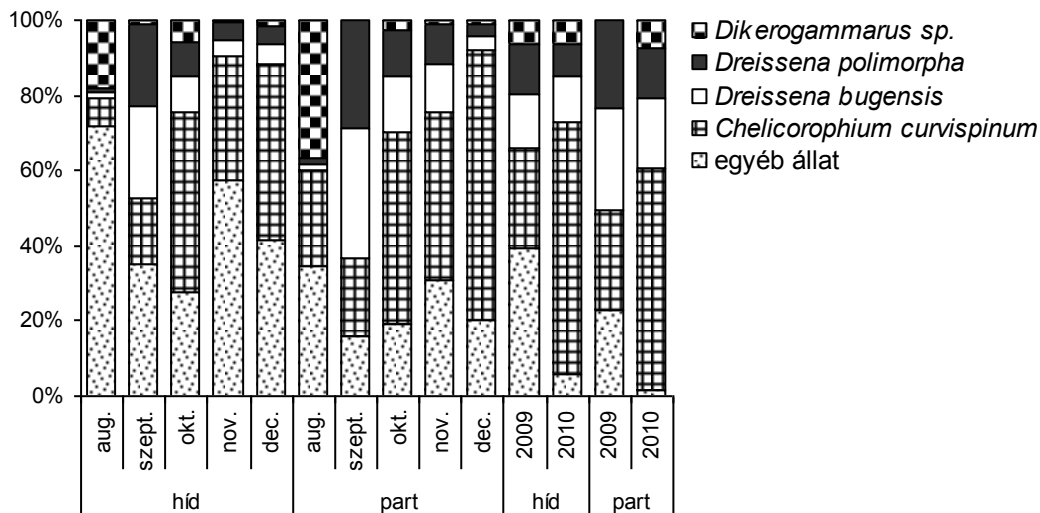


Eredmények

A mért RMS-turbulencia értékek 1,17 és 12,6 cm s⁻¹ közt változtak. A turbulencia összességében a hídnál nagyobb-nak mutatkozott. Nagyobb áramlásoknál (erős szélben) az RMS-turbulencia értékek közel azonosak a két mintavételi ponton (átlagosan 10,8±2,4 cm s⁻¹), kisebb áramlások mellett (szélsédben, gyenge szél esetén) azonban nagyságrendekkel jelentősebb (közel hányszoros érték is előfordult) a

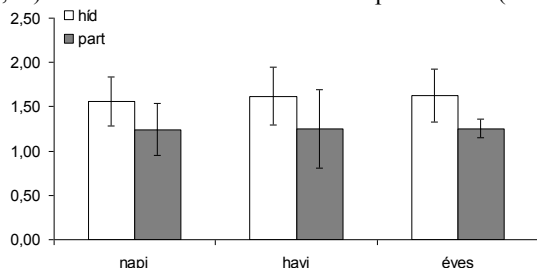
hídnál (átlagosan 8±0,9 cm s⁻¹), mint a parton (átlagosan 2,7±1,3 cm s⁻¹).

A pontokáspi fajoknak a part közeli mintavételi ponton majdnem minden esetben nagyobb volt a relatív abundanciája, mint a hídnál. Az egyéb kitelepedett állapotok esetén pedig éppen az ellenkezőjét figyelhetjük meg, miszerint a hídnál nagyobb, a part közelében pedig kisebb arányban telepedtek ki (1. ábra).

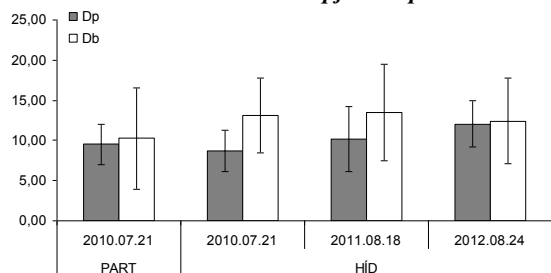


1. ábra. A Pontokáspi inváziós fajok relatív abundanciája (%), napi, havi és éves mintavétel alapján csoportosítva

A kezdeti közel 50-50 %-os *D. bugensis*-*D. polymorpha* arány két év elteltével jelentősen változott, a kvagga kagyló relatív abundanciája közel hatszor akkora volt, mint a vándorkagyló. A tegzes bolharák kezdeti sikeres kitelepedését követően két év elteltével számottevően csökkent ezzel szemben a *Dikergammarus* fajok aránya, mely folyamatos kismértékű növekedést mutatott. Az egyéb kitelepedett őshonos fajok kezdetben a minták közel 40 %-át alkották, 2010-re arányuk jelentősen csökkent (közel hetedére), majd 2012-ig folyamatos kismértékű növekedést mutatott (1. ábra). A Shannon diverzitási index szignifikáns (ANOVA, $p < 0,05$) eltérést mutatott két mintavételi pont esetén (2. ábra).



2. ábra. A Shannon diverzitási index alakulása napi, havi és éves mintavételek alapján csoportosítva



3. ábra. *Dreissena* (*Db*: kvaggakagyló, *Dp*: vándorkagyló) átlaghosszok (mm) éves mintavételek alapján

A kvagga kagylónak az átlaghossza mindkét mintavételi ponton és mindhárom évben jelentősebbnek mutatkozott (3.

ábra), mely a napi és a havi mintavétel esetén is elmondható. A finomabb mérettartomány szerinti felosztás is azt szemlélteti, hogy a kvagga állomány jelentős részét 10 és 22 mm közti, míg a vándorkagyló állomány nagy hányadát 7 és 17 mm közötti egyedek alkotják (4. ábra).

Konklúzió, diszkusszió

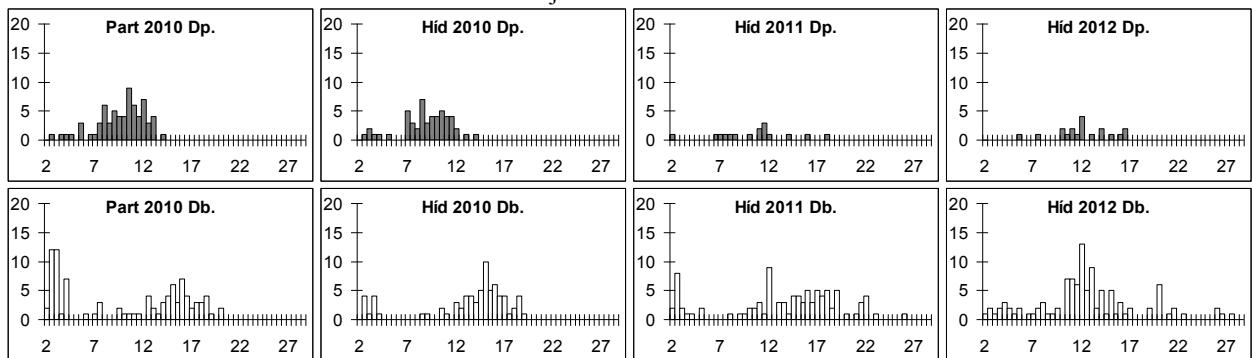
A hídnál kiválasztott mintavételi pont jelentős mértékű állandó áramlásnak kitett, míg a partközeli pontra szélsédben időben számottevően kisebb áramlás a jellemző. A két mintavételi pont közt szélsédben mért áramláskülönbség egy küszöböt elérve, erős szél és nagy hullámozás mellett eltűnik. A hídnál szélsédben mért RMS-turbulencia, 400 – 600 cm s⁻¹ szélsébség által keltett erősebb balatoni hullámozásnak felel meg (Baranyai, 2012).

A kísérlet során megfigyeltük, hogy a vizsgált pontokáspi fajok (*D. polymorpha*, *D. bugensis*, *C. curvispinum*) együttes abundanciája a part közelében mindig nagyobb volt, mint a hídnál. Ennek oka lehet, hogy az itt uralkodó körülmények, többek közt az általunk mért csekélyebb turbulencia jobban kedveznek mind a tegzes bolharák, mind a *Dreissena* számára. Számos tanulmány is alátámasztja, hogy a kagylók nem preferálják az erős hullámozást, próbálják elkerülni a hullámhatásnak kitett területeket (Zhang és mts., 1998). Tehát az áramláserősség alapvetően befolyásolja a vándorkagyló és a kvagga kagyló kolonizációjának helyét, a megtelepedésre alkalmas szubsztrátum kiválasztását, melyet a viharokat követő abundancia csökkenés is alátámaszt. Az egyéb kitelepedett bevonatlakók számára kedvezőnek bizonyulhatott a nagyobb turbulenciájú terület és előnyt, megtelepedésre alkalmas terület jelenthetett a pontokáspi inváziós fajok kisebb számú jelenléte. A Shannon-diverzitási index alapján is jelentősebb e területek biodiverzitása.

A tegzes bolharák és a *Dreissena* fajok (kvagga-, vándorkagyló), valamint a két *Dreissena* faj között alakult ki jelentős kompetíció, melyhez hasonló versengést tapasztaltak Molloy és mts., 1997; van der Velde és mts., 1994,

1998; Rajagopal és mts., 1998, amely azzal magyarázható, hogy mindhárom faj szűrőszervezet és apró szemcséjű szerves anyaggal, fitoplanktonnal táplálkozik. A kísérlet során a kvagga kagyló mindig nagyobb egyedszámú volt, mint a vándorkagyló. Kezdetben a tegzes bolharák dominált, majd az élőbevonat állandósulását követően a *Dreissena* fajok a-

ránya volt jelentősebb. A kvagga kagyló jelentősen visszaszorította a vándorkagylót és a tegzes bolharákat 2012-re, míg a *Dikerogammarus* fajok aránya, ha csak kis mértékben is, de folyamatosan növekedett a négy év során.



4. ábra. Hisztogramok y-tengely: darabszám, x-tengely: hosszartomány (mm) éves mintavétel alapján csoportosítva
Köszönetnyilvánítás

Köszönetet mondunk a MEH 150002, TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0038, NKTH-OTKA A08-2 (CNK 801400), TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0064 projekt pénzügyi támogatásért. Köszönetünket fejezzük ki a kihelyezett aljzat konstruálásában nyújtott segítségért Harmati Péternek és a mintavétel, mintafeldolgozás során nyújtott segítségért Szabó Henriettének, P.-Klein Tündének, Starkné Mecsnél Ildikónak.

Irodalom

- Balogh Cs., Nédli J., Purgel Sz., G.-Tóth L. és Major Ágnes (2010): pontokáspi inváziós fajok a Balatonban egy új jövevényvel kiegészülve. – Hidrológiai Közlemény 90/6: 8-10.
- Baranyai E. (2013): Környezeti változók hatása a rákközösségek szerkezetére, PhD értekezés, Veszprémi Egyetem, 1-103.
- Borcherding J. and Strum W. (2002): The seasonal succession of macroinvertebrates, in particular the zebra mussel (*Dreissena polymorpha*), in the River Rhine and two neighbouring gravel-pit lakes monitored using artificial substrates. – International Review of Hydrobiology 87: 165-181.
- Dolmer P. and Swane I. (1994): Attachment and orientation of *Mytilus edulis* L. in flowing water. – Ophelia 40: 63-74.

Higgins S. N., and Vander Zanden M. J. (2010): What a difference a species makes—A meta-analysis of dreissenid mussel impacts on freshwater systems. – Ecological Monographs 80/2:179–196.

Hecky R. E., Smith R. E., Barton D. R., Guildford S. J., Taylor W. D., Charlton M. N., and Howell T. (2004): The nearshore phosphorus shunt—A consequence of ecosystem engineering by dreissenids in the Laurentian Great Lakes—Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 61:1285–1293.

Peyer S. M., McCarthy A. J. and Lee C. E. (2009): Zebra Mussel anchor byssal threads faster and tighter than quaga mussel in flow. – The Journal of Experimental Biology 212:2027-2036.

Strayer D. L., Caraco N. F., Cole J. J., Findlay S. and Pace M. L. (1999): Transformation of freshwater ecosystems by bivalves: A case study of zebra mussels in the Hudson River—ioscience 49: 19-27.

Vanderploeg H. A., Nalepa T. F., Jude D. J., Mills E. L., Holeck K. T., Liebig J. R., Grigorovich I. A. and Ojaveer H. (2002): Dispersal and emerging ecological impacts of Ponto-Caspian species emerging in the Laurentian Great Lakes. – Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 59: 1209-1228

Zhang Y., Stevens S. E. J. and Wong T-Y. (1998): Factors affecting rearing of settled zebra mussels in a controlled flow-through system. – Progressive Fish-Culturist 60: 231-235.

Macroinvertebrate succession in different turbulence conditions

¹Cs. Balogh, ²J. Csaba, ³Sz. Purgel, ¹J. Nédli and ¹L. G.-Tóth

Abstract

The biodiversity in the stony littoral zone, especially at Tihany reduced in the past years. It may due to the improvement of the water quality and the invasion of the Ponto-Caspian species. The aim of the research is to follow the succession and recolonization process of macroinvertebrate in different turbulence conditions parallel with the appearance of the new ponto-caspian invader, quagga mussel. We placed two natural substrata (exposed in different velocity conditions, 60 stones per substrata) at the bay of Kis, in Tihany. We started the sampling in the 3rd of August 2009 by taking samples three days a month, than monthly (August-December) ongoing from 2010 to 2012. We studied the colonised macroinvertebrates and the zooplankton. We found competition between the two *Dreissena* species and *C. curvispinum*. *D. bugensis* densities were always higher than *D. polymorpha* densities. At the beginning of the experiment *C. curvispinum* dominated in the encrustation, after the perpetuation *Dreissena* species became the dominant species with lower relative abundance in less turbulent area. This is also confirmed by the reduction of the invasive species relative abundance after storm.

Key words: biodiversity, Ponto-Caspian invasive species, velocity.