolska A.** 2013. Zadrzewienia liniowe w strefie miejskiej Wrocławia [Linear tree plantings in the municipal area of Wrocław]. Nauka Przyr. Technol. 7(2), 1–14. [in Polish]
- Przyroda Pomorza Zachodniego.** 2002. Eds. D. Janicka, W. Zyska. Wyd. I. Szczecin, Oficyna Wydaw. In Plus. [in Polish].
- Ratyńska H.** 2003. Pokrywa roślinna przydroży, funkcje, różnorodność i przyrodnicze zagospodarowanie [Plant cover of roadsides, features, diversity and natural development]. Biul. Tow. Ekol.-Kult. Bobolice 4, 37–48. [in Polish]
- Ratyńska H.** 2011. Szata roślinna towarzysząca szlakom komunikacyjnym [Vegetation of travel routes]. Ekol. Tech. 19(3A), 5–15. [in Polish]
- Rostański A.** 2000. Rekultywacja i zagospodarowanie nieużytków przemysłowych – rozwiązania alternatywne [Remediation and brownfield development – alternatives]. Inż. Ekol. 1, 81–86. [in Polish]
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 5 stycznia 2012 r. w sprawie ochrony gatunkowej roślin.** DzU z 2012 r., nr 0, poz. 81. [in Polish]
- Rutkowski L.** 2007. Klucz do oznaczania roślin naczyniowych Polski niżowej. Warszawa, Wydaw. Nauk. PWN, 814. [in Polish]
- Schwarz Z.** 1967. Badania nad florą synantropijną Gdańska i okolicy [Study on the synanthropic flora of Gdańsk and of the neighbourhood]. Acta Biol. Med. Soc. Sci. Gedan. 11, 363–494. [in Polish]
- Seneta W., Dolatowski J.** 2008. Dendrologia. Warszawa, Wydaw. Nauk PWN, 559. [in Polish]
- Sowa R.** 1966. Bardziej interesujące gatunki synantropijne występujące na terenach kolejowych województwa łódzkiego [More interesting synanthropic species occurring on railway areas Lodz Voivodeship]. Fragn. Flor. Geobot. 12(1), 3–8. [in Polish]

- Sowa R.** 1974. Wykaz gatunków flory synantropijnej Łodzi oraz zarys ich analizy geograficzno-historycznej [Specification of species of synantropic flora in Łódź and configuration of their geographical-historical analysis]. Zesz. Nauk. UŁódz. 2(54), 11–26. [in Polish]
- Sudnik-Wójcikowska B.** 1987. Flora miasta Warszawy i jej przemiany w ciągu XIX i XX wieku. Vol. 1, 2. Warszawa, Wydaw. UWarsz. 242. [in Polish]
- Sudnik-Wójcikowska B.** 1991. Synanthropization indices of urban floras – an attempt at definition and assessment. Acta Societ. Bot. Pol. 60, (1–2), 163–185.
- Sudnik-Wójcikowska B.** 2001. Torowiska tramwajowe – obiekt badań florystycznych (in: Materiały 52 Zjazdu PTB. Sekcja Geobotaniki i Ochrony Szaty Roślinnej), Poznań 24–28 września 2001. [b.w.], 142. [in Polish]
- Szmajda P.** 1974. Flora synantropijna Stargardu Szczecińskiego i Pyrzyce [Synantropic flora of Stargard Szczeciński and Pyrzyce]. Bad. Fizjogr. Pol. Zach., Ser. B 27, 227–261. [in Polish]
- Stawicka J.** 2010a. Ogrodowe rabaty synantropijne (in: Wzornictwo ogrodowe). Eds. J. Rylke. Warszawa, Wydaw. Sztuka Ogrodu Sztuka Krajobrazu, 97–106. [in Polish]
- Stawicka J.** 2010b. Wykorzystanie roślin synantropijnych na terenach miejskiej zieleni przyulicznej (in: Rośliny do zadań specjalnych). Eds. M.E. Drozdek, Sulechów–Karsk, Oficyna Wydaw. PWSZ w Sulechowie, 349–362. [in Polish]
- Szafer W.** 1972. Szata roślinna Polski Niżowej (in: Szata roślinna Polski). Vol. 2. Eds. W. Szafer, K. Zarzycki. Warszawa, PWN, 17–188. [in Polish]
- Szafer W., Kulczyński S., Pawłowski B.** 1976. Rośliny polskie. Warszawa, PWN, 1116. [in Polish]
- Święś F.** 1985. Zbiorowiska ruderalne i flora synantropijna miasta Sanoka [Ruderal and synanthropic flora of the city of Sanok]. Ann. UMCS 39(13), 153–171. [in Polish]
- Tokarska-Guzik B., Rostański A.** 1997. Zasoby flory naczyniowej Katowic – ocena wstępna [Resources vascular flora of Katowice – initial assessment]. Acta Biol. Siles. 30(47), 21–55. [in Polish]
- Tokarska-Guzik B., Rostański A.** 1998. Flora naczyniowa miasta Czeladź [Vascular flora of Czeladź]. Acta Biol. Siles. 33(50), 12–58. [in Polish]
- Tokarska-Guzik B.** 2000. Spatial differentiation in the flora of Jaworzno town (Silesia Upland). Pr. Zakł. Taksonom. Rośl. UAM Pozn. 10, 281–289.
- Tokarska-Guzik B., Dajdok Z., Zajac M., Zajac A., Urbisz A., Danielewicz W., Hołdyński C.** 2012. Rośliny obcego pochodzenia w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem gatunków inwazyjnych. Warszawa, General. Dyr. Ochr. Środ. 197. [in Polish]
- Tomaszewska K., Bogdańska A.** 2011. Zróżnicowanie florystyczne wybranych alei gmin: Namysłów, Świerczów oraz Domaszowice na Dolnym Śląsku [Floristic diversity of selected alley municipalities: Namysłów, Świerczów and Domaszowice in Lower Silesia]. Arch. Krajobr. 1, 27–31. [in Polish]
- Trąba C., Wolański P.** 2011. Roślinność skarp rowów przydrożnych w rok po ich renowacji [Vegetation slopes of roadside ditches in a year after their renovation]. Ekol. Tech. 19(3A), 114–121. [in Polish].
- Trzaskowska E.** 2008. Roślinność spontaniczna towarzysząca szlakom komunikacyjnym w przestrzeni miejskiej (in: Od promenady do autostrady. Komunikacja z naturą). Eds. A. Greiner, M.E. Drozdek. Sulechów–Karsk, Wydaw. PWSZ, 274–284. [in Polish]
- Trzcińska-Tacik H.** 1979. Flora synantropijna Krakowa [Synantropic flora of Kraków]. Rozpr. UJ Krak. 32, 3–278. [in Polish]
- Urbisz A.** 1996. Flora naczyniowa Płaskowyżu Rybnickiego na tle antropogenicznych przemian tego obszaru [Vascular flora of Rybnik Plateau against a background of anthropogenic transformations of this area]. Ser. Rudensia 6, 124. [in Polish]
- Warcholińska A.U.** 2005. Flora roślin naczyniowych terenów kolejowych Sieradza [The vascular flora of the railway areas of Sieradz]. Bad. Fizjogr. Pol. Zach. 54, 113–124. [in Polish]
- Winiarski W., Janeczko E.** 2011. Ocena walorów krajobrazowych wybranych alei na terenie gminy Dubeninki [Rating of landscape chosen avenue in the municipality Dubeninki]. Rocz. Pol. Tow. Dendrol. 59, 77–84. [in Polish]

- Wójcicki T.** 1997. Kształtowanie zieleni w otoczeniu drogi (in: Ogólnopolska konferencja szkoleniowa. Zieleń w otoczeniu drogi na progu XX wieku), Kołobrzeg 3–5 września 1997. [b.w.], 1–13. [in Polish]
- Wróbel M.** 2005. Roślinność przydroży potencjalnym źródłem diaspor gatunków zasiedlających tereny wyłączone z użytkowania rolniczego. Spontaniczna flora i roślinność na obszarach wyłączonych z użytkowania rolniczego [Vegetation of roadsides as a potential source of propagules of the species that inhabit the areas excluded from agricultural use. Spontaneous flora and vegetation in the areas excluded from agricultural use]. *Acta Bot. Warmiae Masuriae* (4), 77–86. [in Polish]
- Wróbel M.** 2006. Przydrożna flora naczyniowa na Nizinie Szczecińskiej [Roadside vascular flora in Szczecin Lowland]. *Folia Univ. Agric. Stettin.* 248(101), 335–350. [in Polish]
- Wrzesień M.** 2003. Flora i zbiorowiska roślin naczyniowych terenów kolejowych w zachodniej części Wyżyny Lubelskiej. Praca doktorska. Lublin, IB UMCS, 224 (typescript). [in Polish]
- Wysocki C., Sikorski P.** 2002. Fitosocjologia stosowana. Warszawa, Wydaw. SGGW, 449. [in Polish]
- Wysocki C., Stawicka J.** 2000. Ochrona zmian florystycznych runi trawników miejskich [Protection of sward floristic changes in urban lawns]. *Łąk. Pol.* 3, 169–176. [in Polish]
- Zajączkowski K.** 1999. Dobór drzew i krzewów do zadrzewień towarzyszących autostradom przebiegających przez tereny rolne (in: Ekologiczne przejścia dla zwierząt wolno żyjących i przydrożne pasowe zadrzewienia niezbędnymi składnikami nowoczesnych inwestycji transportowych (autostrady i linie kolejowe). Międzynarodowe seminarium), Kraków 7–10 września 1999. [b.w.], 247–263. [in Polish]

**Abstract.** This paper presents the results of the research on the synanthropic flora of new and modernized highways in Szczecin and its significance for the city. Roads construction and modernization is a stimulating factor for an economic development and it significantly influences landscape. However, it also causes unfavourable changes to the environment, e.g. it contributes to habitat fragmentation, devastation of valuable ecosystems, and soil degradation. Regardless of roadsides being exposed to such huge impact, they are rich in plant species. Within the roadsides of five new and modernized highways in Szczecin, 194 plant species were identified, which belong to 2 divisions, 4 classes, 46 families and 143 genera. In the floristic composition of the investigated roadsides, 2 species under partial species protection and 1 species under strict species protection were found. On the basis of ecological analysis of the flora and its diversity it was found that the hemicryptophytes are a dominant form in the spectrum of life forms. By implication, the perennials represent the significant majority in the synanthropic flora of the investigated roadsides. The synanthropic flora of the roadsides affects the urban landscape. Because of its aesthetic value it can be used in urban open spaces planning.