

Egyetemi doktori (PhD) értekezés tézisei

A lebegőanyag és a mederanyag anyagforgalmi szempontú elemzése a Dunában Kismaros és Paks között, valamint az Ipolyban és két börzsönyi patakban

Analysis of the suspended matter and the bed material in the Danube River between Kismaros and Paks, in the Ipoly River and in two streams in the Mountain Börzsöny from the viewpoint of the material cycle

Tóth Bence

Témavezetők: Dr. Dévai György
Dr. Oertel Nándor



DEBRECENI EGYETEM
Juhász-Nagy Pál Doktori Iskola

Debrecen, 2015

1. Bevezetés és célkitűzések

Folyó- és állóvizek szervesanyagának jelentőségét évtizedek óta számos munka hangsúlyozza. Mind az oldott, mind a partikulált formában jelenlévő szervesanyag fontos szén- és energiaforrás, egyes oldott tápanyagok és fémek biológiai hozzáférhetőségét is befolyásolja, továbbá a víz optikai tulajdonságaira is hatással van (FINDLAY és SINSABAUGH 2002). A folyó által lebegtetett szerves (és szervetlen) anyagok lassabb áramlásnál kiülepsznek, majd újra felkeveredhetnek, döntően meghatározzák az üledék mennyiségi és minőségi tulajdonságait. E két frakció nem kezelhető, nem vizsgálható teljesen elkülönítve. A mederanyag az üledékekkel keveredve, valamint a víz lebegőanyaga időben és térben változó mennyiségű (és minőségű) szervesanyag-tartalommal bír. Ez a szervesanyag a bentikus makro- és meiofauna anyagforgalmi folyamatait alapvetően meghatározza. Először kisebb vízfolyásokban írták le a bentikus társulások és a szervesanyag kapcsolatát, a nagy folyók anyagforgalmi kutatását alapvetően megnehezíti a térbeli heterogenitás, az időbeli változékonyság és nem utolsósorban a mintavételi nehézségek. Az adatok összehasonlítása és az eredmények interpretálása is problémát okozhat, mert a legtöbb publikált eredmény eltérő rendűségű, eltérő klimatikus övben fekvő vízfolyásról származik. A mederanyag-frakciók mérettartománya, a szervesanyag meghatározás módszere, valamint a makroszkopikus gerinctelen fajok funkcionális táplálkozási csoportba való besorolása is többféle lehet (NOSEK *et al.* 2009).

A Duna középső szakaszán a vízben, ill. az üledék rétegeiben lejátszódó építő és lebontó folyamatok is viszonylag kevésbé kutatottak, a magyarországi Duna szakaszon ismereteink szerint eddig ilyen vizsgálatok alig történtek, holott ezeknek alapvető hidrológiai és hidrobiológiai vonatkozásai vannak.

Kutatásom egyik célkitűzése a lebegőanyag mennyiségi és minőségi tulajdonságainak leírása, a vízhozammal való és az évszakos összefüggések feltárása. A lebegőanyag mennyisége, a folyó lebegőanyag hozama, ill. a formált (partikulált) szervesanyag-mennyiség változásának bemutatása kilenc év heti rendszerességgel végzett mérési eredményeinek felhasználásával történt meg.

A dolgozat másik célkitűzése a Dunán, az Ipolyon és két bürzsönyi patakon különböző áramlású helyszíneken a parti zónában található mederanyag jellemzőinek leírása, a bentikus szervesanyag fő előfordulási formáinak, területegységre vonatkoztatott teljes mennyiségének bemutatása. Kapcsolatot kerestünk az egyes funkcionális táplálkozási csoportokba sorolt makroszkopikus gerinctelen közösségek összetétele és a bentikus szervesanyag frakciók előfordulása közt.

2. Anyag és módszer

2.1. Mintavételi helyek és idők

A lebegőanyag és kémiai oxigénigény (KOI) mérések Gödön (1668 fkm), heti rendszerességgel vett mintákból történtek. A vízmintát a sodorvonal közelében, kb. 20 cm-es mélységből vettem, merítéssel. A minta feldolgozása a mintavétel napján megtörtént.

A vízhozam adatokat a korábban elérhető internetes oldalról, a *www.vizadat.hu* oldalról gyűjtöttem, Vác mintavételi helyről, amennyiben egy nap több mérés történt, az adatokat átlagoltam.

Téli időszakban, pl. a jégzajlás miatt több esetben nem volt lehetséges a mintavétel. Egyes esetekben a személyi vagy eszközi feltételek nem álltak rendelkezésre.

A mederanyag vizsgálatokhoz három nagyobb mérés sorozatot végeztem:

1. Folyószakasz léptékű: 2005. jún., aug., szept., nov.
2. Gödi sziget térsége: 2006. júl., okt.
3. Nagy tér léptékben: 2007 ápr., jún., aug., okt., 2008 ápr., aug., okt.

Folyószakasz lépték: Kismarosnál (1688 fkm) a Duna jobb partján (a parthoz közel, álló vízben, valamint a parttól távolabb, közepes áramlással), ill. Gödnél (1668 fkm), a bal parton, a Gödi sziget alsó végénél. A kismarosi és a gödi szakasz egymástól kb. 20 km-re található.

Kis térlépték: az alapvetően depozíciós, kb. 1,3 km hosszú Gödi szigeten négy mintavételi hely különböző áramlási viszonyokkal: sziget felső csúcsánál (erős áramlásnál), az egyik keresztgátnál (álló vízben), a sziget alsó végénél ill. a mellékágban.

Nagy térléptékű: másodrendű Hosszúvölgyi patakon, a harmadrendű Börzsöny patakon, az Ipoly folyón valamint a Dunán (Kismarosnál, Gödnél, a Gödi-szigeti mellékágában Ercsinél, Paksnál).

A mederanyag mintát magmintavevővel (cső mintavevő) vettem, melyet kézi erővel mélyítettem az alzatba. A mederanyag és az üledék – a kiüledő lebegőanyag – által együttesen alakított közeget elemeztem. Az első mérési sorozatban 15 cm-es mélységig vizsgáltam a mederanyagot (5 cm-es rétegenként) a további mintavételek csak a felső 5 cm-re korlátozódtak. A helyszíneken 3 mintát vettem és egyesítettem azokat. A feldolgozásig a mintákat fagyasztva tároltam.

2.2. Mintafeldolgozás

A mederanyag mintákat nedves szitálással az alábbi frakciókra bontottam: durva (C: coarse, 2360–710 μm), finom (F: fine, 710–250 μm), nagyon finom (V: very fine, 250–63 μm), ultra finom (U: ultra fine, 63–0,45 μm). A frakciók mérettartományának megállapításakor a fő szempont a bentikus makroszkopikus gerinctelen élőlények táplálkozási szokása volt, vagyis az egyes funkcionális táplálkozási csoportok által preferált táplálék mérethez próbáltam közelíteni (CUMMINS és KLUG 1979, DRAKE 1984). Ezen méretekhez alkalmaztam a meglévő standard szitasort.

2.3. Analitikai módszerek

A kémiai oxigénigény (KOI) mérése savas közegben, kálium-permanganáttal történt. A partikulált szervesanyag KOI értékét a szűrt és a nem szűrt vízminta KOI értékének különbségéből számoltam (DKOI, $\text{mg O}_2 \text{ L}^{-1}$). A a-klorofill-koncentráció mérése metanolos extrakció után spektrofotometriás módszerrel történt (FELFÖLDY 1987). A lebegőanyag-koncentráció meghatározását 105 °C-on szárított, 0,45 μm pórusméretű membrán szűrőn történő szűréssel végeztem. A mederanyag-frakciók szervesanyag-tartalom meghatározása az

előzőleg elkülönített, 105 °C-on tömegállandóságig szárított mederanyag-frakciók izzítási veszteség mérésével történt, (4 óra, 550 °C) (HEIRI *et al.* 2001).

2.4. Statisztikai módszerek és számítások

Lebegőanyag-koncentráció vízhozamtól való függését a nemzetközi irodalomban évtizedek óta alkalmazott hordalék szállítási görbe (*Sediment Rating Curve, SRC*) illesztésével számoltam (WALLING és WEBB 1981). Mind a vízhozam, mind a koncentráció értékek esetében logaritmus transzformációt alkalmaztam. A modell illeszkedését a széles körben elterjedt Nash-Sutcliffe hatékonyság mutató számmal (NASH és SUTCLIFFE 1970) és a mért és számolt értéke közti eltérés nagyságával (%) jellemeztem. A logaritmusérték visszaalakításakor fellépő hiba kiküszöbölésére a DUAN (1983), FERGUSON (1986) és BRADU és MUNDLAK (1970) által leírt korrekciós faktorokat teszteltem.

A többszörös regresszió analízis, a normál eloszlás vizsgálat, és a korreláció számítás az ANOVA vizsgálat Statistica 7.0 programmal készült, a szignifikancia vizsgálatához tartozó $p < 0,05$.

A mederanyag jellemzők cluster analízisét a különböző időpontokban vett minták eredményeinek átlaga alapján készítettem el, Statistica 7.0 programmal, a program által standardizált értékekre (centrálás).

3. Az új tudományos eredmények

3.1. A lebegőanyag anyagforgalmi jellemzői

T1/1. Igazoltam, hogy a hordalék szállítási görbe (*Sediment Rating Curve, SRC*) modell segítségével és korrekciós faktorok alkalmazásával 20–45%-os eltérésekkel becsülhető a Duna lebegőanyag koncentrációja a vízhozam adatok alapján. A modell segítségével kimutattam a vizsgált időszakra (2003–2011) az éves átlagos lebegőanyag hozamot (1,6 mill t év^{-1}), irodalmi adatokkal összevetve (RÁKÓCZI 1993) a folyó éves lebegőanyag hozama az elmúlt évtizedek során kb. felére csökkent.

Kimutattam, hogy a Duna középső szakaszán a hordalék szempontjából leghatékonyabb vízhozam az átlagos vízhozamhoz közel eső 1750 m^3s^{-1} , ezzel együtt azt is bizonyítottam, hogy a Dunán a magasabb vízállásoknak is jelentős a hozzájárulása az éves lebegőanyag-hozamhoz.

T1/2: Kimutattam, hogy a többszörös lineáris regresszió módszerével a vízhozam és a hőmérséklet adatok mint független változók felhasználásával lehet a legjobb közelítést elérni, azonban az – a modell hatékonyságát tekintve valamelyest pontatlanabb közelítést adó – éves adatsorok alkalmazása a folyó lebegőanyag szállításáról, mint fontos hidrológiai tulajdonságáról ad jó jellemzést.

3.2. A lebegőanyag szervesanyag-tartalmának anyagforgalmi vonatkozásai

T2/1. Kimutattam, hogy a partikulált szervesanyag mennyisége a lebegőanyag-koncentráció és az a-klorofill-koncentráció mint független változó felhasználásával 20–36%-os eltéréssel becsülhető (hőmérséklet tartományok alkalmazásával és áradó-apadó vízállások elkülönítésével, többszörös lineáris regresszió alkalmazásával). A variancia partícionálás segítségével bizonyítottam, hogy a fitoplankton hozzájárulása áradások esetén is jelentős lehet a folyó összes partikulált szervesanyag-tartalmához.

9 év adatainak elemzése alapján kimutattam, hogy a lebegőanyag fajlagos szervesanyag-tartalma 45–50 mgL⁻¹-es lebegőanyag-koncentrációig igen tág tartományban mozog, e felett azonban értéke kicsi, és az értékek tartománya is jelentősen leszűkül.

3.3. A mederanyag anyagforgalmi jelentősége

T3/1. Három, különböző térléptékű mederanyag vizsgálat sorozat kiértékelése alapján kimutattam, hogy a bentikus szervesanyag mennyiségét alapvetően a mederanyag frakciók mennyisége (így az áramlási viszonyok) és nem annak szervesanyag-tartalma határozza meg. Ezzel együtt eltérések alakulhatnak ki a mederanyag és a bentikus szervesanyag mintázata közt.

A Duna vizsgált szakaszán a mederanyag frakciók szervesanyag-tartalmát méréseim alapján a következő adatokkal jellemezhető: a legkisebb változékonyságot (CV: variációs koefficienssel kifejezve) az ultrafinom frakció (U: 63–0,45 µm) mutatja (9,33±3,2%, CV: 34,3%), a nagyon finom (V: 250–63 µm) és finom (F: 710–250 µm) frakcióknak van átlagosan a legkisebb szervesanyag-tartalma (V: 2,4±2,2%, CV: 93,1%, F: 5,3±8,8%, CV: 165,3%), a durva frakciónak (C: 2360–710 µm) az átlagot tekintve legnagyobb szervesanyag-tartalma, igen nagy változékonysággal (18,1±23,6%, CV: 130,8%).

T3/2. A bentikus szervesanyag összetétele és mennyisége alapján a Duna folyón mind kisebb, mind nagyobb térléptékben, valamint az Ipolyban és a börzsönyi patakokban időbeli és térbeni (vertikális és horizontális) heterogenitást mutattam ki, ezzel igazoltam, hogy a jelenleg ismert anyagforgalmi koncepciók közül a foltok, mozaikok létét hangsúlyozó Riverine Ecosystem Synthesis modell érvényes a vizsgált vízfolyásokra.

A zoológiai felmérések eredményévé összevetve szignifikáns összefüggést adódott az összes bentikus szervesanyag és a makroszkopikus gerinctelenek össz egyedszáma, illetve a kagylók egyedszáma közt, több esetben azonban nem adódott szoros korreláció a bentikus szervesanyag összes, illetve frakcióinak mennyisége és a bentikus szervezetek (össz egyedszám, funkcionális táplálkozási csoportok) között. Ez a rendelkezésre álló „szervesanyag túlkínálattal” magyarázható.

T3/3: A nagy térléptékű vizsgálatok során a kagylófaunára jellemző víztér szerinti elkülönülés és folyásirányban növekvő diverzitás nincs egyértelmű összhangban a bentikus szervesanyag mennyiségének és összetételének változásával, vagyis megfigyelhető az eltérő térbeli mintázatok koegzisztenciája.

1. Introduction and aims

In the last decades much emphasis has been laid upon the importance of the organic matter in aquatic environments by several studies. Both dissolved and particulate organic matter is a major energy and carbon source, mediates the availability of dissolved nutrients and metals, and affects the optical characteristics of the water (FINDLAY and SINSABAUGH 2002). Organic and inorganic particles, suspended by the river can settle down at low flow velocity, and stir up when the flow gets stronger. This process essentially determines the qualitative and quantitative properties of the sediment, hence, suspended matter and bed sediment can not be studied separately. The organic matter content (and composition) of the bed material mixed with the sediment and the suspended matter changes both temporally and spatially. This organic matter basically determines the development of the benthic macrozoo- and meiofauna.

The relationship between benthic communities and organic matter was described first in streams. Investigations on large rivers are complicated by temporal and spatial heterogeneity, and difficulties of the sampling. Comparison and interpretation of the results is also complicated, because most of all the studies are from streams of different order, and from different climatic zones. Size ranges of the bed material fractions, method of the determination of the organic matter content, and the way of categorisation into functional feeding groups of the macroscopic invertebrate species can also happen on different ways (NOSEK *et al.* 2009).

The processes of sedimentary and aquatic metabolism have been studied sporadically in the middle Danube-section, no similar investigations have been performed in the Hungarian Danube section to the best of our knowledge, although these interactions are of essential hydrological and hydrobiological importance.

One of my aims was to describe the qualitative and quantitative characteristics of the suspended matter (SM), to ascertain the relationship with water discharge and to present the seasonal dynamics. Quantity and yield of the suspended matter and the dynamics of the particulate organic matter was determined by the evaluation of a 9 year long weekly sampling.

The other aim of present study was to describe the characteristics of the bed material and quantifying the fractions and the total benthic organic matter at riparian zones with different flow characteristics in the Danube river basin. With the cooperation of zoologists, we investigated several sites with different spatial scales to reveal the relationship between the functional feeding group composition (macroinvertebrates) and the occurrence of the benthic organic matter fractions and its quantity per surface unit. Hydrology, hydrobiology, bed morphology, environment and nature protection can benefit from this knowledge, as well as further investigations and sampling strategy design can use it as a takeoff point.

2. Materials and methods

2.1. Sampling sites and data of samplings.

Water chemical samples were taken weekly during 2003–2011 at Göd, (1668 river km). The sample bottle was filled in the streamline, by immersion to a depth of 20-25 cm. Samples were examined at the same day. Water discharge data were gained from the website *www.vizadat.hu* (not accessible anymore) from the sampling site Vác. In case of several measurements per day, I applied the daily average values. Some samplings were cancelled due to weather constraints (e.g. in winter in case of border ice or ice shields on water surface) or financial hurdles.

Three samplings were performed for the bed material investigations in different spatial scales as follows:

meso (river section, ~20 km): June, Aug., Sept., Nov. 2005

small (Gödi-island, ~ 1 km): July, Oct. 2006

landscape (~150 km): Apr., June, Aug., Oct. 2007, Apr., Aug., Oct. 2008

Meso scale samplings were performed at Kismaros (1688 river km), on the right side of the river (near the bank line at zero flow velocity and close to the streamline at higher flow velocity) and at Göd (1668 river km), on the left side of the river at the lower end of the Gödi-island.

Small scale samplings were performed on the Gödi-island (1.3 km long deposition zone), at sites where flow characteristics were different: upper end of the island (high flow velocity), at the vane dike (zero flow velocity), at the lower end of the island (moderate flow velocity) and in the side arm.

Landscape scale samplings included the 2nd order Hosszúvölgyi stream, the 3rd order Börnyzsöny stream, the middle size river Ipoly, and the River Danube (Kismaros, Gödi-island, side arm of Gödi-island, Ercsi, Paks). Sediment samples were collected by core sampler. The bed material samples included the sediment, settled out from the water. The first measurements extended to a depth of 15 cm (three 5 cm layers), further measurements focused on the upper most 5 cm layer. Three replicate sample were taken, subsamples were combined. Samples were freeze-stored .

2.2. Treatment of the samples

Samples were washed through a series of sieves to separate fractions as follows: coarse (C: 2360-710 μm), fine (F: 710-250 μm), very fine (V: 250-63 μm) and ultra fine (U: 63-0.45 μm). Establishing of the size ranges of the fractions happened according to the feeding preferences of the benthic macroscopic invertebrates, namely approximating to the particle size of the food preferred by the functional feeding groups (CUMMINS and KLUG 1979, DRAKE 1984). A standard sieve-set has been applied.

2.3. Analytics

Chemical oxygen demand (COD) was determined by permanganometric titration. The COD of the SM was calculated by subtracting the COD value of the filtered water from the COD of the non-filtered water. SM concentration was determined gravimetrically, after filtration of the water on a membrane filter with pore size 0.45 μm . Chlorophyll-a was determined spectrophotometrically after extraction of hot methanol. The organic matter content of the fractions was determined by ignition (4 hrs, 550 $^{\circ}\text{C}$) (HEIRI 2001) and the results were given in g organic matter as ash free dry mass (AFDM) m^{-2} .

2.4. Statistics

The relationship between SM concentration and water discharge was modelled by the sediment rating curve technique (WALLING and WEBB 1981). Both the SM concentration and the discharge data were log-transformed. Efficiency of the model was evaluated by the Nash Sutcliffe efficiency criterion (NASH and SUTCLIFFE 1970) and the difference (%) between the predicted and the measured data. The statistical bias entering at back-transformation was corrected by different correction factors (BRADU and MUNDLAK 1970, DUAN 1983, FERGUSON 1986). Multiple regression analyses, normal distribution test, calculation of correlation and the analyses of variance (ANOVA) was made by the Statistica 7.0 software package. Significance level was <0.05 .

Cluster analyses of the characteristics of the bed material was made on the average values of the samplings with the Statistica 7.0 software package, data were standardised by the software.

3. New results for science

3.1. Importance of the SM in the material cycling of the River Danube

T1/1. I demonstrated that the sediment rating curve approach could predict the SM concentration with an error of 25–45% with correction factors. The annual average SM yield was 1.6 mill. t year^{-1} during the investigation period, namely the annual SM yield of the Danube decreased by 50% in the past decades. I demonstrated, that the most effective discharge in the middle Danube section is 1750 m^3s^{-1} , however, I proved that higher discharges periods have also significant contribution to the annual SM yield.

T1/2. I demonstrated that the multiple regression analyses (independent variables are water discharge and temperature) is a slightly more efficient approach, however, yearly datasets may provide important hydrological information.

3.2. Organic matter content of the SM

T2/1. I demonstrated by the multiple regression analyses that the particulate organic matter content can be estimated with the SM concentration and chlorophyll-a concentration as independent variables with an error of 20–36% (subdividing the dataset into temperature ranges and separating falling and rising limb). The results of the variance partitioning proved that the contribution of the phytoplankton can be significant to the total particulate organic matter content of the river even at floods.

By the evaluation of the 9 year long investigation period I established, that the organic matter content of the SM fluctuated in a wide ranged when SM concentration was lower than 45–50 mg L⁻¹, when the SM concentration was higher, it decreased significantly and its range got narrower.

3.3. Importance of bed material in the material cycle

T3/1. I demonstrated, that the amount of the total benthic organic matter was determined by the quantity (i.e. flow characteristics), and not the organic matter content of the bed material fractions. However, bed material and benthic organic matter may show different patterns.

Regarding the organic matter content of the bed material in the basin of the River Danube I established that the organic matter content of the U fraction was the less changing ($9.33 \pm 3.2\%$, CV: 34.3%), V and F fractions showed the highest results ($2.4 \pm 2.2\%$, CV: 93.1%, F: $5.3 \pm 8.8\%$, CV: 165.3, respectively), and the C fraction showed the highest average values with high variability ($18.1 \pm 23.6\%$, CV: 130.8%).

T3/2. Based on the results of the composition and quantity of the benthic organic matter I demonstrated a spatial (horizontal and vertical) and temporal heterogeneity both in small and larger spatial scale. This was in accordance with the Riverine Ecosystem Synthesis, that emphasizes the existence of patches and mosaics.

Significant correlation occurred between total benthic organic matter and the total individual number of the macroscopic invertebrates, and between total benthic organic matter and the number of the bivalves. No correlation occurred between benthic organic matter or its fractions and benthic invertebrates (total individual number or functional feeding groups). This could be explained by the ‘oversupply’ of the available organic matter.

T3/3. Grouping of the water types and the downstream increase of the diversity based on the bivalve fauna was not in accordance with the dynamics of the quantity and composition of the benthic organic matter in the landscape scale investigation, this demonstrated the coexistence of different spatial patterns.

4. Hivatkozott irodalmak jegyzéke – References

- Bradu, D. – Mundlak, Y. 1970: Estimation in Lognormal Linear Models. *Journal of the American Statistical Association* 65: 198–211.
- Drake, J. A. 1984: Species aggregation: influence of detritus in a benthic invertebrate community. *Hydrobiologia* 112: 109–118.
- Duan, N. 1983: Smearing estimate: A nonparametric retransformation method. *Journal of the American Statistical Association* 78: 605–610.
- Findlay, S. E. G. – Sinsabaugh, R. L. 2003: *Aquatic Ecosystems: Interactivity of Dissolved Organic Matter*. Academic Press, San Diego, Ca, p. 512.
- Felföldy, L. 1987: *Biológiai vízminősítés*. Vízgazdálkodási Intézet, Budapest. p. 138.
- Ferguson, R. I. 1986 River loads underestimated by rating curves. *Water Resources Research* 22: 74–76.
- Heiri, O. – Lotter, A. F. – Lemcke, G. 2001: Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibility and comparability of results. *Journal of Paleolimnology* 25: 101–110.
- Nash, J. E. – Sutcliffe, J. V. 1970: River flow forecasting through conceptual models, Part1: A discussion of principles. *Journal of Hydrology* 10: 282–290.
- Nosek, J. – Oertel, N. – Bódis, E. – Tóth, B. 2009: A bentikus szervesanyag és a makrogerinctelen társulások tér- és időbeli változása a Duna kismarosi 1688 fkm és Göd 1668 fkm közötti szakaszán. *Acta Biol. Debr Oecol. Hung.* 20: 165–179.
- Cummins, K. W. – KLug, M. J. 1979: Feeding ecology of stream invertebrates. *Annual Reviews of Ecology and Systematics* 10: 147–72.
- Walling, D. E. – Webb, B. W. 1981: The reliability of suspended load data. In: *Erosion and Sediment transport measurement*. IAHS Publ. 133: 177–194.



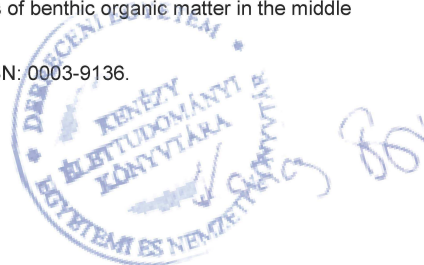
Nyilvántartási szám: DEENK/50/2015.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Tóth Bence
Neptun kód: SIFN3N
Doktori Iskola: Juhász-Nagy Pál Doktori Iskola
MTMT azonosító: 10016399

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Idegen nyelvű tudományos közlemény(ek) külföldi folyóiratban (4)

1. **Tóth, B.**, Bódis, E.: Estimation of suspended loads in the Danube River at Göd (1668 river km), Hungary.
J. Hydrol. 523, 139-146, 2015. ISSN: 0022-1694.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2015.01.031>
IF:2.693 (2013)
2. Bódis, E., Nosek, J., Oertel, N., **Tóth, B.**, Hornung, E., Sousa, R.: Spatial distribution of bivalves in relation to environmental conditions (middle Danube catchment, Hungary).
Community Ecol. 12 (2), 210-219, 2011. ISSN: 1585-8553.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1556/ComEc.12.2011.2.9>
IF:1.679
3. **Tóth, B.**, Nosek, J., Oertel, N.: Composition and dynamics of benthic organic matter in the middle Danube section.
Arch. Hydrobiol Suppl. 166 (1-2), 257-270, 2008. ISSN: 0003-9136.
IF:1.293





4. Ács, É., Szabó, K., Kiss, Á.K., **Tóth, B.**, Záray, G., Kiss, K.T.: Investigation of epilithic algae on the River Danube from Germany to Hungary and the effect of a very dry year on the algae of the River Danube..

Arch. Hydrobiol. Suppl. 158 (3), 389-417, 2006. ISSN: 0003-9136.

IF:1.362

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 7,027

**A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre):
7,027**

A DEENK a Jelölt által az iDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudományometriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2015.02.26.





Registry number: DEENK/50/2015.PL
Subject: Ph.D. List of Publications

Candidate: Bence Tóth
Neptun ID: SIFN3N
Doctoral School: Pál Juhász-Nagy Doctoral School of Biology and Environmental Sciences
MTMT ID: 10016399

List of publications related to the dissertation

Foreign language scientific article(s) in international journal(s) (4)

1. **Tóth, B.**, Bódis, E.: Estimation of suspended loads in the Danube River at Göd (1668 river km), Hungary.
J. Hydrol. 523, 139-146, 2015. ISSN: 0022-1694.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2015.01.031>
IF:2.693 (2013)
2. Bódis, E., Nosek, J., Oertel, N., **Tóth, B.**, Hornung, E., Sousa, R.: Spatial distribution of bivalves in relation to environmental conditions (middle Danube catchment, Hungary).
Community Ecol. 12 (2), 210-219, 2011. ISSN: 1585-8553.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1556/ComEc.12.2011.2.9>.
IF:1.679
3. **Tóth, B.**, Nosek, J., Oertel, N.: Composition and dynamics of benthic organic matter in the middle Danube section.
Arch. Hydrobiol. Suppl. 166 (1-2), 257-270, 2008. ISSN: 0003-9136.
IF:1.293





4. Ács, É., Szabó, K., Kiss, Á.K., **Tóth, B.**, Záray, G., Kiss, K.T.: Investigation of epilithic algae on the River Danube from Germany to Hungary and the effect of a very dry year on the algae of the River Danube..

Arch. Hydrobiol. Suppl. 158 (3), 389-417, 2006. ISSN: 0003-9136.

IF:1.362

Total IF of journals (all publications): 7,027

Total IF of journals (publications related to the dissertation): 7,027

The Candidate's publication data submitted to the iDEa Tudóstér have been validated by DEENK on the basis of Web of Science, Scopus and Journal Citation Report (Impact Factor) databases.

26 February, 2015

