

## NEPÔVODNÉ DRUHY VO VEGETÁCII ELEKTRIČKOVEJ TRATE BRATISLAVY

### ALIEN SPECIES IN THE VEGETATION OF THE TRAM TRACK OF BRATISLAVA

*Alena Rendeková<sup>1</sup>, Ján Miškovic<sup>2</sup>, Karol Mičieta<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Mgr. Alena Rendeková, Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta, Katedra botaniky, Révová 39, 811 02 Bratislava 1, Slovenská republika, e-mail: alenarendekova@gmail.com

<sup>2</sup>Mgr. Ján Miškovic, Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta, Katedra botaniky, Révová 39, 811 02 Bratislava 1, Slovenská republika, e-mail: jan.miskovic@uniba.sk

<sup>3</sup>Prof. RNDr. Karol Mičieta, CSc., Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta, Katedra botaniky, Révová 39, 811 02 Bratislava 1, Slovenská republika, e-mail: karol.micieta@fns.uniba.sk

DOI <http://doi.org/10.24040/actaem.2019.21.1.27-41>

**Abstrakt:** Príspevok je zameraný na výskum nepôvodných druhov vo vegetácii električkovej trate Bratislavy. Električkové trate predstavujú špecifický biotop, významný najmä z hľadiska šírenia nepôvodných druhov. V príspevku vyhodnocujeme fytoecologické zápisy rastlinných spoločenstiev, ktoré sme zaznamenali v koľajisku trate a v blízkosti koľajiska a porovnávame pokryvnostný podiel nepôvodných druhov – archeofytov a neofytov v zaznamenaných spoločenstvách. Priamo v koľajisku rastú hlavne spoločenstvá triedy *Stellarietea mediae*, ďalej od koľajiska spoločenstvá triedy *Artemisietea vulgaris*. Najvyššie hodnoty pokryvnostného podielu archeofytov sme zaznamenali v asociácii *Polygono-Portulacetum oleraceae* a v spoločenstve s *Digitaria sanguinalis* [*Stellarietea mediae*]. Neofyty mali najvyššiu pokryvnosť spoločenstve s *Amaranthus retroflexus* [*Stellarietea mediae*] a spoločenstve s *Conyza canadensis* [*Stellarietea mediae*], v ktorých dominujú uvedené invázne neofyty. *Amaranthus retroflexus*, *Digitaria sanguinalis* a *Portulaca oleracea* sú celkovo najrozšírejšími nepôvodnými druhmi vo vegetácii trate, vyskytovali sa v najväčšom počte zaznamenaných spoločenstiev.

**Kľúčové slová:** archeofyt, ekológia, invázne druhy, neofyt, synantropné rastlinné spoločenstvá

**Abstract:** This paper is focused on the research of alien species in the vegetation of the tram track of Bratislava. Tram tracks represent a specific biotope, which is very important for the spreading of alien species. In this paper we evaluate phytosociological relevés of plant communities, which we have recorded in the tram track yard and near the tram track and we compare percentual cover of alien species – archaeophytes and neophytes in the recorded communities. The communities of the class *Stellarietea mediae* grow on the tram track yard and the communities of the class *Artemisietea vulgaris* near the tram track. The highest values of the percentual cover of archaeophytes were recorded in the association *Polygono-Portulacetum oleraceae* and in the *Digitaria sanguinalis* community [*Stellarietea mediae*]. Neophytes had the highest percentual cover in the *Amaranthus retroflexus* community [*Stellarietea mediae*] and *Conyza canadensis* community [*Stellarietea mediae*] dominated by mentioned invasive neophytes. *Amaranthus retroflexus*, *Digitaria sanguinalis* and *Portulaca oleracea* are generally the most widespread alien species in the vegetation of the track, occurring in the largest number of recorded communities.

**Key words:** archaeophyte, ecology, invasive species, neophyte, synanthropic plant communities

## Úvod

Činnosť človeka v krajine je podstatným faktorom, ktorý vplýva na vegetáciu. Človek pretvára prostredie, vytvára nové podmienky a tým vplýva aj na druhy rastlín, ktoré sa v tomto prostredí vyskytujú. Rastlinné spoločenstvá, ktoré rastú na lokalitách vytvorených alebo ovplyvnených činnosťou človeka, sa nazývajú synantropné spoločenstvá (Jarolímek et al., 1997).

K špecifickým synantropným biotopom patria železničné a električkové trate. Spoločenstvá, ktoré dokážu rásť na električkových a železničných tratiach, sa museli adaptovať na veľmi špecifické prostredie a vďaka tomu majú unikátne vlastnosti. Mnohé druhy rastúce v tomto prostredí dokážu odolávať silnému mechanickému narušovaniu či toxickým látkam. Vegetácia pozdĺž tratí býva často odstraňovaná herbicídmi. Pôda v blízkosti tratí obsahuje veľké množstvo znečisťujúcich látok, napr. zvyšky mazacích olejov a pod., má zvýšenú koncentráciu ťažkých kovov. Pôdy sú navyše vysychavé, kamenisté. Rastliny, ktoré tu dokážu rásť, musia znášať tieto nepriaznivé podmienky. Musia tiež čeliť zošľapovaniu a mechanickému narušovaniu pri premávke vozidiel (Brandes, 1983; Wilkomirski et al., 2012).

Električkové a železničné trate sú zároveň významným biotopom z hľadiska výskytu a šírenia nepôvodných druhov rastlín. Sieť dopravných komunikácií slúži aj ako prostriedok pre šírenie rôznych druhov rastlín, a to hlavne nepôvodných (archeofytov a neofytov), ku ktorým patria aj invázne druhy. S prevozom tovaru a osôb sa prenášajú aj diaspóry rastlín. Pri úpravách a stavbe železničných a električkových tratí vznikajú nové biotopy – násypy, priekopy v blízkosti tratí, ktoré takisto predstavujú vhodný biotop pre uchytávanie nových druhov. (Pyšek, Tichý, 2001; Wilkomirski et al., 2012).

Na Slovensku prebiehal pomerne rozsiahly výskum flóry a vegetácie železničných tratí (Eliáš 1977; 1979a,b; 1981; Jehlík, 1998; Jehlík, Dostálek, 2008; Eliáš jun., 2011; Májková et al. 2014; Zaliberová, Májková, 2014; Májková, Limánek, 2016; Májková et al., 2016; Jehlík et al., 2017), ale botanici sa doposiaľ nezamerali na flóru a vegetáciu električkových tratí. Aj zo zahraničia bolo doposiaľ publikovaných len veľmi málo prác o vegetácii električkových tratí. Výskum rastlínstva električkovej trate realizovali napr. Woźnica et al. (2016) v Poľsku. Biotop železničných tratí je podobný električkovej trati, ale vegetácia električkovej trate má určité špecifiká (napr. šírenie druhov sa tu deje v rámci menšieho územia). Výskum vegetácie električkovej trate môže preto priniesť zaujímavé výsledky a nové informácie o šírení nepôvodných druhov.

Mesto Bratislava je vhodným územím na výskum vegetácie električkovej trate. Električková doprava predstavuje nosnú časť mestskej hromadnej dopravy v Bratislave. Trať prechádza takmer všetkými časťami mesta, spája jeho konce. Počas nedávnych rokov prebiehali na trati viaceré úpravy a stavebné práce, vďaka ktorým vznikali v blízkosti trate biotopy vhodné na uchytávanie diaspór nepôvodných druhov rastlín.

Cieľom našej štúdie bolo zdokumentovať vegetáciu električkovej trate Bratislavy pomocou fytocenologických zápisov a vyhodnotiť biodiverzitu a zastúpenie nepôvodných druhov (archeofytov a neofytov) v tejto vegetácii.

## Metodika

Výskum sme realizovali na území mesta Bratislava. Územím mesta prechádza električková trať o dĺžke 42 km. Koľajisko električkovej trate je v rôznych častiach mesta vyplnené rôznym materiálom: štrk alebo betón (Hrnčiarová et al., 2006).

Fytocenologické zápisy sme robili jednak priamo v koľajisku resp. v tesnej vzdialenosti od koľají – do cca 0,5 m, jednak vo väčšej vzdialenosti od koľajiska – od 1,5 m do 3 m od koľají. Priamo v koľajisku sme zápisy zaznamenávali len na tých častiach trate, kde sa v koľajisku nachádzal štrk, teda nie v úsekoch s betónom, pretože v takýchto častiach trate nerastie žiadna vegetácia.

Výskum prebiehal v rokoch 2016 – 2018, v súlade s metódami züriško-montpelliarskej školy (Braun-Blanquet, 1964). V zápisoch sme používali upravenú Braun-Blanquetovu stupnicu abundancie a dominancie, rozšírenú o stupne 2a, 2b, 2m (Barkman et al., 1964). Zaznamenané zápisy sme uložili v programe TURBOWIN (Hennekens, Schaminée, 2001) a následne upravili v programe JUICE (Tichý, 2002).

Zápisy sme vyhodnotili pomocou numerickej klasifikácie, ktorú sme previedli v programe SYN-TAX 2000 (Podani, 2001). Zápisy sme zaradili do syntaxónov na základe výsledkov numerickej klasifikácie a prítomnosti diagnostických, charakteristických a konštantných druhov, ktoré sme stanovili podľa publikácii Jarolímka et al. (1997) a Jarolímka a Šibíka (2008). Pri numerickej klasifikácii sme použili viaceré zhlukovacie metódy. Ako najlepšie interpretovateľné sa ukázali výsledky, ktoré sme získali metódou priemernej cesty v kombinácii s Wishartovým indexom. Výsledky numerickej klasifikácie sú znázornené na dendrograme (obr 1), ktorý sme vytvorili v programe SYN-TAX 2000 (Podani, 2001).

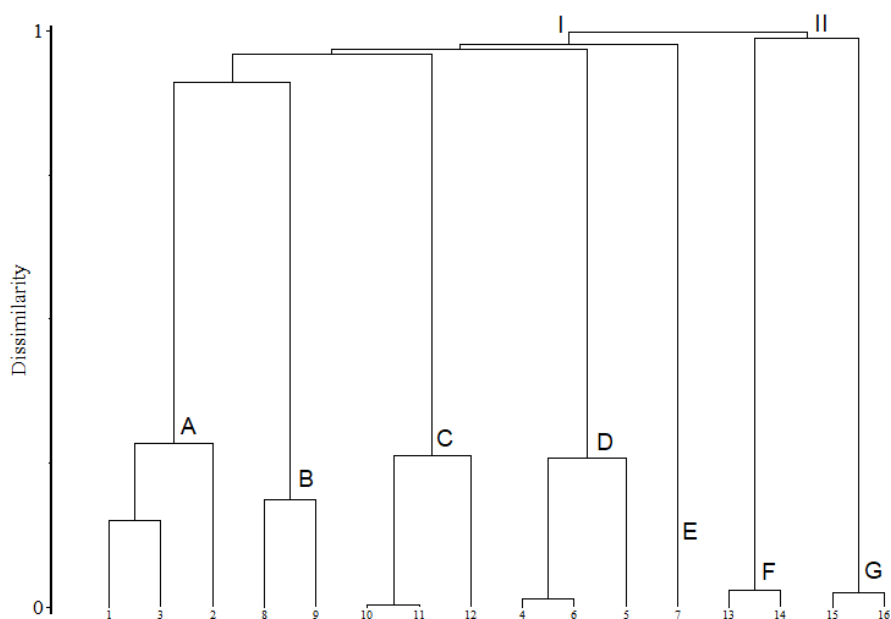
Zápisy uvádzame vo fytoocenologickej tabuľke (tab 1), ktorú sme vytvorili v programe JUICE (Tichý, 2002) a následne upravili v programe MICROSOFT EXCEL 2010. Taxóny sú v tabuľke zoradené podľa príslušnosti k jednotlivým syntaxónom (dominantné, diagnostické, charakteristické a konštantné taxóny spoločenstiev a vyšších syntaxónov) a v týchto skupinách podľa klesajúcej frekvencie. Zápisy sú v stĺpcoch tabuľky zoradené na základe výsledkov numerickej klasifikácie. Hodnoty abundancie a dominancie 2a, 2b sú v tabuľke uvedené ako a, b. Taxóny, ktoré sme zaznamenali len v jednom zápise, sú uvedené pod tabuľkou, pričom v zátvorke pri každom taxóne uvádzame číslo zápisu, v ktorom sa konkrétny taxón vyskytoval. Lokality zápisov a ďalšie údaje k zápisom uvádzame tiež pod tabuľkou.

Okrem fytoocenologického vyhodnotenia sme ďalej vypočítali aj zastúpenie nepôvodných druhov v spoločenstvách a biodiverzitu zaznamenaných spoločenstiev. Nepôvodné druhy sme určili podľa práce Medveckej et al. (2012). Zoznam zaznamenaných nepôvodných taxónov a ich zastúpenie v jednotlivých spoločenstvách uvádzame v Tab 2. V programoch JUICE (Tichý, 2002) a EXCEL sme vypočítali priemerný pokryvnostný podiel nepôvodných taxónov – archeofytov a neofytov ako aj priemerné hodnoty Shannon-Wienerovho indexu biodiverzity [H'] (Hill, 1973) v zápisoch. Pokryvnostný podiel sme vypočítali metódou, ktorú opisujú vo svojej práci Chytrý et al. (2005). Následne sme v programoch EXCEL a STATISTICA (Hill, Lewicki, 2007) vypočítali a porovnali priemerný pokryvnostný podiel archeofytov, neofytov a priemerné hodnoty Shannon-Wienerovho indexu diverzity v jednotlivých spoločenstvách. Výsledky analýz znázorňujú obrázky 3 – 5, ktoré sme vytvorili v programe STATISTICA.

Nomenklatúru taxónov uvádzame podľa Zoznamu nižších a vyšších rastlín Slovenska (Marhold, Hindák, 1998), nomenklatúru syntaxónov podľa Jarolímka a Šibíka (2008).

## Výsledky a diskusia

### Výsledky syntaxonomického vyhodnotenia



**Obr 1** Dendrogram (Metóda priemernej cesty + Wishartov index). Vysvetlivky: A – asociácia *Polygono-Portulacetum oleraceae*, B – asociácia *Eragrostio-Polygonetum arenastri*, C – spoločenstvo s *Digitaria sanguinalis* [*Stellarietea mediae*], D – spoločenstvo s *Amaranthus retroflexus* [*Stellarietea mediae*], E – spoločenstvo s *Conyza canadensis* [*Stellarietea mediae*], F – asociácia *Echio-Melilotetum*, G – spoločenstvo s *Pastinaca sativa* [*Dauco-Melilotion*], I – trieda *Stellarietea mediae*, II – trieda *Artemisietea vulgaris*

**Fig 1** Dendrogram (Group Average + Wishart's index). Explanation: A – association *Polygono-Portulacetum oleraceae*, B – association *Eragrostio-Polygonetum arenastri*, C – *Digitaria sanguinalis* community [*Stellarietea mediae*], D – *Amaranthus retroflexus* community [*Stellarietea mediae*], E – *Conyza canadensis* community [*Stellarietea mediae*], F – association *Echio-Melilotetum*, G – *Pastinaca sativa* community [*Dauco-Melilotion*], I – class *Stellarietea mediae*, II – class *Artemisietea vulgaris*

Výsledky syntaxonomického vyhodnotenia fytoocenologických zápisov z električkovej trate z Bratislavy pomocou numerickej klasifikácie sú znázornené na dendrograme na Obr 1. Dendrogram tvorí viacero zhlukov. Na najvyššej úrovni nepodobnosti (dissimilarity) vznikli dva väčšie zhluky – I a II. Sformovanie týchto zhlukov zodpovedá rozdeleniu zápisov na úrovni tried. So zhluk I patria všetky zápisy spoločenstiev triedy *Stellarietea mediae*, do zhluku II patria zápisy spoločenstiev triedy *Artemisietea vulgaris*. Vymedzenie týchto zhlukov možno vysvetliť zastúpením diagnostických, charakteristických a konštantných druhov týchto dvoch tried: v zápisoch zhluku I sú frekventovane zastúpené druhy triedy *Stellarietea mediae* a jej nižších syntaxónov, ktoré v zápisoch zhluku II dosahujú oveľa menšiu frekvenciu výskytu (tab 1). Naopak v zápisoch zhluku II sú frekventovanejšie než v zápisoch zhluku I zastúpené diagnostické druhy triedy *Artemisietea vulgaris* a jej nižších syntaxónov (Tab 1).

V rámci zhluku I na nižších úrovniach nepodobnosti vznikli A, B, C, D a E. Každý z týchto zhlukov tvoria zápisy zo samostatného spoločenstva alebo asociácie: zhluk A – asociácia *Polygono-Portulacetum oleraceae*, zhluk B – asociácia *Eragrostio-Polygonetum arenastri*, zhluk C – spoločenstvo s *Digitaria sanguinalis*, zhluk D – spoločenstvo s *Amaranthus retroflexus*, zhluk E – spoločenstvo s *Conyza canadensis*. Asociácie *Polygono-Portulacetum oleraceae* a *Eragrostio-Polygonetum arenastri* sú na vyššej úrovni nepodobnosti spojené do

väčšieho spoločného zhluku, kým zápisy z ostatných spoločenstiev sú od nich oddelené. Asociácie Polygono-Portulacetum oleraceae a Eragrostio-Polygonetum arenastris patria do spoločného zväzu Eragrostio-Polygonion arenastris. Keďže zápisy ostatných spoločenstiev sa od nich na dendrograme odčlenili, ostatné spoločenstvá ponechávame zaradené len na úrovni triedy Stellariete mediae.

Zhluk II na nižších úrovniach nepodobnosti zahŕňa zhluky F a G. Do zhluku F patria zápisy z asociácie *Echio-Melilotetum*. Zhluk G vytvorili zápisy porastov, v ktorých dominuje druh *Pastinaca sativa*. Zápisy zhluku G obsahujú väčší počet diagnostických druhov zväzu *Dauco-Melilotion*, napr. *Cichorium intybus*, *Melilotus albus*, *M. officinalis*, *Stenactis annua* (Tab 1), navyše sú na dendrograme na vyššej úrovni nepodobnosti spojené do spoločného väčšieho zhluku II spolu s asociáciou *Echio-Melilotetum*, ktorá tiež patrí do zväzu *Dauco-Melilotion*. Na základe týchto skutočností zaradíme aj spoločenstvo s *Pastinaca sativa* do uvedeného zväzu.

**Tab 1** Fytocenologické zápisy rastlinných spoločenstiev z električkovej trate Bratislavy

**Tab 1** Phytosociological relevés of the plant communities from the tram track of Bratislava

Spoločenstvo (zhluk na dendrograme – obr 1)	A (I)	B (I)	C (I)	D (I)	E(I)	F(II)	G (II)
Fytocenologický zápis č.	1 3 2	8 9	1 1 1 0 1 2	4 6 5	7	1 1 3 4	1 1 5 6
E <sub>1</sub> :							
Dominantné taxóny v spoločenstvách triedy <i>Stellarietea mediae</i> :							
<i>Portulaca oleracea</i>	3 3 4	r +	+ 1 1	1 + +	1	. .	. .
<i>Eragrostis minor</i>	+ r +	3 3	+ + +	r . r	+	. .	. .
<i>Polygonum arenastrum</i>	1 b 1	3 b	+ + r	+ . .	.	. r	r +
<i>Digitaria sanguinalis</i>	. + 1	+ .	4 4 3	. + +	+	. .	. .
<i>Amaranthus retroflexus</i>	+ + r	. .	1 1 .	3 3 4	+	. .	. .
<i>Coryza canadensis</i>	. . .	. . .	. r +	+ . r	4	. .	. .
Dominantné taxóny v spoločenstvách triedy <i>Artemisietea vulgaris</i> :							
<i>Echium vulgare</i>	. . .	. . .	. . .	. . .	r	4 4	. .
<i>Pastinaca sativa</i>	. . .	. . .	. . .	. . .	.	. +	4 4
Diagnostické, charakteristické a konštantné taxóny triedy <i>Stellarietea mediae</i> a jej nižších syntaxónov:							
<i>Setaria pumila</i>	. + +	. .	r + +	. + +	+	. .	. .
<i>Echinochloa crus-galli</i>	+ + r	. .	r . .	. . r	.	. .	. .
<i>Senecio vulgaris</i>	. + .	. +	+ . +	. . .	+	. .	. .
<i>Linaria vulgaris</i>	. r .	. . .	. . .	. . .	.	r +	+ +
<i>Setaria viridis</i>	. . .	a .	. + 1	r . .	.	. .	. .
<i>Lactuca serriola</i>	+ . .	. r	. . .	. . .	+	. .	. .
<i>Sonchus oleraceus</i>	r . .	. r	. . .	. r .	.	. .	. .
<i>Chenopodium album</i>	. . .	. . .	. r r	. . .	.	. .	. r
<i>Hordeum murinum</i>	+ . .	. . .	. . r	. . .	.	. .	. .
Diagnostické, charakteristické a konštantné taxóny triedy <i>Artemisietea vulgaris</i> a jej nižších syntaxónov:							
<i>Cichorium intybus</i>	. . .	. . .	r r r	. . .	+	a .	. a
<i>Medicago lupulina</i>	. . +	. . .	. . .	. . .	+	. .	. +
<i>Artemisia vulgaris</i>	. . .	. . .	. . .	. . .	r	1 1	. .

<i>Reseda lutea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	1	.			
<i>Stenactis annua</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+			
<i>Melilotus officinalis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+			
<i>Melilotus albus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	r			
Diagnostické, charakteristické a konštantné taxóny triedy <i>Polygono arenastris-Poetea annuae</i> a jej nižších syntaxónov:																	
<i>Plantago lanceolata</i>	+	+	.	r	+	1	+	+	.	.	.	.	1	1	+	1	
<i>Achillea millefolium</i> agg.	.	+	.	.	+	r	+	.	.	.	.	.	+	1	+	+	+
<i>Taraxacum</i> sect. <i>Ruderalia</i>	+	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	r	+	.	r	.	
<i>Lolium perenne</i>	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	+	+	+	.	
<i>Plantago major</i>	+	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	+	
<i>Trifolium repens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	r	.	
<i>Trifolium pratense</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	
<i>Lotus corniculatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	
<i>Poa annua</i>	r	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Lepidium ruderales</i>	r	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Dactylis glomerata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	
Ostatné taxóny:																	
<i>Acer platanoides</i> (juv.)	.	+	.	.	.	.	r	r	.	.	.	.	.	.	r	+	
<i>Medicago sativa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	
<i>Potentilla argentea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	
<i>Humulus lupulus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	r	
E <sub>0</sub> :																	
<i>Barbula unguiculata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	
<i>Bryum aregeum</i>	.	.	.	.	1	.	b	.	a	.	.	.	.	.	+	+	
<i>Bryum bicolor</i>	.	.	b	.	.	.	.	.	+	.	+	+	.	.	+	.	
<i>Bryum caespiticium</i>	a	+	.	.	+	.	a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Bryum erythrocarpum</i> agg.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	
<i>Didymodon fallax</i>	1	+	.	.	.	1	+	.	.	a	.	.	.	.	+	.	
<i>Didymodon rigidulus</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Pseudocrossidium hornschurchianum</i>	b	.	.	.	a	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	
<i>Tortula ruralis</i>	.	.	.	.	.	.	.	b	.	.	.	.	.	.	.	.	

Vysvetlivky: A – asociácia *Polygono-Portulacetum oleraceae*, B – asociácia *Eragrostio-Polygonetum arenastris*, C – spoločenstvo s *Digitaria sanguinalis* [*Stellarietea mediae*], D – spoločenstvo s *Amaranthus retroflexus* [*Stellarietea mediae*], E – spoločenstvo s *Conyza canadensis* [*Stellarietea mediae*], F – asociácia *Echio-Melilotetum*, G – spoločenstvo s *Pastinaca sativa* [*Dauco-Melilotion*], I – trieda *Stellarietea mediae*, II – trieda *Artemisietea vulgaris*

Taxóny, ktoré sa vyskytovali iba v jednom zápise:

E<sub>1</sub>: *Acer campestre* (juv.) (14): r; *Acosta rhenana* (16): r; *Ailanthus altissima* (juv.) (6): r; *Berteroa incana* (15): +; *Cirsium arvense* (15): +; *Daucus carota* (14): 1; *Elytrigia repens* (13): +; *Erodium cicutarium* (1): r; *Falcaria vulgaris* (15): +; *Hypericum perforatum* (13): +; *Matricaria discoidea* (9): r; *Matricaria recutita* (7): r; *Mentha longifolia* (13): r; *Negundo aceroides* (juv.) (9): r; *Odontites vulgaris* (16): r; *Oxalis dillenii* (3): r; *Petrorhagia prolifera* (7): +; *Populus alba* (juv.) (13): r; *Populus nigra* (juv.) (14): r; *Solanum nigrum* subsp. *schultesii* (6): r; *Thlaspi arvense* (9): r; *Trifolium campestre* (2): r; *Urtica dioica* (16): r

Údaje k fytoocenologickým zápisom:

Údaje sú uvedené v nasledovnom poradí: číslo fytoocenologického zápisu, lokalita, zemepisné súradnice (zemepisná šírka, zemepisná dĺžka, presnosť merania GPS), nadmorská výška, sklon, orientácia svahu, veľkosť plochy zápisu, celková pokrývnosť, pokrývnosti jednotlivých poschodí, výška porastu v cm, dátum zápisu, autor zápisu):

Asociácia *Polygono-Portulacetum oleraceae*:

Zápis č. 1, Bratislava, Karlova Ves, koľajisko električkovej trate pozdĺž ulice Karloveská, 3 m od zastávky Segnerova, 17°03'26.90", 48°09'13.60", ± 10 m, 169 m, 0°, -, 4 m<sup>2</sup>, celková pokrývnosť: 65%, E<sub>1</sub>: 50%, E<sub>0</sub>: 25%, 2 cm – 8 cm, piesočnatý + prímes štrku, 2.8.2016, A. Rendeková

Zápis č. 3, Bratislava, Rača, koľajisko električkovej trate pozdĺž ulice Račianska, 4 m od zastávky Malé Krasňany, 17°08'20.00", 48°11'27.90", ± 12 m, 149 m, 0°, -, 4 m<sup>2</sup>, celková pokrývnosť: 65%, E<sub>1</sub>: 65%, E<sub>0</sub>: 1%, 2 cm – 15 cm, štrkovitý, 6.8.2018, A. Rendeková

Zápis č. 2, Bratislava, Karlova Ves, koľajisko električkovej trate pozdĺž ulice Botanická, 3 m od zastávky Botanická záhrada, 17°04'19.10", 48°08'53.80", ± 14 m, 164 m, 0°, -, 6 m<sup>2</sup>, celková pokrývnosť: 80%, E<sub>1</sub>: 65%, E<sub>0</sub>: 20%, 2 cm – 10 cm, piesočnatý + prímes štrku, 14.8.2016, A. Rendeková

Asociácia *Eragrostio-Polygonetum arenastri*:

Zápis č. 8, Bratislava, Nové Mesto, koľajisko električkovej trate pozdĺž ulice Miletičova, 17°07'55.60", 48°09'23.50", ± 16 m, 160 m, 0°, -, 3 m<sup>2</sup>, celková pokrývnosť: 60%, E<sub>1</sub>: 60%, E<sub>0</sub>: 0%, 2 cm – 8 cm, piesočnatý + prímes štrku, 6.8.2018, A. Rendeková

Zápis č. 9, Bratislava, Dúbravka, koľajisko električkovej trate pozdĺž ulice M.Schneidera-Trnavského, 12 m od zastávky Horné Krčace, 17°02'56.80", 48°10'26.10", ± 5 m, 196 m, 10°, JJV, 2 m<sup>2</sup>, celková pokrývnosť: 60%, E<sub>1</sub>: 50%, E<sub>0</sub>: 10%, 3 cm – 15 cm, piesočnatý + prímes štrku, 1.8.2016, A. Rendeková

Spoločenstvo s *Digitaria sanguinalis* [*Stellarietea mediae*]:

Zápis č. 10, Bratislava, Rača, koľajisko električkovej trate pozdĺž ulice Račianska, 10 m od zastávky ŽST Vinohrady, 17°07'59.90", 48°11'08.00", ± 11 m, 152 m, 0°, -, 4 m<sup>2</sup>, celková pokrývnosť: 60%, E<sub>1</sub>: 60%, E<sub>0</sub>: 5%, 3 cm – 10 cm, piesočnatý + prímes štrku, 26.7.2018, A. Rendeková

Zápis č. 11, Bratislava, Rača, koľajisko električkovej trate pozdĺž ulice Kubačova, medzi zastávkami Hybešova a Hečkova, 17°08'59.30", 48°12'25.50", ± 8 m, 150 m, 0°, -, 4 m<sup>2</sup>, celková pokrývnosť: 70%, E<sub>1</sub>: 60%, E<sub>0</sub>: 20%, 2 cm – 10 cm, piesočnatý + prímes štrku, 6.8.2017, A. Rendeková

Zápis č. 12, Bratislava, Karlova Ves, koľajisko električkovej trate pozdĺž ulice Karloveská, 8 m od zastávky Borská, 17°02'54.10", 48°09'44.60", ± 6 m, 202 m, 0°, -, 3 m<sup>2</sup>, celková pokrývnosť: 60%, E<sub>1</sub>: 50%, E<sub>0</sub>: 20%, 3 cm – 15 cm, piesočnatý + prímes štrku, 22.7.2016, A. Rendeková

Spoločenstvo s *Amaranthus retroflexus* [*Stellarietea mediae*]:

Zápis č. 4, Bratislava, Karlova Ves, koľajisko električkovej trate blízko ulice Molecova, 25 m od zastávky Molecova, 17°03'47.70", 48°08'57.10", ± 8 m, 169 m, 0°, -, 4 m<sup>2</sup>, celková pokrývnosť: 60%, E<sub>1</sub>: 60%, E<sub>0</sub>: 10%, 5 cm – 20 cm, piesočnatý + prímes štrku, 28.7.2017, A. Rendeková

Zápis č. 6, Bratislava, Rača, koľajisko električkovej trate pozdĺž ulice Račianska, 20 m od zastávky Račianske mýto, 17°07'16.20", 48°09'31.40", ± 10 m, 152 m, 0°, -, 6 m<sup>2</sup>, celková pokrývnosť: 60%, E<sub>1</sub>: 50%, E<sub>0</sub>: 10%, 5 cm – 25 cm, štrkovitý, 2.8.2017, A. Rendeková

Zápis č. 5, Bratislava, Staré Mesto, koľajisko električkovej trate pozdĺž ulice Nábrežie armádneho generála Ludvíka Svobodu, 20 m od zastávky Kráľovské údolie, 17°05'10.10", 48°08'33.60", ± 8 m, 142 m, 0°, -, 8 m<sup>2</sup>, celková pokrývnosť: 65%, E<sub>1</sub>: 65%, E<sub>0</sub>: 1%, 2 cm – 20 cm, štrkovitý, 13.8.2016, A. Rendeková

Spoločenstvo s *Conyza canadensis* [*Stellarietea mediae*]:

Zápis č. 7, Bratislava, Karlova Ves, koľajisko električkovej trate pozdĺž ulice Botanická, medzi zastávkami Botanická záhrada a Lafranconi, 17°04'19.60", 48°08'53.10", ± 8 m, 166 m, 0°, -, 12 m<sup>2</sup>, celková pokrývnosť: 80%, E<sub>1</sub>: 80%, E<sub>0</sub>: 1%, 10 cm – 50 cm, piesočnatý + prímes štrku, 6.7.2018, A. Rendeková

Asociácia *Echio-Melilotetum*:

Zápis č. 13, Bratislava, Dúbravka, koľajisko električkovej trate pozdĺž ulice M.Schneidera-Trnavského, 6 m od zastávky Horné Krčace, 17°02'56.20", 48°10'28.70", ± 6 m, 198 m, 12°, JJV, 20 m<sup>2</sup>, celková pokrývnosť: 80%, E<sub>1</sub>: 80%, E<sub>0</sub>: 1%, 25 cm – 100 cm, piesočnatý, 28.6.2017, A. Rendeková

Zápis č. 14, Bratislava, Rača, koľajisko električkovej trate pozdĺž ulice Jurská, 25 m od zastávky Vozovňa Krasňany, 17°08'06.90", 48°11'16.10", ± 14 m, 148 m, 0°, -, 12 m<sup>2</sup>, celková pokrývnosť: 65%, E<sub>1</sub>: 65%, E<sub>0</sub>: 0%, 20 cm – 80 cm, piesočnatý, 4.7.2016, A. Rendeková

Spoločenstvo s *Pastinaca sativa* [*Dauco-Melilotion*]:

Zápis č. 15, Bratislava, Dúbravka, koľajisko električkovej trate v blízkosti ulice Švantnerova, 8 m od zastávky Švantnerova, 17°02'21.60", 48°10'57.40", ± 10 m, 196 m, 0°, –, 12 m<sup>2</sup>, celková pokryvnosť: 80%, E<sub>1</sub>: 80%, E<sub>0</sub>: 3%, 20 cm – 60 cm, piesočnatý + prímes štrku, 18.7.2016, A. Rendeková

Zápis č. 16, Bratislava, Rača, koľajisko električkovej trate pozdĺž ulice Cyprichova, medzi zastávkami Pekná cesta a Černockého, 17°08'44.40", 48°11'51.70", ± 12 m, 149 m, 0°, –, 14 m<sup>2</sup>, celková pokryvnosť: 70%, E<sub>1</sub>: 70%, E<sub>0</sub>: 1%, 25 cm – 65 cm, hlinitý + prímes piesku, 4.7.2018, A. Rendeková

Zoznam a charakteristika zazamenaných spoločenstiev a ich zaradenie do vyšších syntaxónov

Trieda *Stellarietea mediae* R. Tx. et al. ex von Rochow 1951

Rad *Eragrostietalia* J. Tx. ex Poli 1966

Zväz *Eragrostio-Polygonion arenastri* Couderc et Izco ex Čarni et Mucina 1997

Asociácia *Eragrostio-Polygonetum arenastri* Oberd. 1954 corr. Mucina 1993

Asociácia *Polygono-Portulacetum oleraceae* Eliáš 1986

Bližšie nezaradené spoločenstvá triedy *Stellarietea mediae*

Spoločenstvo s *Amaranthus retroflexus* [*Stellarietea mediae*]

Spoločenstvo s *Conyza canadensis* [*Stellarietea mediae*]

Spoločenstvo s *Digitaria sanguinalis* [*Stellarietea mediae*]

Trieda *Artemisietea vulgaris* Lohmeyer et al. ex von Rochow 1951

Rad *Onopordetalia* Br.-Bl. et R. Tx. ex Klika et Hadač 1944

Zväz *Dauco-Melilotion* Görs 1966

Asociácia *Echio-Melilotetum* R. Tx. 1947

Spoločenstvo s *Pastinaca sativa* [*Dauco-Melilotion*]

Celkovo sme na električkovej trati Bratislavy zaznamenali sedem rastlinných spoločenstiev, ktoré patria do dvoch fytoecologických tried – *Artemisietea vulgaris* a *Stellarietea mediae* (Tab 1).

Vegetácia trate sa nelíši v rámci jednotlivých častí mesta, pozdĺž celej trate sme zaznamenali rovnaké typy spoločenstiev. Zápisy spoločenstiev triedy *Stellarietea mediae* pochádzajú priamo z koľajiska, resp. z tesnej blízkosti od koľajiska električkovej trate. Vo väčšej vzdialenosti od trate rastú v Bratislave na základe výsledkov nášho výskumu spoločenstvá triedy *Artemisietea vulgaris* (Tab 1, údaje k fytoecologickým zápisom). Do triedy *Stellarietea mediae* patria spoločenstvá s prevahou jednoročných terofytov, ktoré sú prispôsobené na osídľovanie človekom narúšaných, novovytvorených stanovišť. Trieda *Artemisietea vulgaris* zahŕňa spoločenstvá dvojročných a trváčich hemikryptofytov, ktoré rastú väčšinou na xerothermných synantropných biotopoch (Jarolímek et al., 1997).

V spoločenstvách zaznamenaných v koľajisku a v tesnej blízkosti trate mali prevahu predovšetkým terofyty nižšieho vzhľadu, kým spoločenstvá, ktoré rástli ďalej od trate, tvorili hlavne hemikryptofyty, dorastajúce do väčšej výšky. Disturbancie spôsobované premávaním vozidiel a zošľapovaním cestujúcimi mechanicky poškodzujú rastliny, preto sú druhy zakrpatené. Disturbancie zároveň zabraňujú nástupu ďalších štádií sukcesie, preto priamo v koľajisku rastú iba spoločenstvá terofytov. Vplyv disturbancii so zväčšujúcou sa vzdialenosťou od trate klesá, preto vo väčšej vzdialenosti prevažujú spoločenstvá hemikryptofytov a rastliny tu dorastajú do väčšej výšky.

Z triedy *Artemisietea vulgaris* sme v okolí električkovej trate Bratislavy zaznamenali rásť porasty asociácie *Echio-Melilotetum* a porasty spoločenstva s *Pastinaca sativa* [*Dauco-Melilotion*]. Z triedy *Stellarietea mediae* sú na električkovej trati v Bratislave časté spoločenstvá zväzu *Eragrostio-Polygonion arenastri*, ktoré sa vo všeobecnosti vyskytujú hlavne na zošľapovaných synantropných biotopoch. Jedným z najrozšírenejších spoločenstiev je napr. asociácia *Polygono-Portulacetum oleraceae* (Obr 2), v ktorej dominuje poliehavá sukulentná rastlina *Portulaca oleracea*, pochádzajúca z južných oblastí Európy a Ázie (Medvecká et al., 2012). Teplomilným druhom sa v podmienkach železničných tratí darí, pretože teploty v koľajisku trate sú veľmi vysoké a pôdy sú tu vysychavé (Brandes, 1983; Wilkomirski et al., 2012). Poliehavý vzrast je tiež výhodný, nakoľko v koľajisku a jeho tesnej blízkosti dochádza k neustálemu mechanickému



narušovaní nadzemných častí rastlín. Uvedené vlastnosti umožnili výrazné rozšírenie druhu *Portulaca oleracea* pozdĺž trate.



**Obr 2** Porasty asociácie *Polygono-Portulacetum oleraceae* – jedného z najrozšírenejších spoločenstiev rastúcich v koľajisku električkovej trate v Bratislave. Autor fotografie: Mgr. Michal Hrabovský, PhD.

**Fig 2** Stands of the association *Polygono-Portulacetum oleraceae* – one of the most widespread communities growing in the tram track in Bratislava. Author of photo: Mgr. Michal Hrabovský, PhD.

### **Výsledky vyhodnotenia zastúpenia nepôvodných druhov v spoločenstvách a výsledky vyhodnotenia biodiverzity spoločenstiev**

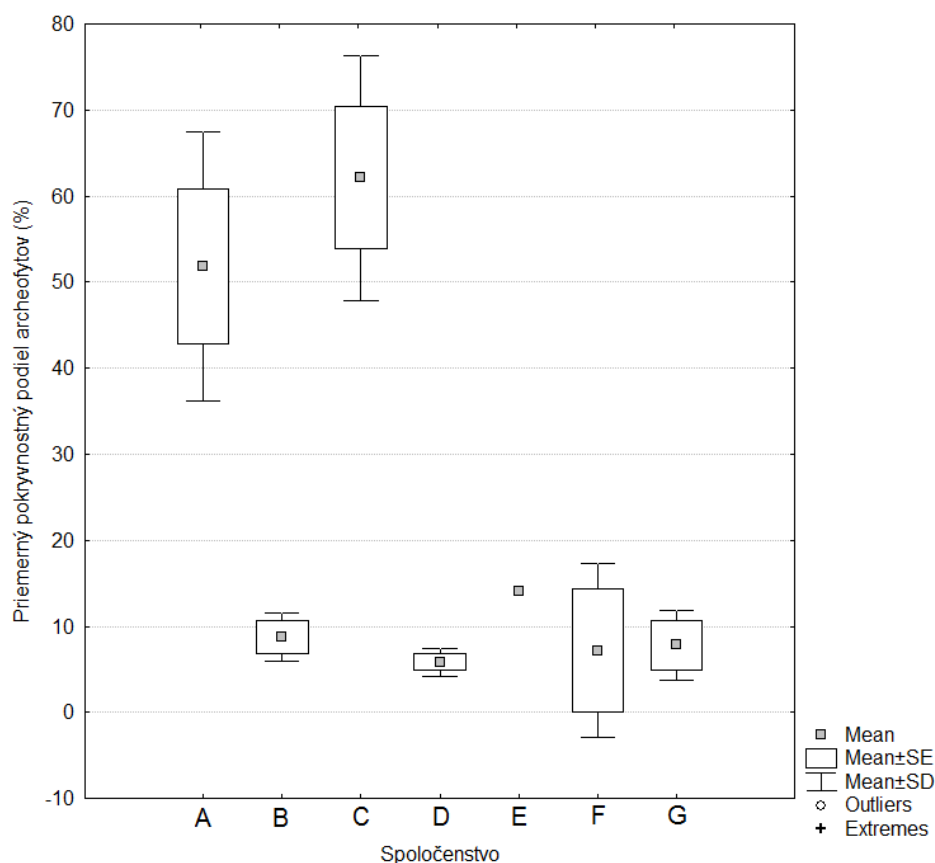
Výsledky vyhodnotenia zastúpenia nepôvodných druhov v spoločenstvách sú znázornené na Obr 3 a Obr 4. Najvyššie hodnoty pokryvnostného podielu archeofytov sme zistili v asociácii *Polygono-Portulacetum oleraceae* a v spoločenstve s *Digitaria sanguinalis* [*Stellarietea mediae*] (obr 3), čo možno zdôvodniť faktom, že v týchto spoločenstvách dominujú archeofyty *Portulaca oleracea* a *Digitaria sanguinalis*. Tieto dva archeofyty sú najvýraznejšie rozšírené vo vegetácii koľajiska električkovej trate celkovo – boli zaznamenané až v piatich spoločenstvách (tab 2). Ďalšími archeofytmi, ktoré sme v porastoch na trati a v jej okolí zaznamenali, boli napr. *Cichorium intybus*, *Echinochloa crus-galli*, *Hordeum murinum*, *Reseda lutea*, *Senecio vulgaris*, *Setaria pumila*, *S. viridis*, *Sonchus oleraceus* atď. (Tab 2).

Neofyty dosahujú najvyšší pokryvnostný podiel v spoločenstve s *Amaranthus retroflexus* [*Stellarietea mediae*] a v spoločenstve s *Conyza canadensis* [*Stellarietea mediae*] (obr 4), v ktorých dominujú neofyty *Amaranthus retroflexus* a *Conyza canadensis*. *Amaranthus retroflexus* je zároveň najrozšírenejší neofyt koľajiska električkovej trate celkovo – vyskytoval sa až v štyroch spoločenstvách (Tab 2). Medzi ďalšie zaznamenané neofyty patria napr. *Ailanthus altissima* (juv.), *Medicago sativa*, *Stenactis annua* atď. (Tab 2).

Výsledky vyhodnotenia biodiverzity spoločenstiev znázorňuje Obr 5. Najvyššiu biodiverzitu majú spoločenstvá triedy *Artemisietea vulagris*. V spoločenstvách triedy *Stellarietea mediae* sme zaznamenali o niečo nižšie hodnoty Shannon-Wienerovho indexu biodiverzity. V rámci triedy *Artemisietea vulagris* majú najväčšiu diverzitu porasty asociácie *Echio-Melilotetum*. Celkovo najnižšiu biodiverzitu sme zistili v spoločenstve s *Amaranthus retroflexus* [*Stellarietea mediae*].

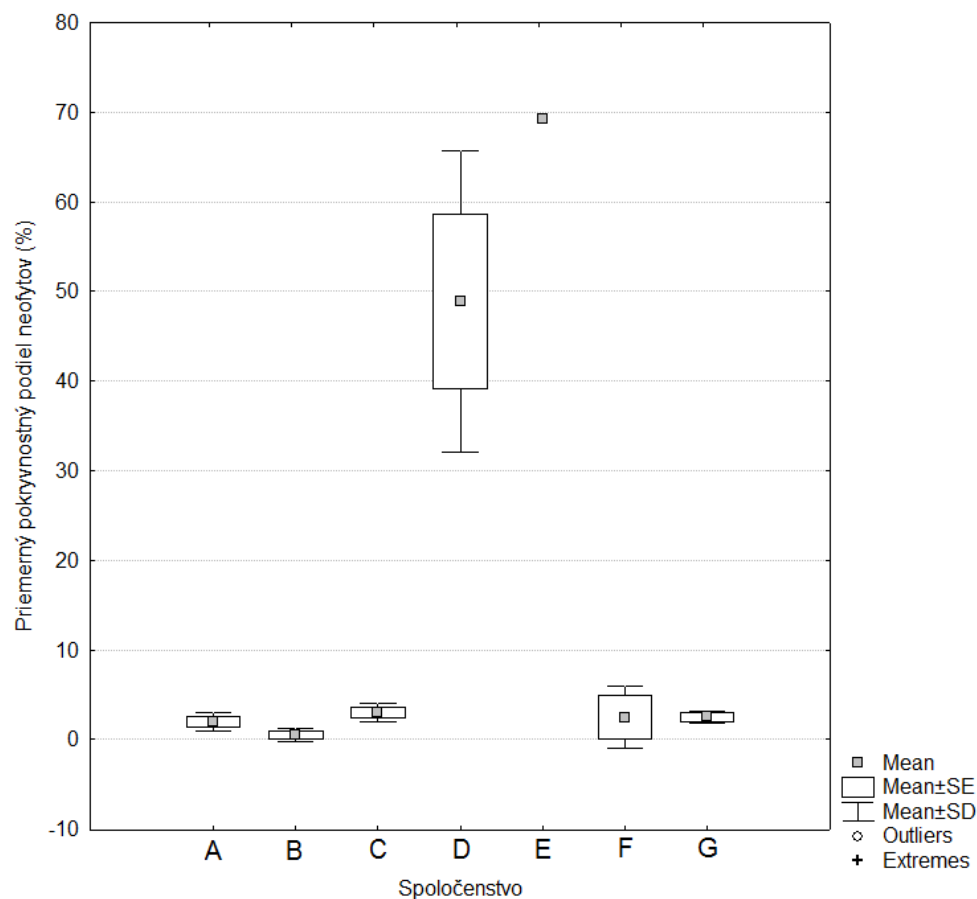
V spoločenstvách triedy *Artemisietea vulagris*, ktoré majú vyššiu biodiverzitu (Obr 5), neofyty nedosahovali tak vysoký pokryvnostný podiel (Obr 3 a Obr 4) ako v spoločenstve s *Amaranthus retroflexus* [*Stellarietea mediae*], ktoré má veľmi nízku diverzitu (Obr 5). Naša štúdia ukázala, že neofyty, najmä invázne neofyty ako *Amaranthus retroflexus*, môžu negatívne ovplyvniť biodiverzitu spoločenstva. Negatívny vplyv neofytov na biodiverzitu pozorujú aj mnohí ďalší autori v rôznych typoch spoločenstiev po celom svete (napr. Mack et al., 2000; Pimentel et al., 2001; Russell, Blackburn, 2017).

Poznanky získané výskumom nepôvodných druhov a diverzity vegetácie električkových tratí v mestskom prostredí môžu byť využité pri opatreniach v rámci problematiky šírenia invázných druhov a ich vplyvov na biodiverzitu.



**Obr 3** Porovnanie priemerného pokryvnostného podielu archeofytov v spoločenstvách električkovej trate Bratislavy. Vysvetlivky: A – asociácia *Polygono-Portulacetum oleraceae*, B – asociácia *Eragrostio-Polygonetum arenastri*, C – spoločenstvo s *Digitaria sanguinalis* [*Stellarietea mediae*], D – spoločenstvo s *Amaranthus retroflexus* [*Stellarietea mediae*], E – spoločenstvo s *Conyza canadensis* [*Stellarietea mediae*], F – asociácia *Echio-Melilotetum*, G – spoločenstvo s *Pastinaca sativa* [*Dauco-Melilotion*]

**Fig 3** The comparison of the average percentual cover of archaeophytes in the communities from tram track of Bratislava. Explanation: A – association *Polygono-Portulacetum oleraceae*, B – association *Eragrostio-Polygonetum arenastri*, C – *Digitaria sanguinalis* community [*Stellarietea mediae*], D – *Amaranthus retroflexus* community [*Stellarietea mediae*], E – *Conyza canadensis* community [*Stellarietea mediae*], F – association *Echio-Melilotetum*, G – *Pastinaca sativa* community [*Dauco-Melilotion*]



**Obr 4** Porovnanie priemerného pokryvnostného podielu neofytov v spoločenstvách električkovej trate Bratislavy. Vysvetlivky: A – asociácia *Polygono-Portulacetum oleraceae*, B – asociácia *Eragrostio-Polygonetum arenastri*, C – spoločenstvo s *Digitaria sanguinalis* [*Stellarietea mediae*], D – spoločenstvo s *Amaranthus retroflexus* [*Stellarietea mediae*], E – spoločenstvo s *Conyza canadensis* [*Stellarietea mediae*], F – asociácia *Echio-Melilotetum*, G – spoločenstvo s *Pastinaca sativa* [*Dauco-Melilotion*]

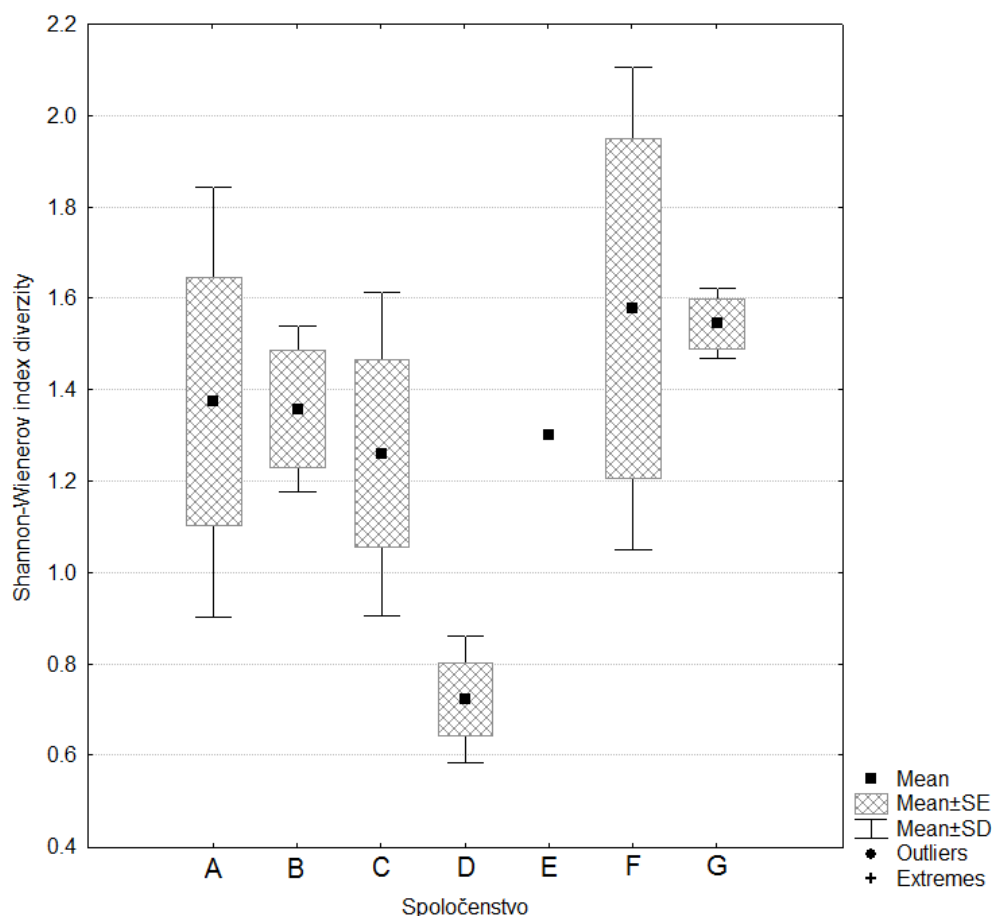
**Fig 4** The comparison of the average percentual cover of neophytes in the communities from tram track of Bratislava. Explanation: A – association *Polygono-Portulacetum oleraceae*, B – association *Eragrostio-Polygonetum arenastri*, C – *Digitaria sanguinalis* community [*Stellarietea mediae*], D – *Amaranthus retroflexus* community [*Stellarietea mediae*], E – *Conyza canadensis* community [*Stellarietea mediae*], F – association *Echio-Melilotetum*, G – *Pastinaca sativa* community [*Dauco-Melilotion*]

**Tab 2** Zoznam nepôvodných taxónov (archeofytov a neofytov) a ich zastúpenie v jednotlivých spoločenstvách električkovej trate Bratislavy

**Tab 2** List of alien taxa (archaeophytes and neophytes) and their representation in the communities from the tram track of Bratislava

spoločenstvo:	A	B	C	D	E	F	G
<b>archeofyty:</b>							
<i>Berteroa incana</i>							X
<i>Cichorium intybus</i>			X		X	X	X
<i>Digitaria sanguinalis</i>	X	X	X	X	X		
<i>Echinochloa crus-galli</i>	X		X	X			
<i>Hordeum murinum</i>	X		X				
<i>Lactuca serriola</i>	X	X			X		
<i>Lepidium ruderales</i>	X		X				
<i>Melilotus albus</i>						X	X
<i>Melilotus officinalis</i>						X	X
<i>Portulaca oleracea</i>	X	X	X	X	X		
<i>Reseda lutea</i>					X	X	X
<i>Senecio vulgaris</i>	X	X	X		X		
<i>Setaria pumila</i>	X		X	X	X		
<i>Setaria viridis</i>		X	X	X			
<i>Sonchus oleraceus</i>	X	X		X			
<i>Thlaspi arvense</i>		X					
<b>neofyty:</b>							
<i>Ailanthus altissima</i> (juv.)				X			
<i>Amaranthus retroflexus</i>	X		X	X	X		
<i>Conyza canadensis</i>			X	X	X		
<i>Matricaria discoidea</i>		X					
<i>Medicago sativa</i>						X	X
<i>Negundo aceroides</i> (juv.)		X					
<i>Solanum nigrum</i> subsp. <i>schultesii</i>				X			
<i>Stenactis annua</i>					X	X	X

Vysvetlivky: A – asociácia *Polygono-Portulacetum oleraceae*, B – asociácia *Eragrostio-Polygonetum arenastri*, C – spoločenstvo s *Digitaria sanguinalis* [*Stellarietea mediae*], D – spoločenstvo s *Amaranthus retroflexus* [*Stellarietea mediae*], E – spoločenstvo s *Conyza canadensis* [*Stellarietea mediae*], F – asociácia *Echio-Melilotetum*, G – spoločenstvo s *Pastinaca sativa* [*Dauco-Melilotion*]



**Obr 5** Porovnanie biodiverzity spoločenstiev električkovej trate Bratislavy. Vysvetlivky: A – asociácia *Polygono-Portulacetum oleraceae*, B – asociácia *Eragrostio-Polygonetum arenastri*, C – spoločenstvo s *Digitaria sanguinalis* [*Stellarietea mediae*], D – spoločenstvo s *Amaranthus retroflexus* [*Stellarietea mediae*], E – spoločenstvo s *Conyza canadensis* [*Stellarietea mediae*], F – asociácia *Echio-Melilotetum*, G – spoločenstvo s *Pastinaca sativa* [*Dauco-Melilotion*]

**Fig 5** The comparison of the biodiversity in the communities from tram track of Bratislava. Explanation: A – association *Polygono-Portulacetum oleraceae*, B – association *Eragrostio-Polygonetum arenastri*, C – *Digitaria sanguinalis* community [*Stellarietea mediae*], D – *Amaranthus retroflexus* community [*Stellarietea mediae*], E – *Conyza canadensis* community [*Stellarietea mediae*], F – association *Echio-Melilotetum*, G – *Pastinaca sativa* community [*Dauco-Melilotion*]

### Pod'akovanie

Touto cestou by sme chceli veľmi pekne poďakovať doc. Mgr. Kataríne Mišíkovej, PhD. za pomoc s určovaním machorastov a Mgr. Michalovi Hrabovskému, PhD. za odfotografovanie porastov na električkovej trati. Príspevok vznikol s podporou grantu Grant Agency VEGA (Bratislava), č. 1/0885/16 a čiastočnou podporou projektu Vedeckého parku Univerzity Komenského v Bratislave OPERAČNÝ PROGRAM VÝSKUM A VÝVOJ – ITMS kód projektu: 26240220086.

### Literatúra

- Barkman, J. J., Doing, H., Segal, S. 1964. Kritische Bemerkungen und Vorschläge zur quantitativen Vegetationsanalyse. *Acta Bot. Neerl.*, roč. 13, s. 394-419.
- Brandes, D. 1993. Eisenbahnanlagen als Untersuchungsgegenstand der Geobotanik. *Tuexenia*, roč. 13, s. 415-444. ISSN 0722-494X.

- Braun-Blanquet, J. 1964. *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde*. 3. vyd., Wien : Springer-Verlag. 865 s.
- Eliáš, P. 1977. Poznámky k lokalitám *Tribulus terrestris* L. subsp. *orientalis* (Kern.) Dost. na železničných stanovištiach Slovenska. *Zpr. Čs. Bot. Společ.*, roč. 12, s. 127-129. ISSN 0009-0662.
- Eliáš, P. 1979a. Zriedkavejšie rastliny železničných komunikácií na západnom Slovensku I. *Biológia*, roč. 34, s. 67-70. ISSN 0006-3088.
- Eliáš, P. 1979b. *Linario-Brometum tectorum* na železničnej stanici Cífer (západné Slovensko). *Biológia*, roč. 34, s. 329-333. ISSN 0006-3088.
- Eliáš, P. 1981. Zriedkavejšie rastliny železničných komunikácií na západnom Slovensku II. *Biológia*, roč. 36, s. 73-77. ISSN 0006-3088.
- Eliáš jun., P. 2011. *Geranium purpureum* Vill. – new alien species to the Slovak flora. *Thaiszia – J. Bot.*, roč. 21, s. 21-28. ISSN 1210-0420.
- Hennekens, S. M., Schaminée, J. H. J. 2001. TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data. *J. Veg. Sci.*, roč. 12, s. 589-591. ISSN 1100-9233. DOI: 10.2307/3237010
- Hill, M. O. 1973. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology*, roč. 54, s. 427-432. ISSN 1939-9170.
- Hill, T., Lewicki, P. 2007. *STATISTICS: Methods and Applications*. Tulsa, OK : StatSoft. 800 s. ISBN 1-884233-59-7.
- Hrnčiarová, T., Izakovičová, Z., Pauditšová, E., Krnáčová, Z., Štefunková, D., Dobrovodská, M., Kalivodová, E., Moyzeová, M., Špulerová, J., Popovičová-Waters, J. 2006. *Krajinnoekologické pomery rozvoja Bratislavy*. Bratislava : Veda. 315 s. ISBN 8022409103.
- Chytrý, M., Pyšek, P., Tichý, L., Knollová, I., Danihelka, J. 2005. Invasions by alien plants in the Czech Republic: a quantitative assessment across habitats. *Preslia*, roč. 77, s. 339-354. ISSN 0032-7786.
- Jarolímecký, I., Zaliberová, M., Mucina, L., Mochnacký, S. 1997. *Rastlinné spoločenstvá Slovenska. 2. Synantropná vegetácia*. Bratislava : Veda. 420 s. ISBN 80-224-0522-1.
- Jarolímecký, I., Šibík, J. 2008. *Diagnostic, constant and dominant species of the higher vegetation units of Slovakia*. Bratislava : Veda. 332 s. ISBN 978-80-224-1024-3.
- Jehlík, V. 1998. *Cizí expanzivní plevele České republiky a Slovenské republiky*. Praha : Academia. 508 s. ISBN 80-200-0656-7.
- Jehlík, J., Dostálek, J. 2008. Influence of railway transport in the South-East of Slovakia on formation of adventive flora in Central Europe. *Biodiv. Res. Conserv.*, roč. 11-12, s. 27-32. ISSN 1897-2810.
- Jehlík, V., Zaliberová, M., Májeková, J. 2017. The influence of the Eastern migration route on the Slovak flora – a comparison after 40 years. *Tuexenia*, roč. 37, s. 313-332. ISSN 0722-494X. DOI: 10.14471/2016.37.023
- Mack, R. N., Simberloff, D., Lonsdale, W. M., Evans, H., Clout, M., Bazzaz, F. A. 2000. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecol Appl.*, roč. 10, č. 3, s. 689-710. ISSN 1939-5582. DOI: [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2000\)010\[0689:BICEGC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2000)010[0689:BICEGC]2.0.CO;2)
- Marhold, K., Hindák, F. 1998. *Zoznam nižších a vyšších rastlín Slovenska*. Bratislava : Veda. 687 s. ISBN 80-224-0526-4.
- Májeková, J., Letz, D. R., Slezák, M., Zaliberová, M., Hrivnák, R. 2014. Rare and threatened vascular plants of the railways in Slovakia. *Biodiv. Res. Conserv.*, roč. 35, s. 75-85. ISSN 1897-2810. DOI: <https://doi.org/10.2478/biocr-2014-0024>
- Májeková, J., Limánek, J. 2016. Diverzita flóry železničných staníc na trati Poprad – Plaveč (východné Slovensko). *Bull. Slov. Bot. Spoločn.*, roč. 38, č. 1, s. 37-45. ISSN 1337-7043.
- Májeková, J., Jehlík, V., Zaliberová, M. 2016. Railway stations vs. thermophilous species (example from Eastern Slovakia). *Thaiszia – J. Bot.*, roč. 26, č. 2, s. 173-188. ISSN 1210-0420.
- Medvecká, J., Kliment, J., Májeková, J., Halada, L., Zaliberová, M., Gojdičová, E., Feráková, V., Jarolímecký, I. 2012. Inventory of alien species of Slovakia. *Preslia*, roč. 84, s. 257-309. ISSN 0032-7786.
- Pimentel, D., McNair, S., Janečka, J., Wightman, J., Simmonds, C., O'Connell, C., Wong, E., Russel, L., Zern, J., Aquino, T., Tsomondo, T. 2001. Economic and environmental threats of alien plant, animal, and microbe invasions. *Agr. Ecosyst. Env.*, roč. 84, č. 1, s. 1-20. ISSN: 0167-8809. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(00\)00178-X](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(00)00178-X)
- Podani, J. 2001. *SYN-TAX 2000. Computer Program for Data Analysis in Ecology and Systematics for Windows 95, 98 & NT. User's manual*. Budapest : Scientia Publ. 53 s. ISBN 9638326239.
- Pyšek P., Tichý, L. 2001. *Rostlinné invaze*. Brno : Rezekvítek. 40 s. ISBN 80-902954-4-4.

- Russell, J. C., Blackburn, T. M. 2017. The rise of invasive species denialism. *Trends Ecol. Evol.*, roč. 32, č. 1, s. 3-6. ISSN 0169-5347.
- Tichý, L. 2002. JUICE, software for vegetation classification. *J. Veg. Sci.*, roč. 13, s. 451-453. ISSN 1100-9233. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2002.tb02069.x>
- Wilkomirski, B., Galera, H., Sudnik-Wójcikowska, B., Staszewski, T., Malawska, M. 2012. Railway Tracks – Habitat conditions, contamination, floristic settlement – A Review. *Environment and Natural Resources Research*, roč. 2, č. 1, s. 86-95. ISSN 1927-0488. DOI: 10.5539/enrr.v2n1p86
- Woźnica, P., Urbisz, A., Urbisz, A., Franiel, I. 2016. Tram tracks as specific anthropogenic habitats for the growth of plants. *PeerJ Preprints*, roč. 4: e2606v1. Dostupné na internete: <https://peerj.com/preprints/2606.pdf>. DOI: <https://doi.org/10.7287/peerj.preprints.2606v1>
- Zaliberová, M., Májeková, J. 2014. Poznamky k prvemu nalezu *Geranium purpureum* Vill. na Slovensku a rozšírenie druhu na železničných staniciach Zahoria (zapadne Slovensko). *Bull. Slov. Bot. Spoločn.*, roč. 36, č. 2, s. 221-230. ISSN 1337-7043.