

SIEŤOVÝ ZOOPLANKTÓN MALÝCH VODNÝCH OBJEKTOV V KATASTRI OBCE KOJATICE

NET ZOOPLANKTON OF THE SMALL WATER BODIES IN THE MUNICIPALITY OF THE VILLAGE KOJATICE

Karina HEKKEL¹ – Radoslav SMOLÁK^{}*

ABSTRACT

*The aim of this work was to evaluate the dynamics of zooplankton in temporal water bodies in the municipality of the village Kojatice, taking into account the influence of ecological temperature factors and ecologically active surfaces (EAS). The effect of EAS on zooplankton diversity and abundance in small temporary waters has not been statistically confirmed. The research also included a comparison of the qualitative - quantitative composition of zooplankton between small temporal and permanent water bodies. In total, we recorded the presence of 15 taxa of the rotifers (Rotifera) with the dominance of the class Bdelloidea, 14 taxa of Cladocera with the most abundant occurrence of *Daphnia obtusa* (Kurz, 1874) and all three main developmental stages of Copepoda. The main idea of the presented work was also to point out the importance of small water objects, which form a necessary component in preserving the biodiversity of zooplankton and their spread.*

KEYWORDS

zooplankton, temporal water objects, ecological factors, Rotifera, Cladocera, Copepoda

ÚVOD

Odlesňovanie krajiny podporuje vznik periodických vôd v lesostepných a stepných oblastiach, ktoré vytvárajú vhodné podmienky pre život rôznych planktónnych druhov (BRTEK, 1976). Periodické vody patria medzi lentické vodné objekty. Charakteristické sú tým, že obsahujú vodu len občas, a to len na niekoľko mesiacov či týždňov. Vznikajú na špecifických miestach, buď po topení snehu na jar, po dažďoch alebo pri zvyšujúcej sa hladine podzemných vôd. Častokrát vznikajú na nepriepustnom podloží, napr. íl, skaly, piesok a pod. (HRBÁČEK, 1966). Práve temporálne vodné objekty poskytujú ideálne podmienky pre výskyt skúmaných planktonických druhov (ILLYOVÁ, 2010). Hustota populácie zooplanktónu je závislá aj od veľkosti jedincov daného spoločenstva, pretože čím sú jedince menšie, tým je väčšia hustota populácie (KUBÍČEK & ZELINKA, 1982). Rozdiely nachádzame, aj v sfarbení planktónu, ktorý závisí aj od vzťahov k životnému prostrediu, planktónne druhy, ktoré žijú v malých vodných nádržkách, litorálnych či bentických oblastiach majú žltavé až načervenané sfarbenie. Druhy, ktoré obývajú pelagiál, sú zvyčajne bezfarebné, priesvitné a číre (SCHUBERT, 1973).

¹ *Katedra ekológie, Fakulta humanitných a prírodných vied, Prešovská univerzita v Prešove, 17. novembra 1, SK-08116 Prešov, Slovensko. e-mail: karina.hekkel@gmail.com; radoslavsmolak@gmail.com*

^{*} *korešpondenčný autor*

Osídlenie temporálnych vodných objektov zooplanktónom a inými bezstavovcami je ovplyvňované prítomnosťou vody. V určitých obdobiach môžu byť úplne bez vody. Zo zooplanktónu najlepšie prežívajú obdobie sucha perloočky (DVOŘÁK & ИМHOФ, 1998). Okrem prítomnosti a množstva vody, ovplyvňuje zooplanktón v temporálnych vodných objektoch aj množstvo ďalších faktorov, ako je napríklad teplota vody, kyslík a ďalšie anorganické látky či živiny a mnoho ďalších premenných. Chemizmus temporálnych vodných objektov je charakteristický zvyčajne dostatkom kyslíka, neskôr jeho nízkymi hodnotami v závislosti od množstva a biomasy zooplanktónu. Postupným odparovaním vody narastá aj salinita vody (HETEŠA et al., 2012).

Na základe zozbieraných údajov sme zisťovali vplyv teploty a ekologicky aktívnych povrchov na diverzitu a početnosť jedincov. Je predpokladom, že čím je menší objem vody, tým by mal byť pomer styčnej plochy vody so vzduchom a pôdou vyšší a tým pádom by mala byť aj vyššia diverzita a početnosť jedincov.

MATERIÁL A METÓDY

Charakteristika územia

Spolu 10 sledovaných vodných objektov sa nachádza v blízkosti obce Kojatice. Päť lesných mlák, rozmerovo podobných temporálnych vodných objektov vytvorených zaliatím kolajú po kolesách ťažkej lesnej techniky, označených ako Temp1-Temp5 malo priemernú hĺbku od 8 do 14 cm, a plochu od 1,6 do 4,3 m². Päť trvalo zamokrených vodných objektov stojatej vody napájaných lesným potokom, označených ako Perm1-Perm5 malo priemernú hĺbku od 4 do 20 cm, a plochu od 0,7 m² do 16,8 m². Sledované obdobie (jún-október 2018) bolo relatívne bohaté na zrážky čo zabezpečilo kontinuálnu prítomnosť vody. Na základe predošlého sledovania vieme potvrdiť, že k vysychaniu dochádza viackrát za rok. Najbližšie vyschnutie všetkých sledovaných lesných mlák po sledovanom období nastalo v marci 2019. Základné údaje o skúmaných vodných objektoch sú v tabuľke 1.

Tabuľka 1. Základná charakteristika skúmaných vodných objektov v blízkosti obce Kojatice

Table 1. Characteristics of the studied water bodies near by Kojatice village.

lokality	typ habitátu	GPS koordinát		Objem vody v éase odberu vzoriek (l)									
		zem. šírka (N)	zem. dĺžka (E)	10.6.2018	23.6.2018	7.7.2018	20.7.2018	4.8.2018	18.8.2018	2.9.2018	15.9.2018	1.10.2018	14.10.2018
Temp1	lesná mláka	48.995579	21.117981	128	99,2	70,4	75,2	104	99,2	137,6	124,8	75,2	51,2
Temp2	lesná mláka	48.996771	21.116063	141,1	116,6	89,3	93,6	113,8	118,2	155,5	132,5	87,8	70,6
Temp3	lesná mláka	48.997144	21.115516	189,6	148,8	93,6	112,8	141,6	151,2	220,8	168	100,8	72
Temp4	lesná mláka	48.997306	21.115307	576	480	393,6	412,8	489,6	499,2	585,6	532,8	388,8	355,2
Temp5	lesná mláka	48.997496	21.115205	560	484	392	448	492	472	592	524	396	356
Perm1	rybník	48.988072	21.123902	3600	3564	3546	3582	3573	3576,6	3567,6	3594,6	3546	3537,2
Perm2	lesná studnička	48.985502	21.129542	90	88,2	86,4	89,1	87,3	87,8	88,1	89,8	84,6	85,5
Perm3	lesný potok	48.983061	21.128571	448	445,8	446,9	442,4	431,2	434,6	444,6	445,8	423,4	422,2
Perm4	lesný potok	48.979971	21.130578	45	44,8	44,7	44,9	44	43,9	44,1	45,4	44,7	44,7
Perm5	lesná studnička	48.987013	21.135164	150	147	144,8	149,1	147,8	149,8	149,4	149,8	149,5	149,4

Metodológia zberu a spracovanie vzoriek

Odber vzoriek prebiehal v mesiacoch jún 2018, až október 2018. Spolu bolo zrealizovaných 10 odberov, v intervale každý druhý týždeň. Pri každom jednom odbere sme filtrovali 6 litrov vody cez planktonickú sieťku do zberných fľašiek

o objeme 50 ml z 5 periodických vodných plôch a 5 permanentných vodných objektov. Vzorky boli na mieste odberu fixované 40% formaldehydom na výslednú koncentráciu 4%, čo zodpovedá pomeru vzorka: formaldehyd, 10:1.

Vzorky sme sledovali pod mikroskopom v laboratóriu katedry ekológie FHPV PU. Všetky identifikované jedince zooplanktónu sme určovali na čo najnižšiu možnú taxonomickú úroveň podľa určovacích kľúčov zooplanktónu od autorov ILLYOVÁ & BALÁŽI (2004) a KOSTE (1978). Zástupcov podtriedy Copepoda sme z dôvodu náročnosti determinácie určovali len do troch vývinových štádií (nauplius, kopepodit, dospolec).

Meranie teploty prebiehalo v rovnakom čase ako odber zooplanktónu. Merali sme digitálnym teplomerom na desatinné hodnoty v stupňoch Celzia. Vo všetkých vodných objektoch sme teplotu vody merali približne uprostred vodnej hladiny v hĺbke 5 cm.

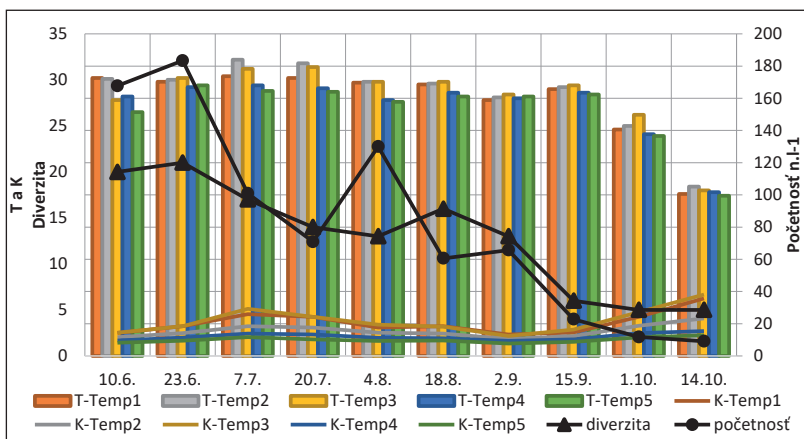
Výpočet ekologicky aktívnych povrchov (EAS) je výsledkom prepočtu veľkosti obsahu styčných plôch s pôdou a so vzduchom jednotlivých vodných plôch k objemu vody v konkrétnych vodných objektoch. Následne sme získali hodnotu pomeru styčných plôch k objemu vody, označovanú ako „K“. Vzorec pre výpočet pomeru styčných plôch s pôdou a so vzduchom k objemu vody:

$$K = \frac{Sa + Sb}{V}$$

Sa – plocha povrchu vodného telesa; Sb – plocha dna vodného telesa; V – objem vody vodného telesa.

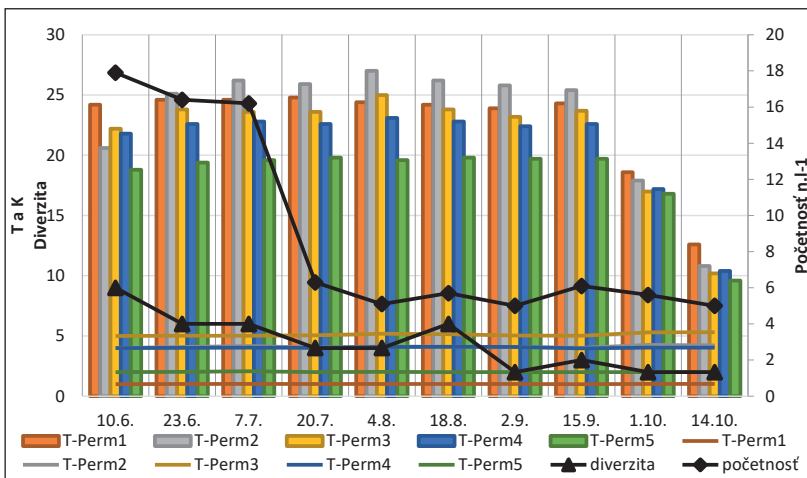
Plochu povrchu vodného telesa sme vypočítali z nameraných rozmerov vodnej plochy a plochu dna vodného telesa z nameraných hĺbok v rôznych častiach vodného objektu pomocou laserového merača vzdialenosti. Objem vody bol vypočítaný z nameraných dĺžkových a hĺbkových údajov.

VÝSLEDKY A DISKUSIA



Obrázok 1. Zmeny teploty °C (T), pomeru styčnej plochy k objemu vody (K), početnosti a diverzity zooplanktónu v čase odberov zooplanktónu v sledovaných temporálnych vodných objektoch.

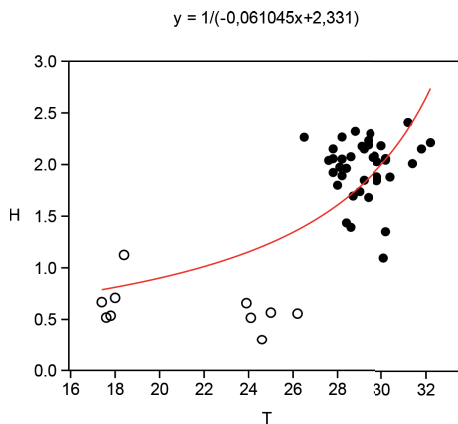
Figure 1. Changes in temperature ° C (T), ratio of contact area to water volume (K), abundance and diversity of zooplankton at the time of zooplankton sampling in monitored temporal water bodies.



Obrázok 2. Zmeny teploty °C (T), pomeru styčnej plochy k objemu vody (K), početnosti a diverzity zooplanktónu v čase odberov zooplanktónu v sledovaných permanentných vodných objektoch.

Figure 2. Changes in temperature ° C (T), ratio of contact area to water volume (K), abundance and diversity of zooplankton at the time of zooplankton sampling in monitored permanent water bodies.

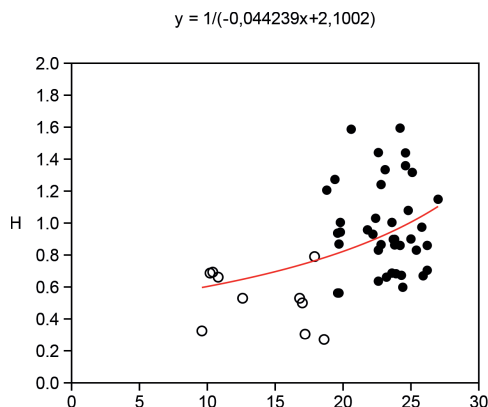
Najväčšia početnosť zooplanktónu bola zaznamenaná 23.6.2018, kedy bola zároveň aj jeho najvyššia diverzita. Pozitívny nárast početnosti zooplanktónu sme zaznamenali aj 4.8.2018, pri ktorom jeho diverzita dosahovala hodnotu 14, čo je v pomere k ostatným údajom málo. Najnižšia početnosť a diverzita zooplanktónu v temporálnych vodách bola 14.10.2018. Na Obrázku 1 vidíme ako sa menil pomer styčných plôch vody k objemu, nárast jeho hodnôt sme zaznamenali 7.7.2018 vo všetkých temporálnych vodách, čo môže súvisieť s vyššou teplotou vody. Najvyššie hodnoty vo všetkých temporálnych vodných objektoch boli 14.10.2018, kedy bola nameraná aj najnižšia teplota vody vo všetkých sledovaných temporálnych vodách. V prípade permanentných vodných objektov bola teplota vody stálejšia ako v prípade temporálnych vodných objektov a rovnako výrazne poklesla v októbri (najmä 14.10.2018) a to u všetkých sledovaných vodných objektoch rovnako. V permanentných vodných objektoch bola diverzita a početnosť zooplanktónu výrazne nižšia ako v temporálnych vodách. Na začiatku sledovaného obdobia, konkrétne 10.6.2018 bolo zaznamenaných najviac taxónov zároveň s najvyššou početnosťou zooplanktónu. Dňa 20.7.2018 je na Obrázku 2 vidieť výrazný pokles početnosti zooplanktónu, ktorý bol zaznamenávaný aj pri ďalších odberoch zooplanktónu. EAS sa v permanentných vodných objektoch nijako výrazne nemenil, v menších odchýlkach bol takmer konštantný. Potvrdili sme koreláciu medzi teplotou a diverzitou.



Obrázok 3. Korelácia (Spearman, $p < 0.001$, $r_s = 0.49$) medzi teplotou (T) a diverzitou (H) v sledovaných temporálnych vodných objektoch.

Figure 3. Correlation (Spearman, $p < 0.001$, $r_s = 0.49$) between temperature (T) and diversity (H) in monitored temporal water bodies.

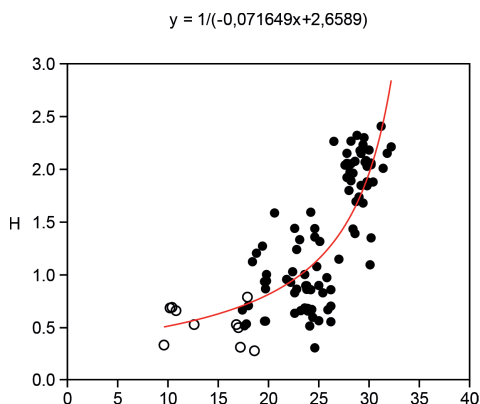
Z Obrázku 3 je zrejme, že teplota ovplyvňuje rozmanitosť zooplanktónu, to znamená, že čím bola vyššia teplota, tým viac taxónov planktónu sme zaznamenali, ale zároveň počas sledovaného obdobia vplýval na diverzitu ešte aj iný nesledovaný sezónny faktor, čo vysvetľujú prázdne krúžky, ktoré symbolizujú nízku diverzitu planktónu najmä v októbri, kedy aj teplota bola nižšia.



Obrázok 4. Korelácia (Spearman, $p < 0.001$, $r_s = 0.49$) medzi teplotou (T) a diverzitou (H) v sledovaných permanentných vodných objektoch.

Figure 4. Correlation (Spearman, $p < 0.001$, $r_s = 0.49$) between temperature (T) and diversity (H) in monitored permanent water bodies.

Z Obrázku 4 prezentujúceho korelácie medzi teplotou a diverzitou v permanentných vodách nám vyplývajú podobné výsledky ako v predchádzajúcom grafe u temporálnych vodných plôch.



Obrázok 5. Korelácia (Spearman, $p < 0.001$, $r_s = 0,49$) medzi teplotou (T) a diverzitou (H) v sledovaných temporálnych a permanentných vodných objektoch.

Figure 5. Correlation (Spearman, $p < 0.001$, $r_s = 0.49$) between temperature (T) and diversity (H) in monitored temporal and permanent water bodies.

Na Obrázku 5 sú znázornené údaje diverzity spolu z temporálnych aj permanentných vôd a ich korelácia s teplotou. Vyplýva z neho, že čím bola teplota vyššia, tým bola aj väčšia diverzita planktónu celkovo, ale neplatí to úplne, keďže nám tam zohrával rolu aj iný sezónny faktor, ktorý sme nesledovali.

Celkovo sme v temporálnych a permanentných vodných objektoch zistili 27 taxónov zooplanktónu (Rotifera 15, Cladocera 11 a bližšie nešpecifikovaní zástupcovia podtriedy Copepoda) (Tabuľka 2). Počas sledovaného obdobia 5 mesiacov jún až máj 2018, dominoval zooplanktón diverzitou a početnosťou najmä v temporálnych vodných objektoch, v permanentných sa vyskytoval v oveľa menšom zastúpení. Počas skúmaného obdobia sme zistili celkový počet taxónov vírnikov (Rotatoria) v počte 15. Išlo o najčastejšie sa vyskytujúcu skupinu. Najvyššiu frekvenciu výskytu mali: *Bdelloidea*, *Filinia terminalis* (Plate, 1886) a *Brachionu rubens* Ehrenberg, 1838. V menších počtoch sme zaznamenali aj *B. angularis* Gosse, 1851, *B. calyciflorus* Pallas, 1766, *B. leydigii* Cohn, 1862, *B. quadridentatus* Hermann, 1783, *Keratella cochlearis* Gosse, 1851, *Lecane* sp. a *Notholca* sp. Našli sme aj druhy, ako sú *Euchlanis deflexa* (Gosse, 1851) a *Kellicottia longispina* (Kellicott 1879), ale len v permanentných vodných objektoch.

Tabuľka 2. Zoznam identifikovaných taxónov v skúmaných vodných objektoch v blízkosti obce Kojatice

Table 2. The list taxa identified in the studied water bodies near by Kojatice village.

Rotifera	Cladocera
Bdelloidea (bližšie neurčené)	<i>Alona rectangula</i> (G.O. Sars, 1862)
<i>Brachionus angularis</i> (Gosse, 1851)	<i>Bosmina coregoni</i> (Baird, 1857)
<i>Brachionus calyciflorus</i> (Pallas, 1766)	<i>Bosmina longirostris</i> (O.F. Müller, 1785)
<i>Brachionus leydigii</i> (Rousselet, 1907)	<i>Daphnia longispina</i> (O.F. Müller, 1785)
<i>Brachionus quadridentatus</i> (Hermann, 1783)	<i>Daphnia obtusa</i> (Kurz, 1874)
<i>Brachionus rubens</i> (Ehrenberg, 1832)	<i>Daphnia pulex</i> (Leydig, 1860)
<i>Brachionus</i> sp.	<i>Daphnia</i> sp.
<i>Euchlanis deflexa</i> (Gosse, 1851)	<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Liévin, 1848)
<i>Filinia terminalis</i> (Plate, 1886)	<i>Moina brachiata</i> (Jurine, 1820)
<i>Filinia</i> sp.	<i>Moina micrura</i> (Kurz, 1875)
<i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott, 1879)	<i>Moina</i> sp.
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	
<i>Keratella</i> sp.	
<i>Lecane</i> sp.	
<i>Notholca</i> sp.	

Počas sledovaného obdobia sme zaznamenali 14 taxónov z radu perloočiek (Cladocera). Medzi najčastejšie vyskytujúce patrili *Daphnia obtusa* Kurz, 1874, *D. longispina* (O.F. Müller, 1776), *Moina micrura* Kurz, 1875, ktorá je veľmi častá v našich podmienkach a považovaná za kozmopolitný druh (ŠRÁMEK – HUŠEK et al., 1962), a *D. pulex* Leydig, 1860. Mnoho druhov týchto perloočiek preferuje nezarastené biotopy, často aj periodicky vysychavé. Dobre znášajú prehrievanie vody a pokles hladiny kyslíka, väčšinou sa vyskytujú vo veľkých spoločenstvách (HUDEC 2010). V menšom množstve

sa vyskytovali druhy *Diaphanosoma brachyurum* (Liévin, 1848), *M. brachiata* (Jurine, 1820), *Bosmina coregoni* (Baird, 1857), *B. longirostris* (O.F. Müller, 1785) a *Alona rectangula* (G.O. Sars, 1862). Za spomenutie stojí fakt, že počas nášho výskumu sme vôbec nespozorovali druh *Moina rectirostris* (Leydig, 1860), ktorý patrí medzi naše najbežnejšie perloočky a vyskytuje sa vo veľkých množstvách v rôznych stojatých vodách, prevažne v lete, pretože je to teplomilný druh (ŠRÁMEK – HUŠEK et al., 1962). Zaujímavým zistením je tiež to, že zástupcov z rodu *Moina* sme vôbec nezaznamenali v permanentných vodách, zato v temporálnych sa vyskytovali v hojnejšom počte, avšak len od júna do začiatku septembra, v neskorších odberoch sme ich už nezaznamenali. V najhojnejšom počte boli zástupcovia tohto radu v dátumoch 18.8. a 2.9.2018. Celkovo sa zástupcovia radu Cladocera vyskytovali v permanentných vodách v minimálnych množstvách, prípadne absentovali, je veľmi pravdepodobné, že je to dôsledkom určitých ekologických faktorov, ktoré sme počas nášho výskumu nesledovali. Zástupcov podtriedy veslonôžky (Copepoda) sme bližšie neurčovali, zaznamenávali sme v iba ich vývinové štádium. Počas našich odberov sa celý čas vyskytovali len v permanentných vodných objektoch a aj to len v štádiu copepodit a nauplius. V temporálnych vodných objektoch sme ich od začiatku októbra už nezaznamenali vôbec, ale dovtedy sa vyskytovali v hojných počtoch. V temporálnych vodách sme ich najviac pozorovali na začiatku sledovaného obdobia, a to konkrétne 10.6.2018, v permanentných vodách sme zaznamenali ich maximum 7. 7. 2018, a to dominovalo hlavne naupliové štádium. Podobnému výskumu sa venoval SMOEÁK (2013), ktorý skúmal kvalitatívne a kvantitatívne zastúpenie zooplanktónu v 3 lesných studniach a v 3 temporálnych vodných objektoch na juhozápadnom úpätí pohoria Vihorlat. Jeho výskum prebiehal od marca do júna 2012. Zaznamenal spolu 32 taxónov zooplanktónu, s celkovým väčším zastúpením v temporálnych vodách, podobne ako v našich výsledkoch. Frekvencia výskytu taxónov skupiny Cladocera dominovala v temporálnych vodách, skupiny Rotatoria bola výraznejšia v studniach a taxóny zo skupiny Copepoda boli zaznamenané rovnomerne medzi studňami a temporálnymi vodami. S týmito dvomi skupinami zooplanktónu naše výsledky nekorešpondujú, keďže v našom výskume dominoval zooplanktón vo všetkých skupinách v temporálnych vodách.

V permanentných malých vodných objektoch, počas 12 mesiacov pravidelného odberu zooplanktónu, zaznamenal SEMINARI et al. (2008) v Taliansku 32 taxónov zooplanktónu a to konkrétne 17 zástupcov skupiny Rotatoria, 9 zástupcov radu Cladocera a 6 taxónov skupiny Copepoda. V našom výskume v permanentných vodných objektoch sme zo skupiny Rotatoria zaznamenali 6 taxónov a z radu Cladocera 4 taxóny, čo je výrazne menej oproti výskumu, ktorý realizoval SEMINARI et al. (2008). Autori sa tiež zaoberali kvalitatívnym zložením temporálnych vôd, v ktorých spozorovali celkovo 28 taxónov zooplanktónu, z ktorých bolo 14 zástupcov skupiny Rotatoria, 9 z radu Cladocera a 5 zástupcov podtriedy Copepoda. V našich výsledkoch v temporálnych vodných objektoch sme zaznamenali 11 taxónov triedy Rotatoria, 14 taxónov radu Cladocera a podtriedu Copepoda opäť nemôžeme kvalitatívne porovnávať. V temporálnych vodných objektoch sme mali oveľa bohatšie zastúpenie taxónov ako SEMINARA et al. (2008). Takéto rozdiely sú ovplyvnené pravdepodobne rôznymi fyzikálno-chemickými faktormi a rozdielnou hydroperiódou. Taktiež je potrebné zdôrazniť

rozdiel v dĺžke trvania výskumu, keďže nie všetky druhy zooplanktónu sa vyskytujú celoročne. Kvalitatívne zastúpenie kôrovcov skúmali MURA & BRECCIAROLI (2003) v temporálnych vodných objektoch severne od Ríma v Taliansku. Spolu zaznamenali 25 taxónov patriacich do skupín Anostraca, Cladocera, Copepoda a Ostracoda. Najdominantnejšou skupinou boli práve Cladocera so zastúpením v rozmedzí od 37,5% do 46,2% z celkového počtu druhov. Copepoda tvorili od 30,8% do 36,4%. Skupina Ostracoda bola v zastúpení od 12,5% do 23% a z radu Anostraca spozorovali iba jediného zástupcu *Chirocephalus diaphanus* Prévost, 1803. V našom výskume temporálnych vodných objektov bolo zastúpenie skupín nasledovné: v najhojnejšom počte sa vyskytovali zástupcovia radu Cladocera s podielom 40%, skupina Copepoda mala podielové zastúpenie 31% a Rotatoria tvorili 29% z celkového množstva spozorovaných zástupcov zooplanktónu. Zmeny kvalitatívno- kvantitatívneho zastúpenia zooplanktónu v temporálnych vodách skúmali vedci aj v Indii. Konkrétne KARUTHAPANDI et al. (2012). Ich výskum prebiehal od augusta do septembra v roku 2010, zamerali sa v ňom na rôzne ekologické faktory, ktoré môžu vplývať na početnosť a diverzitu zooplanktónu v temporálnych vodných objektoch. Počas sledovaného obdobia zaznamenali spolu 48 taxónov. Z toho zo skupiny Rotifera bolo 27 taxónov, zo skupiny Cladocera zaznamenali 13 taxónov, zo skupiny Copepoda 5 taxónov a 3 taxóny zo skupiny Ostracoda. V porovnaní s našimi výsledkami môžeme zhodnotiť, že v Indii v temporálnych vodách počas 5 mesačného výskumu zaznamenali raz toľko taxónov, ako sa podarilo zaznamenať nám počas nášho 5 mesačného výskumu. Takéto diametrálne rozdiely sú ovplyvnené nielen fyzikálno-chemickými vlastnosťami vôd, ale tiež rozdielnymi klimaticko-trofickými podmienkami, ktoré sú podstatne priaznivejšie v Indii.

Zooplanktónom temporálnych vôd v tropických oblastiach sa zaoberali PAINA & MELÃO (2019), ktorí skúmali 8 temporálnych vodných objektov v Brazílii počas zaplavenia. Z výsledkov vieme, že celkový počet taxónov, ktorý zaznamenali, bol 26. Z toho Rotatoria v počte 11 taxónov, zástupcovia radu Cladocera 7, Copepoda 3, Anostraca 2 a počet taxónov skupiny Protozoa bol 3. Tieto výsledky sa približujú k našim zisteniam, keďže my sme v temporálnych vodných objektoch zaznamenali spolu tiež 26 taxónov. Výsledky sa líšia v rozmanitosti konkrétnych taxónov, keďže zooplanktón v tropických oblastiach sa môže líšiť od kontinentálneho európskeho zooplanktónu. Po porovnaní našich výsledkov s výsledkami z výskumu z Brazílie, sme zistili zhodnosť v týchto taxónoch zooplanktónu: *B. angularis* (Gosse, 1851) a *B. calyciflorus* (Pallas, 1766), vo výskume sú uvedené aj konkrétne druhy rodu *Lecane*. Týchto zástupcov ale nemôžeme porovnávať, keďže v našom výskume sa nám nepodarilo zástupcov rodu *Lecane* určiť na úroveň druhu.

V mnohých štúdiách sa autori zameriavajú najmä na štruktúrne a organizačné úrovne organizmov. Celkovo sa venuje malá pozornosť miestu, kde sa vyskytuje funkčná aktivita. Už v minulosti mnoho autorov skúmalo vzťah medzi produktivitou a veľkosťou vodnej nádrže. Napríklad KHAJLOV (1982) sa zaoberal výskumom vysvetľujúcim vzťahy medzi morfo-metrickými znakmi rybníkov a úlovkami rýb. RYDER et al. (1973) sa zaoberali morfoedafickým indexom, ktorý vysvetľuje vzťah medzi množstvom rozpustených látok vo vode a hĺbkou vody. TEREK & DOBROVIČ (2015) vo

svojom výskume dospeli k výsledku, že EAS k objemu sú súhrnnými ukazovateľmi a predstavujú jeden z metodologických problémov nielen pri hodnotení kapacity vybraných krajinných prvkov a ich zložiek, ale aj pri štúdiu produkcie, stabilizácie či samočistiacej funkcie skúmaných objektov. Morfológické a hydrologické vplyvy na eutrofizáciu vôd skúmali autori HUANG et al. (2014) vo východnej Číne, zamerali sa na množstvo a rast chlorofylu-a v 90 plytkých prírodných vodných nádržiach. Počas tohto výskumu, ktorý trval od roku 2008 do roku 2011, zistili, že hĺbka vody a veľkosť plochy povrchu vodných nádrží ovplyvňovala koncentrácie chlorofylu-a v objemovo menších vodných nádržiach. Čím dokázali prítomnosť a vplyv ekologicky aktívnych povrchov. My sme sa zamerali na vplyv ekologicky aktívnych povrchov na diverzitu a početnosť zooplanktónu. Predpokladali sme vzťah kedy čím vyšší bude pomer ekologicky aktívnych povrchov k objemu, tým bude vyššia diverzita a početnosť jedincov. Avšak v našich výsledkoch sa nepotvrdilo, žeby vyšší pomer ekologicky aktívnych povrchov mal vplyv na kvantitatívne či kvalitatívne zastúpenie zooplanktónu v nami sledovaných lokalitách. Dôvodom by mohol byť nepresný výpočet spodnej aktívnej plochy, zároveň objemu, kvôli vyššej členitosti dna vodných telies, ktoré sa nedali jednoznačne určiť. Ďalším dôvodom je fakt, že v sledovaných vodných objektoch výrazne vplýval na diverzitu a početnosť ekologický faktor, ktorý sme počas výskumu nesledovali. Keďže mnoho autorov priamo, či nepriamo dokazuje vplyv ekologicky aktívnych povrchov na množstvo a diverzitu zooplanktónu, fytoplanktónu či rýb vo vodných nádržiach, preto pri ďalšom výskume by bolo vhodné hlbšie sa zaoberať aj touto témou a skúmať ju podrobnejšie za účelom získania presnejších informácií, ktoré by sme aplikovali vo výskume.

Zistili sme však, že na diverzitu planktónu nám vplývala teplota. V našich podmienkach je dlhodobý ročný priemer teploty vody zvyčajne okolo 9 °C. V malých vodných nádržiach teplota môže kolísať až o 20 °C (LELLÁK & KUBÍČEK, 1991). Keďže náš výskum prebiehal len 5 mesiacov, nevieme určiť ročný priemer teploty vody. Ale z výsledkov je zrejmé, že teplota nebola jediným ekologickým faktorom, ktorý vplýval výrazne na diverzitu zooplanktónu. Vplyvom teploty na diverzitu zooplanktónu sa zaoberali aj TEREK & KUBÍČEK (2013) na západnom pobreží Špicbergských ostrovov, ktorí okrem teploty skúmali vplyv aj iných fyzikálnych vlastností vody, a to obsah kyslíka, pH, konduktivity a turbidity. Nezistili žiaden priamy vzťah medzi teplotou a diverzitou planktónu, čiže naše výsledky vplyvu teploty na diverzitu planktónu s týmito zisteniami nesúhlasia. Môže to byť zapríčinené stabilnejšou teplotou vody počas roka a rôznou dĺžkou trvania výskumov, keďže my sme odoberali planktón počas 5 mesiacov v jednom kalendárnom roku a TEREK s KUBÍČKOM sledovali vplyv teploty na diverzitu od roku 1983, až do roku 2011. V takomto dlhom časovom rozmedzí teplota nemusela mať výrazný vplyv na diverzitu zooplanktónu. Výsledky vplyvu teploty na diverzitu závisia od dĺžky zavodnenia sledovaných lokalít. Platí, že vyšší potenciál vývinu zooplanktónu majú najdlhšie zavodnené vodné objekty a s dĺžkou zavodnenia stúpa druhové aj taxonomické zastúpenie zooplanktónu (WILLIAMS 2006). Vo svojom výskume BAUDER (2005) dospel k záveru, že zmena hydroperiódy malých vodných objektov má väčší vplyv na vlastnosti týchto habitov ako zmena teploty. Na rozdiel od týchto výskumov, v Indii, KARUTHAPANDI et al. (2012) skúmali vplyv viacerých ekologických faktorov

na zooplanktón, napr. pH, teplotu, svetlo, konduktivitu, nasýtenosť kyslíka a iné. Ich zistenia, ohľadom vplyvu teploty na diverzitu zooplanktónu v temporálnych vodných objektoch, korešpondujú s našimi výsledkami, pretože našli koreláciu medzi teplotou a diverzitou skupín Rotatoria a Copepoda. U skupiny Cladocera nenašli koreláciu diverzity s teplotou, a teda nezistili vplyv teploty na ich výskyt v temporálnych vodách. Tento postup, zisťovanie korelácie medzi diverzitou zooplanktónu a fyzikálno-chemickými parametrami samostatne, podľa taxonomických skupín, by sme mohli v budúcnosti aplikovať aj my, pri ďalšom výskume.

ZÁVER

Na získaných vzorkách zbieraných v rozpätí piatich mesiacoch, sme skúmali a porovnávali tak kvalitatívne ako aj kvantitatívne parametre týchto vodných objektov a vplyv ekologicky aktívnych povrchov na diverzitu a početnosť zooplanktónu. Zistili sme, že teplota podlieha väčšej oscilácii v temporálnych vodných objektoch ako v tých permanentných, ale výrazný pokles sme zaznamenali až v mesiaci október v oboch typoch vodných objektoch. Taktiež sme zistili, že počas celého sledovaného obdobia 5 mesiacov jún až máj 2018, dominoval zooplanktón v diverzite a početnosti v temporálnych vodných objektoch, zatiaľ čo v permanentných sa vyskytoval v oveľa menšom zastúpení.

Čo sa týka zastúpenia zooplanktónu zistili sme prítomnosť 15 taxónov triedy vírniky (Rotatoria), 14 taxónov radu perloočiek (Cladocera) a bližšie nešpecifikovaných zástupcov podtriedy veslonôžok (Copepoda). Najväčšie zastúpenie mali Bdelloidea, *F. terminalis*, *B. rubens*, *D. obtusa*, *D. longispina*, *M. micrura*, *D. pulex* a zo skupiny Copepoda sme zaznamenali najviac zástupcov naupliového vývinového štádia.

Naš predpoklad závislosti medzi pomerom styčnej plochy k objemu a diverzitou a početnosťou jedincov sa nepotvrdil. Pravdepodobne kvôli nepresnému výpočtu styčnej plochy s pôdou a dnom vodných telies ale najmä kvôli malým rozmerom vodných objektov a minimálnym rozdielom v podmienkach a morfológickom charaktere dna jednotlivých vodných objektov. Zato sme zistili koreláciu medzi teplotou a diverzitou zooplanktónu. Čím bola teplota sledovaných lokalít vyššia, tým vyššia diverzita zooplanktónu sa v daných vodných objektoch vyskytovala, pričom diverzitu zooplanktónu museli ovplyvňovať aj iné sezónne faktory, ktoré sme my nesledovali.

Našou prácou sme chceli upriamiť pozornosť na dôležitosť malých vodných plôch, ktoré sú taktiež bohaté na prítomnosť zooplanktónu a tvoria nevyhnutnú zložku pri zachovaní biodiverzity prostredia. Keďže malé vodné objekty viac podliehajú vplyvu vonkajších ekologických faktorov, môžeme v nich nájsť druhy zooplanktónu, ktoré sú prispôbené na prežívanie dlhých období bez prítomnosti vody.

POĎAKOVANIE

Týmto by sme chceli poďakovať doc. Mgr. Petrovi Mankovi, PhD., za štatistické spracovanie a vyhodnotenie údajov ako aj editorovi a nezávislým posudzovateľom za ich hodnotné a konštruktívne pripomienky k predkladanému manuskriptu. Táto práca bola podporená Vedeckou grantovou agentúrou (projekt č. VEGA-1/0012/20) a Kultúrnou a edukačnou grantovou agentúrou MŠVVaŠ SR KEGA, projekt č. 005PU-4/2019.

LITERATÚRA

- BAUDER, E. T., 2005. The effects of an unpredictable precipitation regime on vernal pool hydrology. *Freshwater Biology*, 50(12): 2129-2135.
- BRTEK, J., 1976. Anostraca, Notostraca, Conchostraca und Calanoida der Slowakei (1. Teil). *Acta Rerum Naturalium Musei Nationalis Slovaci Bratislava*, 22: 19-91.
- DVOŘÁK, J. – IMHOF, G., 1998. The role of animals and animal communities in wetlands. In: WESTLAKE, D. F. – KVET, J. – SZCZEPANSKI, A., (Eds.). *The production ecology of wetlands: the IBP synthesis*. Cambridge University Press. New York, NY, USA, 211-318.
- HETEŠA, J. – MARVAN, P. – SKÁCELOVÁ, O. – KOPP, R., 2012. Řasy a sinice mokřadů dolního Podyjí. *Folia Forestalia Bohemica, Lesnická práce sro, Kostelec nad Černými lesy*, 168 p.
- HRBÁČEK, J., 1966. *Hydrobiologie*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, 116 p.
- HUANG, J. – XU, Q. – XI, B. – WANG, X. – JIA, K. – HUO, S. – LI, C., 2014. Effects of lake-basin morphological and hydrological characteristics on the eutrophication of shallow lakes in eastern China. *Journal of Great Lakes Research*, 40(3): 666-674.
- HUDEC, I., 2010. *Fauna Slovenska III. Anomopoda, Ctenopoda, Haplopoda Onychopoda (Crustacea: Branchiopoda)*. Slovakian Academic Press (VEDA), Bratislava. 176 p.
- ILLYOVÁ, M., 2010. Branchiopoda (Anostraca, Notostraca, Spinicaudata, Cladocera) a Copepoda (Calanoida, Cyclopoida, Harpacticoida). PR Šúr In: MAJZLAN, O. – VIDLIČKA, L., (eds). *Príroda rezervácie Šúr*, 79-88.
- ILLYOVÁ, M. – BALÁŽI, P., 2004. *Hydrobiologický determinačný atlas : Konzumenty IV. Vírniky - Rotifera*. 1. vyd. Bratislava: Výskumný ústav vodného hospodárstva v Bratislave. 211 p.
- KARUTHAPANDI, M. – XAVIER INNOCENT, B. – SIDDIQI, S. Z., 2012. Zooplankton in temporary freshwater pond habitat, in Attapur, Hyderabad Andhra Pradesh, India. *International Journal of Advanced Life Sciences (IJALS)* 1: 22-31.
- KHAJLOV K. M., 1982. Okologičnične Javlenja v vodejojemach i perspektivy ich spolzovania v biotehnologii. *Ekologia*, 6: 3-9.
- KOSTE, W., 1978. *Rotatoria. Die Radertiere Mittel-europas*, 2nd ed. Gebruder Borntraeger, Berlin and Stuttgart, 673 p.
- KUBÍČEK, F. – ZELINKA, M., 1982. *Základy hydrobiologie. Státní pedagogické nakladatelství, Praha*, 140 p.
- LELLÁK, J. – KUBÍČEK, F., 1991. *Hydrobiologie*. 1. vyd. Karolinum Praha, 257 p.
- MURA, G. – BRECCAROLI, B., 2003. The zooplankton crustacean of the temporary waterbodies of the Oasis of Palo (Rome, central Italy). *Hydrobiologia*, 495: 93-102.
- PAINA, K. D. A. – MELAO, M. D. G. G., 2019. Zooplankton community structure from tropical temporary ponds during a flood period. *Limnetica*, 38(1): 189-211.
- RYDER, R. A. – KERR, S. R. – LOFTUS, K. H. – REGIER, H. A., 1974. The morphoedaphic index, a fish yield estimator—review and evaluation. *Journal of the Fisheries Board of Canada*, 31(5): 663-688.
- SEMINARA, M. – VAGAGGINI, D. – MARGARITORA, F. G., 2008. Differential responses of zooplankton assemblages to environmental variation in temporary and permanent ponds. *Aquat. Ecol.*, 42: 129-140.
- SCHUBERT, A., 1973. *Život ve sladkých vodách*. 1. vyd. Přeložil: LELLÁK J., Státní Pedagogické Nakladatelství Praha, 285 p.
- SMOLÁK, R., 2013. What do forest wells and temporary forest puddles hide? *Acta Facultatis Studiorum Humanitatis et Naturae Universitatis Presoviensis, Natural Sciences, Biology – Ecology*, 42: 36-41.
- ŠRÁMEK – HUŠEK, R. – ŠTRAŠKRABA M. – BRTEK, J., 1962. *Lupenonožci – Branchiopoda. Fauna ČSSR. Svazek 16. Nakladatelství ČSAV, Praha*, 470 p.
- TEREK, J. – DOBROVIČ, J., 2015. Ecologically Active Surfaces, Methodological Approach to the Study of Ecological Functions. *Ekológia (Bratislava)*, 34: 207-215.
- WILLIAMS, D. D., 2006. *The Biology of Temporary Waters*. Oxford: Oxford University Press, New York, 337 p.