
Anđela Donević

Sezonska dinamika fitoplanktonskih algi Petničkog jezera

Praćena je sezonska dinamika fitoplanktona Petničkog jezera u sezoni 2012/13 za četiri vremenska aspekta (prolećni, letnji, jesenji i zimski). Ustanovljeno je prisustvo 79 taksona, pri čemu je najveći broj taksona pronađen u letnjem aspektu (58). Prema dobijenim vrednostima Simpsonovog i Shanon-Wieverovog indeksa diverziteta, najveći diverzitet zabeležen je u letnjem aspektu, a najniži u zimskom. Dobijeni rezultati pokazuju sezonsku dinamiku fitoplanktonskih algi u Petničkom jezeru za kraći vremenski period, pri čemu u različitim vremenskim aspektima dominiraju različite ekološke grupe.

Uvod

Alge su široko rasprostranjena i značajna grupa organizama. Posebno su značajne u opštem ciklusu kruženja materije gde se javljaju kao primarni organski proizvođači. Najznačajnija grupa algi je fitoplankton, koju uglavnom čine jednoćelijske i kolonijalne alge. Glavna odlika fitoplanktona je da čitav životni ciklus provode u slobodnoj vodenoj masi. Specifični oblik, težina i dimenzije tela ovih algi predstavljaju adaptaciju organizama na planktonski način života (Cvijan i Blaženčić 1996).

Zajednice algi se formiraju i održavaju pod uticajem velikog broja biotičkih i abiotičkih faktora kao što su stepen invazione sposobnosti, svetlost, temperatura, kiseonik, pH, azot i fosfor, silicijum, kompeticija za prostor i nutrijente ili alelopatija (Rakočević 2002). Usled promena ekoloških faktora, kvalitativni i kvantitativni sa-

stav fitoplanktonske zajednice u jednom vodenom ekosistemu se menja tokom godine. Ova promena u sastavu populacije naziva se sezonska dinamika (Suthers i Rissik 2008).

Struktura i sezonska dinamika zajednica fitoplanktonskih algi je izraz dinamičkog stanja koje je posledica interspecijske kompeticije (Rakočević 2002), koja može uzrokovati eliminaciju jedne od kompetitorskih populacija, smanjenje stope rasta ili smanjenje ravnotežne veličine njihovih populacija (Ricklefs i Miller 1999).

Vegetacioni ciklus fitoplanktona počinje u proleće kada u vodi ima dosta rastvorenih soli fosfata, nitrata i silicijuma, koje su dospele u vodu preko padavina i spiranjem obradivih površina. Tada se javljaju jednoćelijske alge (*Cryptomonas*, *Chromulina*, *Chrysococcus*, *Melosira*, *Diatoma*). Kada temperatura vode dostigne vrednost od 10 do 12°C dominantne su silikatne alge. Početkom leta javljaju se zelene, modrozelene i zlatne alge. Alge dostižu maksimum razvića na temperaturama većim od 15°C. Kao dominantne javljaju se vrste rodova *Anabena*, *Microcystis*, *Oscillatoria*, *Scenedesmus*, *Pediastrum* i druge. U jesen, temperatura vode je niža, te su brojnije silikatne i modrozelene alge, prilagođene hladnijoj vodi (Blaženčić 2007).

U ovom radu izvršena je procena sezonske dinamike fitoplanktona Petničkog jezera u sezoni 2012/13. Petničko jezero je veštačka akumulacija nastala pregrađivanjem reke Pocibrave 1987. godine. Nalazi se na granici atara sela Petnica i Bujačić, udaljeno oko 5 km od Valjeva, na 200 m nadmorske visine. Jezero ima površinu 3.5 ha. Najveća izmerena dubina je 7 m, dok je prosečna dubina oko 4 m (Grujić *et al.* 2003). Promene u sastavu zajednice algi mogu ukazati na promenu i značaj pojedinih fizičko-hemijskih parametara kvaliteta vode ove akumulacije.

Anđela Donević (1995), Leskovac, Majora Tepića 19/12, učenica 3. razreda Gimnazije u Leskovcu

MENTORI: Bojana Mičić, student Biološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu, i dr Vladimir Jovanović, naučni saradnik Instituta za biološka istraživanja „Siniša Stanković”

Materijal i metode

U periodu od jula 2012. do oktobra 2013. godine izvršeno je 8 uzorkovanja fitoplanktona Petničkog jezera, tri u letnjem aspektu, dva u jesenjem, dva u zimskom i jedno u prolećnom aspektu. Uzorkovanja su vršena, na četiri lokaliteta (slika 1), utvrđena prethodnim istraživanjima (Plavša i Đokić 2007).



Slika 1. Petničko jezero sa lokalitetima na kojima je vršeno uzorkovanje (osnova preuzeta sa Google Earth)

Figure 1. Petnica lake with the examined locations (base taken from Google Earth)

Uzorkovanje fitoplanktona je vršeno sa obale, filtriranjem 10 L vode kroz planktonsku mrežicu promera okaca 18 μm . Uzorci su neposredno po uzimanju fiksirani 96% etanolom. Determinacija je izvršena pomoću svetlosnog mikroskopa Zeiss Axioskop 2 plus i standardnih ključeva za determinaciju (Prescott 1954; Whitford i Schumacher 1973; Belcher i Swale 1987).

Za sve lokalitete u svim istraživanim aspektima određeni su Simpsonov indeks diverziteta i Shanon-Wieverov indeks diverziteta (Taylor *et al.* 1979). Pomoću Shannon-Wieverovog indeksa određuje se stepen diverziteta u zajednici (koji se ogleda u broju vrsta koje grade zajednicu). Simpsonov indeks predstavlja verovatnoću da će dve jedinice nasumično izabrane iz istog uzorka pripadati različitim vrstama (Došević 2012).

Struktura zajednice definisana je kao matrica brojnosti (abundanci) prisutnih vrsta. Razlike u strukturi zajednica među uzorcima iz različitih sezona utvrđene su korespondentnom analizom abundance svih pronađenih vrsta, u PAST programu (Hammer *et al.* 2001).

Rezultati i diskusija

Ukupno je determinisano 79 taksona. Najveći broj taksona zabeležen je u letnjem periodu (58) i na prelasku iz letnjeg u jesenji period (49). Spisak svih pronađenih taksona, po sezonskim aspektima, prikazan je u prilogu.

Prema rezultatima dobijenim računanjem indeksa diverziteta, najveći diverzitet karakteriše letnji aspekt. Ovaj rezultat je u skladu sa očekivanjima, pošto je najveći diverzitet dobijen u periodu sa najpovoljnijim uslovima za opstanak algi (letnji period). Najniži diverzitet zabeležen je u zimskom aspektu zbog nepovoljnih uslova (nedostatak svetlosti, niska temperatura).

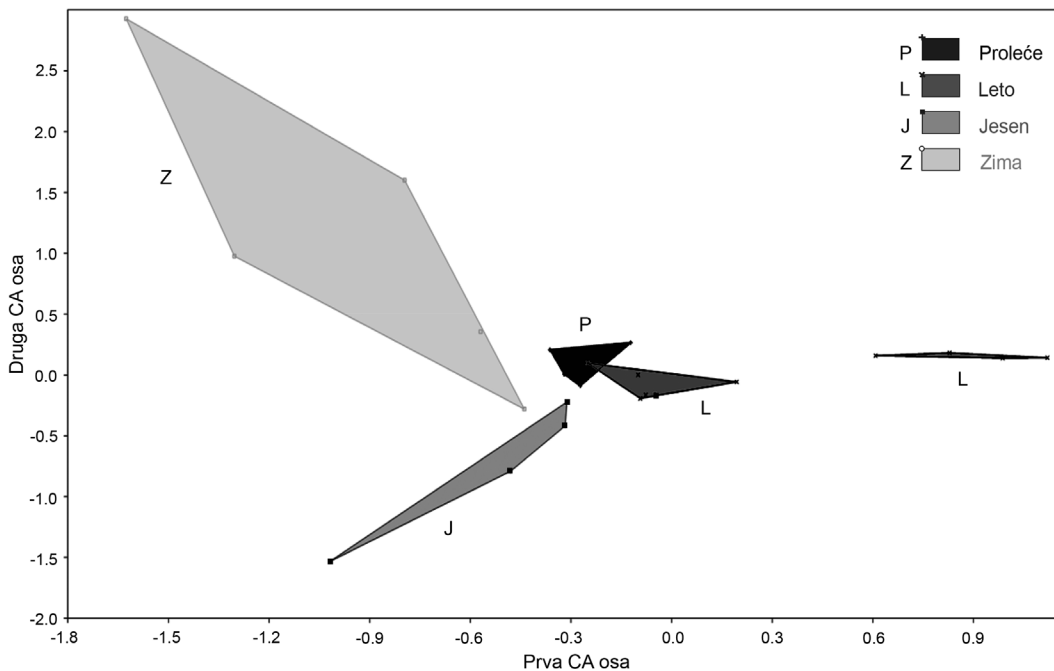
Grafik korespondentne analize (slika 2) ukazuje na postojanje sezonske dinamike u jezeru, pri čemu se prepoznaju zajednice algi koje odgovaraju ispitivanim sezonskim aspektima (letnji, jesenji, zimski i prolećni aspekt). Prva CA osa tako predstavlja vremensku osu, što je u skladu sa ranijim sličnim istraživanjima sezonske dinamike (Miljanović *et al.* 2010).

Rodovi karakteristični za letnji aspekt pripadaju zelenim algama iz reda Desmidiiales (*Closterium*, *Cosmarium*, *Staurastrum*, *Tetraedron*) ili Chlorococcales (*Scenedesmus*), kao i euglenama (*Lepocinclis*, *Phacus*, *Trachelomonas*).

U jesenjem aspektu karakteristične su silikatne (*Coelosphaerium*), zelene alge (*Oedogonium*) i cijanobakterije (*Merismopedia*, *Gleocapsa*, *Peridinium*). Značajna je pojava cijanobakterija iz reda Nostocales (*Oscillatoria*).

Zimski aspekt karakteriše mali broj vrsta (16 taksona). Dominantne su alge reda Euglenales (*Euglena* spp., *Lepocinclis* spp.), upravo zbog njihovog dvojnog načina ishrane i sposobnosti prilagođavanja na promene uslova sredine (Lander *et al.* 2007).

U prolećnom aspektu dominantne su uglavnom silikatne alge rodova *Diatoma*, *Gomphonema*, *Synura*, *Melosira* i *Meridion*. U proleće 2013. došlo je do cvetanja vode i do prenamno-



Slika 2. Grafik korespondentne analize fitoplanktonskih zajednica u Petničkom jezeru po sezonskim aspektima u periodu 2012-2013.

Figure 2. Correspondent analysis graph of phytoplankton communities in Petnica lake for different time aspects during 2012-2013 (P – spring, L – summer, J – autumn, Z – winter)

žavanja algi vrste *Dinobryon divergens*. Vrsta *Dinobryon divergens* karakteristična je za neutralne vode siromašne fosfatima (Miljanović *et al.* 2010; Kamjunke *et al.* 2006). Prisustvo ove vrste ukazuje na nisku koncentraciju fosfata u Petničkom jezeru tokom proleća 2013. godine.

U svim ispitivanim vremenskim aspektima prisutni su taksoni: *Pediastrum simplex*, *P. duplex*, *Phacus longicauda*, *Synedra* sp. i *Navicula* sp. Oni se mogu označiti kao karakteristični taksoni Petničkog jezera.

Pojedine vrste karakteristične za jesenji period (*Pinnularia* sp.) javile su se i u prolećnom periodu. Jedinke vrste *Dinobryon divergens*, karakteristične za prolećni period, pronađene su u letnjem i u jesenjem periodu. Ovo pokazuje da se smene između zajednica karakterističnih za različite sezone javljaju postepeno u skladu sa promenom ekoloških faktora.

Zaključak

Utvrđene su razlike u sastavu zajednica fitoplanktonskih algi u Petničkom jezeru koje odgovaraju ispitivanim sezonskim aspektima. Ovo je dokaz za postojanje sezonske dinamike algi u Petničkom jezeru.

Najveći diverzitet karakteriše letnji aspekt. Zbog nepovoljnih uslova, najniži diverzitet karakteriše zimski aspekt.

Vrste karakteristične za letnji aspekt pripadaju redu Desmidiales dok su u jesenjem aspektu karakteristične silikatne, zelene alge i cijanobakterije. Zimski aspekt karakteriše mali broj vrsta (16 taksona). Dominantne su alge reda Euglenales. U proleće 2013. cvetanje vode uslovalo je prenamnožavanje algi vrste *Dinobryon divergens*, što ukazuje na nisku koncentraciju fosfata u Petničkom jezeru u tom periodu.

Karakteristični taksoni Petničkog jezera su: *Pediastrum simplex*, *P. duplex*, *Phacus longicauda*, *Synedra* sp. i *Navicula* sp.

Kvalitativni sastav algi Petničkog jezera varira u toku vremena i direktno je povezan sa promenom ekoloških faktora vode. Radi potpunijeg razumevanja sezonske dinamike neophodno je dalje praćenje sezonskih promena kvalitativnog sastava algi uporedo sa određivanjem fizičko-hemijskih parametara vode.

Literatura

- Belcher H., Swale E. 1978. *Freshwater Algae*. London: Institute of Terrestrial Ecology
- Blaženčić J. 2007. *Sistematika algi*. VI izdanje. Beograd: NNK Internacional
- Čađo S., Đurković A., Miletić A. 2004. *Phytoplankton contents physico-chemical characteristics and trophic status of Čelije reservoir*. Podgorica: Natura Montenegrina
- Cvijan M., Blaženčić J. 1996. *Flora algi Srbije, 1 – Cyanophyta*. Beograd: Naučna knjiga
- Donević A. 2012. Određivanje kvaliteta vode Petničkog jezera na osnovu diverziteta fitoplanktinskih i epifitskih algi. *Petničke sveske*, **70**:178.
- Grujić D., Klajić Ž., Purjakov S. 2003. Teški metali u tkivima žutooke *Rutilus rutilus* kao indikator zagađenja vode Petničkog jezera. *Petničke sveske*, **56**: 102.
- Hammer Ř., Harper D. A. T., Ryan, P. D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, **4** (1): 1-9.
- Härdle W., Simar L. 2003. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Springer
- Kamjunke N., Henrichs T., Gaedke U. 2006. *Phosphorus gain by bacterivory promotes the mixotrophic flagellate Dinobryon spp. during re-oligotrophication*. Oxford University Press
- Leander B. S., Esson H. J., Breglia S. A. 2007. Macroevolution of complex cytoskeletal systems in euglenids. *BioEssays*, **29**: 987.
- Miljanović B., Mijić I., Jovanović V., Sipos S., 2010. Response of Phytoplankton Associations of Zavoj Reservoir (Serbia) to Seasonal Variation in Hydrochemical Parameters. Fourth International Scientific Conference BALWOIS, Ohrid, Republic of Macedonia, 25–29 Maj 2010.
- Plavša J., Đokić J. 2007. Ocena kvaliteta vode Petničkog jezera na osnovu sastava fitoplanktonske zajednice. *Petničke sveske*, **63**: 157.
- Prescott G. W. 1954. *How to know the fresh-water algae*. Dubuque: Brown
- Rakočević J. 2002. *Struktura i sezonska dinamika epifitskih i diatomskih zajednica u rjeci Srvojevića (Skadarako jezero)*. Podgorica: Natura Montenegrina
- Ricklefs R. E., Miller G. L. 1999. *Ecology*, IV Edition. Freeman
- Suthers M. I., Rissik D. 2008. *Plankton: A Guide to Their Ecology and Monitoring for Water Quality*. CSIRO publishing
- Taylor W. D., Williams L. R., S. C. Hern 1979. *Phytoplankton Water Quality Relationship in U.S. Lakes, Part VII: Comparison of some new and old indices and measurements of trophic state*. Las Vegas: Environmental Monitoring and Support Laboratory
- Wehr J. D., Seath R. G. 2003. *Freshwater Algae of North America: Ecology and Classification*. Elsevier Science
- Whitford L. A., Scumacher G. J. 1973. *A manual of fresh-water algae*. Sparks Press

Anđela Donević

Seasonal Dynamics of Phytoplankton Algae in Petnica Lake

Phytoplankton communities are formed under the influence of various biotic and abiotic factors. Seasonal dynamics represents changes in qualitative and quantitative structure of phytoplankton communities throughout the year, along with change in intensity of ecological factors. Seasonal dynamics of phytoplankton algae in Petnica lake is presented in this paper. Data was collected during the four seasons in the years 2012/13. The study revealed presence of 79 taxa, with the largest number of species found in the summer period (58). According to the results obtained by calculating Simpson's and Shannon-Wiener's index of diversity, the highest diversity is typical for the summer period, and the lowest diversity for winter. The results present the seasonal dynamics of phytoplankton algae in Petnica lake for a short period of time.

Different ecological groups of algae were dominant in different seasons. In order to better determine the seasonal dynamics of Petnica lake, it is necessary to continue studying seasonal changes in the qualitative composition of the algae along with conducting analysis of physico-chemical parameters of water quality.

Prilog 1

Tabela 1. Kvalitativni sastav fitoplanktona Petničkog jezera u različitim periodima godine

Takson	Aspekt*							
	L1	J1	Z1	Z2	P1	L2	L3	J2
<i>Closterium ehrenbergii</i> Meneghini ex Ralfs	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Closterium</i> sp.	+	-	-	-	+	+	+	+
<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli	+	-	-	-	-	+	+	+
<i>Coelastrum morus</i> West & G. S. West	-	-	-	+	-	-	+	+
<i>Coelastrum reticulatum</i> (P. A. Dangeard) Senn	-	-	-	-	-	-	+	+
<i>Coelastrum</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Coelosphaerium kuetzingianum</i> Naeg.	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Cosmarium botrytis</i> Meneghini ex Ralfs	+	-	-	-	-	-	-	+
<i>Cosmarium cyclicum</i> P. Lundell	+	-	-	-	-	+	-	-
<i>Cosmarium ornatum</i> Ralfs ex Ralfs	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cosmarium</i> sp.	+	-	-	-	+	+	+	+
<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W. Smith	-	+	+	-	+	+	+	+
<i>Cymbella</i> sp.	+	+	-	-	+	+	+	+
<i>Diatoma</i> sp.	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Dinobryon divergens</i> O.E.Imhof	-	-	-	-	+	-	+	+
<i>Eudorina</i> sp.	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Euglena</i> sp.	-	-	+	+	+	-	+	+
<i>Fragilaria</i> sp.	+	-	+	-	+	+	+	+
<i>Gleocapsa</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Gomphospaheria aponia</i> Kutz	+	-	-	-	+	-	+	+
<i>Lepocinclis caudata</i> A. M. Cunha	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Lepocinclis ovum</i> (Ehrenberg) Lemmermann	+	-	-	-	-	-	-	+
<i>Lepocinclis teres</i> (F. Schmitz) Francé	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lepocinclis texta</i> (Dujardin) Lemmermann	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lepocinclis</i> sp.	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mallomonas</i> sp.	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Melosira varians</i> C. Agardh	-	-	+	-	+	-	+	+
<i>Meridion</i> sp.	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Meridion circulare</i> (Greville) C.Agardh	-	-	-	-	+	+	-	-
<i>Merismopedia elegans</i> A. Braun ex Kützing	-	-	-	-	+	+	+	+
<i>Merismopedia punctata</i> Meyen	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Microcystis flos-aquae</i> (Wittrock) Kirchner	-	-	+	-	+	-	+	+
<i>Microcystis</i> sp.	-	-	-	+	+	+	+	+
<i>Mougeotia</i> sp.	+	-	-	+	+	-	+	+
<i>Navicula decussis</i> Kutz.	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Oedogonium</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	+

Takson	L1	J1	Z1	Z2	P1	L2	L3	J2
<i>Oscillatoria granulata</i> N. L.Gardner	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Oscillatoria</i> sp.	+	+	+	-	+	+	+	
<i>Pediastrum boryanum</i> (Turpin) Meneghini	+	+	-	-	+	+	+	+
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	+	+	+		+	+	+	+
<i>Pediastrum simplex</i> Meyen	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Peridinium</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Phacus longicauda</i> (Ehrenberg) Dujardin	+	-	+	+	+	+	+	+
<i>Phacus pleuronectes</i> (O. F. Müller) Nitzsch ex Dujardin	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phacus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Phacus tortus</i> Lemmerman	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phacus triqueter</i> (Ehrenberg) Perty	+	-	-	+	-	-	+	+
<i>Pinnularia</i> sp.	+	+	-	-	+	+	+	+
<i>Pleurosigma</i> sp.	+	-	-	-	-	+	+	+
<i>Scenedesmus aculeolatus</i> Reinsch	+	-	-	-	+	-	-	+
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Chodat	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Scenedesmus bernardii</i> G. M. Smith	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Scenedesmus bijuga</i> (Turpin) Lagerheim	+	-	-	-	+	+	+	+
<i>Scenedesmus brasiliensis</i> Bohlin	+	-	-	-	-	+	-	
<i>Scenedesmus dimorphus</i> (Turpin) Kützing	+	-	-	-	-	+	+	+
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turpin) Brébisson	+	+	+	-	+	+	+	+
<i>Spirogyra</i> sp.	+	+	-	-	+	+	+	+
<i>Staurastrum cerastes</i> Lundell	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Staurastrum chaetoceras</i> (Schröder) G. M. Smith	+	-	-	-	-	-	-	+
<i>Staurastrum cingulum</i> (West & G. S. West) G. M. Smith	+	-	-	-	-	+	-	+
<i>Staurastrum cyrtoceram</i> Brébisson	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Staurastrum gracile</i> Ralfs ex Ralfs	-	-	-	-	-	-	+	+
<i>Staurastrum hexacerum</i> Ehrenberg ex Wittrock	+	-	-	-	-	+	-	-
<i>Staurastrum margaritaceum</i> Meneghini ex Ralfs	+	-	-	-	-	+	+	+
<i>Staurastrum</i> sp.	+	+	-	-	-	-	-	+
<i>Staurastrum tetracerum</i> Ralfs ex Ralfs	+	-	-	-	-	+	+	-
<i>Synedra</i> sp.	+	-	+	+	+	+	+	+
<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehrenberg	+	+	-	-	+	+	+	+
<i>Synura</i> sp.	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Tabellaria</i> sp.	+	-	-	+	+	-	-	-
<i>Tetraedron caudatum</i> (Corda) Hansgirg	+	-	-	-	-	+	+	
<i>Tetraedron hastatum</i> (Reinsch) Hansgirg	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trachelomonas euchlora</i> (Ehrenberg) Lemmerman	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trachelomonas</i> sp.	-	-	+	-	-	+	+	+
<i>Trachelomonas spectabilis</i> Deflandre	+	-	-	+	-	-	+	+
<i>Trachelomonas superba</i> Svirenko	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Zygnema</i> sp.	+	-	-	-	+	-	-	+

*Datumi uzorkovanja: 8.7.2012. (L1); 25.9.2012. (J1); 2.11.2012. (Z1); 17.2.2013. (Z2); 23.4.2013. (P1); 24.6.2013. (L2); 4.7.2013. (L3); 10.9.2013. (J2)

