



Pannon Egyetem
Intézményi Tudományos Diákköri
Konferencia
2013



**ADATOK EGY ÚJONNAN LÉTESÜLT VIZES ÉLŐHELY VÍZI
GERINCTELEN KÖZÖSSÉGEINEK JELLEMZÉSÉHEZ**

Pályázó neve, évfolyama: Kóbor Péter, természetvédelmi mérnök MSc I.

Témavezető neve, beosztása: Dr. Kondorosy Előd, egyetemi docens

Kar / Intézet / Tanszék: Georgikon Kar / Állattudományi és Állattenyésztéstani
Tanszék – Állattani és Akvakultúra Csoport

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés és célkitűzés.....	3
2. Irodalmi áttekintés.....	5
3. Anyag és módszer.....	7
3. 1. A vizsgált terület jellemzése.....	7
3. 2. A mintavételek módszerének sajátosságai.....	8
3. 3. Az értékelés módszerei.....	9
4. Eredmények és értékelés.....	12
4. 1. A makrogerinctelen közösség jellemzése.....	12
4. 2. Az élőhely trofikus viszonyai.....	17
4. 3. Az élőhely vízminőségének jellemzése a makrofauna alapján.....	21
4. 4. Az élőhely várható benépesülésének modellezése.....	23
5. Következtetések, javaslatok.....	26
6. Összefoglaló – Abstract.....	29
6. 1. Összefoglaló.....	29
6. 2. Abstract.....	30
7. A felhasznált irodalom jegyzéke.....	31
8. Ábrák és táblázatok jegyzéke.....	34

1. Bevezetés és célkitűzés

Az időszakos vízborítású vagy frissen keletkezett vizes élőhelyek vizsgálata még napjainkban is kevésbé kutatott területe a hidrobiológiának. Az élőhely sajátosságainak kialakulását és azok tovább fejlődését több tényező is befolyásolja, például az aljzat, az elárasztó víz minősége vagy a rendelkezésre álló táplálékforrások minősége. Ezen kívül hatással lehet rá az előző növényborítás minősége is.

Ilyen területek lehetnek síkvidékek mélyebb belvizes területei, erdei tisztások mélyedései vagy már meglévő víztestekkel kapcsolatban álló alacsonyban fekvő területek. Ezen területek, mivel legtöbbjük a nyári aszályos időszakra kiszárad, így gyorsan benépesülnek és hamar kialakulnak az állandó vízborítású területekhez hasonló életközösségi viszonyok. Ilyenek például a makroszkópikus vízi gerinctelenek közösségei. Ezek a viszonyok a folyók és tavak hasonló közösségeitől abban térnek el, hogy itt főként egy adott taxon rövidebb fejlődési és szaporodási ciklusú, szélesebb ökológiai spektrumú fajai jelennek meg.

A 2012. év telének, valamint 2013. tavaszának csapadékban gazdag időjárásának köszönhetően több hasonló jellegű élőhely kialakulására volt lehetőség országszerte. Ilyen volt a hegyeshalmi kavicsbányató Csemezi öbölnek nevezett részének egy alacsony fekvésű parti területe.

Itt végeztem vizsgálataim 2013. augusztusában, melyeknek célja a frissen vízborítás alá került terület, mint élőhely megismerése volt. Az élőhely viszonyainak feltárásához az vizek állapotát legjobban jellemző közösség, a bentikus makrofauna vizsgálatát választottam.

A terepbejárások, táji környezet megismerése valamint a mintavételek után a következő kérdések vetődtek fel bennem ezen pionír élőhellyel kapcsolatban:

1. Mely taxonok népesítik be elsőként ezt vagy az ehhez hasonló élőhelyeket?
2. Mi az oka ezen fajok elsőségének?
3. Milyen minőségi-mennyiségi viszonyok jellemzik ezeket a pionír közösséget?
4. Előrejelezhető-e a közösség további sorsa, folyamatosan fennálló vízborítást és lényegében változatlan környezeti viszonyokat feltételezve?

A kérdéseket részben korábbi publikációkban alkalmazott módszerek (például diverzitási és

biotikus indexek), részben saját tapasztalatok és megfigyelések alapján kívántam megválaszolni.

További cél volt az időszakos vagy pionír, mozaikos élőhelyekre kidolgozott mintavételi, értékelési és jellemzési módszer kidolgozása. Ezen kívül pedig a tó és a hozzá kapcsolódó vizes élőhelyek makrofaunájának feltérképezése.

2. Irodalmi áttekintés

A kavicsbánya tavak tipológiájukat tekintve kopolya típusbú állóvizek közé tartoznak: néhány hektáros vízfelület, gyors mélyülés és viszonylag nagy mélység jellemzi őket (KOZÁK, 2012). Litorális – az az partközeli – zónájuk egyik sajátossága a kotrás közben létrejött meredek részsűk, amelyet megszakíthatnak laposabb szakaszok is. Ezen tavak freatális régiójának (amely az aljzat részecskéi között jelen levő vizet jelenti) határa horizontális akár 50 méterre is lehet a vízparttól (HORVÁTH, 2013).

Ezek bár mesterséges tavak, de emellett sérülékeny élőhelyek is komplex folyamatokkal (BERTONI, 2009). Sérülékenyséjük elsősorban az emberi tevékenység általi elszennyezés és a nyomán fellépő gyors eutrofizáció (HORVÁTH, 2013; TYAHUN, 2013).

Az eutrofizáció és vízminőség változásának jellemző indikátor szervezetei a fenéklakó (bentikus) makroszkópikus gerinctelenek (ZIMMERMANN, 2009). Ezek a szervezetek érzékenyen reagálnak környezetük változásaira rövid és hosszú távú változásaira (DUFOUR et al. 2001).

Ezen élőlények alkotják a vízfének makrofaunáját. Közös jellemzőjük, hogy szabad szemmel is láthatók (testméret > ~2mm) és jelentős részüknek lebontóként (detritívór) fontos szerepe van a holt szerves anyag átalakításában, dekomponálásában (SZENTESI-TÖRÖK, 1997).

Egyik legérzékenyebb taxon mely közéjük tartozik a kérészek (Insecta: Ephemeroptera): lárváik számára fontos a szennyezésmentes, oxigéndús víz (BAKONYI 2003). Állóvizekben kevés fajuk fordul elő, melynek oka éppen az előbbi igényekből eredeztethető (BAUERNFEIND-HUMPESCH 2001). Lárvaik táplálkozhatnak szerves üledékkel, élőbevonatokkal, de előfordul köztük ragadozó is (BRITAIN 1982).

Egy másik, a vízminőségre érzékeny, magas környezeti igényű csoport, az előzőhöz csak nevében hasonló álkérészek (Insecta: Plecoptera) rendje. Mind törzsfejkódésükben, mind testfelépítésükben (tracheakopoltyúk hiánya, lábak) eltérnek a kérészeketől. Táplálkozásukat tekintve a lárvaik elhalt növényi részeket fogyasztanak, a ragadozó fajok ritkák (BAKONYI 2003).

Új élőhelyek kolonizációban makrogerinctelenek esetében döntő tényező az üledék típusa, ami az élőhely aljzatát adja (TRANNUM et al. 2011). A kolonizáció korai szakaszát döntően a környezeti tényezők valamint azok változásai befolyásolják. PACHECO et al. (2010) szerint ebben az időszakban ez még a fajok kolonizációra való rátermettségénél is fontosabb.

A fiatal szukcessziós stádiumban lévő vizes élőhelyek makrofaunájának vizsgálata kevésbé kutatott területe a hazai hidrobiológiának. MOLNÁR és mtsai (2008) valamint ORTMANN és mtsai (2011) adott közre publikációt a témában. Bár az ő közleményeik a vízibogár-közösségekre korlátozódtak, mégis iránymutatónak tartottam őket munkám során.

3. Anyag és módszer

3. 1. A vizsgált terület jellemzése

A vizsgálatok színhelye a hegyeshalmi kavicsbánya tó Csemezi öblének nevezett részén található. Maga az öböl a bányató legsekélyebb része. Az átlagos 15-17 méteres mélységhez képest itt a fenék 3-5 méteren található. Partja sem annyira hirtelen mélyül, mint a tó más részein. Ennek köszönhetően alakult ki dús hínárnövényzet (*Ceratophyllum*, *Myriophyllum* és *Potamogeton* fajokból, ÁNÉR kategória: Ac, BÖLÖNI-MOLNÁR-KUN nyomán) valamint nagyobb mértékben nádasodott a part.

Az öböl déli részén található körülbelül 250 m² nagyságú terület került vízborítás alá a téli-tavaszi csapadéktöbblet hatására. Itt tavaly még nyárral megtört, *Solidago gigantea*-val erősen fertőzt jellegtelen nádasfoltok voltak találhatóak. A víztöbblet hatására megváltozott az élőhely fiziognómiája: megjelentek sás fajok, az aranyvessző visszaorult az út menti szárazabb részekre és egy sás- és nádasfoltokból álló, néhol nyílt vízfelszínekkel (átlagos felület ~1-3 m², mélység ~0,5m) szabdalts biotóp jött létre.

Környezetében – a bányatón kívül – mezőgazdasági kultúrák találhatóak amik hatással lehetnek az élőhely tápanyagterheltségére és a víz szennyezettségére.

A mintavételek során bebizonyosodott, hogy az élőhely aljzata kavicsos-sóderes, a fenéken a detritusz felhalmozódása kezdeti fázisban van. A vízfenéken lévő durva szemcséjű szerves anyag (CPOM - „coarse particulate organic material”) az előző évek száraz növényi részeiből (nád, aranyvessző, nyár levél) való.

Az élőhely mozaikos voltát és jellegét a következő ábrán, *QuantumGIS* térinformatikai program segítségével ábrázoltam:

0 5
m



© QGIS 2013

1. Ábra: Az élőhelyi jellegek QuantumGIS programban ábrázolva

Jelmagyarázat:

-  vízborítás
-  fa vagy cserje
-  *Solidago gigantea* foltok
-  nádasfoltok
-  sás

3. 2. A mintavételek módszerének sajátosságai

A mintavételek módszerének alapjául a Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer által elfogadott (JUHÁSZ és mtsai, 2009), AQEM® Star protokoll állóvizekre adaptált változatát tekintettem kiindulási alapnak. Az ettől való eltéréseket a mintaterület viszonyai indokolták.

Mivel a vízterek melyekből a mintát vettem kis felületűek és mélységűek, ezért kisebb (15 cm) élhosszúságú, kézi egyelő hálót használtam. A „kick & sweep” módszer helyett – szintén a relatíve kis méretű vízfelszínnek miatt – a száraz részen állva, az aljzatot a háló keretével felkavarva merítettem meg mintákat. Minden esetben egy körülbelül 50*50 cm-es négyzetben szabályos mozdulatokkal haladva. Ezt az eljárást részben a mintavételi helyek jellege, másrészt pedig az NBMR protokoll ajánlásai miatt választottam.

A terület kis méretéből adódóan 2 mintavétel történt, mindegyik egy replikátummal (10 hálócsapás → 1 merítés $n = 20$ hálócsapás/2 merítés). A mintavételi helyek kiválasztásánál a random pontkijelölést választottam, a transekt és kvadrát menti illetve a súlyozott mintavétellel ellentétben. Ezt az élőhely mozaikossága, illetve az indokolja, hogy az élőhellyel kapcsolatban semmilyen előzetes adat vagy ismeret nem állt rendelkezésemre, így úgy gondolom ez adta a leghitelesebb képet. A minták vételének helyét a fenti térkép pontjai mutatják.

A mintákat vödörbe ürítettem, a hálón lévő maradékot vízzel öblítettem le. A vödör tartalmát ezután vízzel töltöttem fel, annyira, hogy az a teljes mintaanyagot ellepje. A minták válogatása terepen történt. A megfogott egyedeket, válogatva, alkohollal (70 m/m %) töltött, zárható tárolócsészékbe helyeztem el.

A pontosabb határozást később végeztem, a meghatározott egyedeket Eppendorf-csövekben vagy tárolócsészékben helyeztem el további pontosítás, valamint mikroszkópos fotográfia céljából.

3. 3. Az értékelés módszerei

A mintából kiválogatott egyedek határozásához BÄHRMANN (1998), CSABAI (2000), BAUERNFEIND-HUMPESCH (2001), ASKEW (2002), CSABAI és mtsai (2002) valamint ZWICK (2013) határozóit használtam, ahol szükséges volt (például ahol szájszerv vagy tracheakopoltyú a határozóbélyeg) preparátumokat készítettem.

A minták feldolgozása során először fajlistát készítettem a mintából meghatározott egyedekből. A fajlista alapján az egyes fajok jelenlétét magában is értékeltem még pedig a környék faunisztikai adatai, valamint a szakirodalmi leírásokból következtetett kolonizációs készség alapján (például AMBRUS, 2013). Ehhez CSABAI-NOSEK (2006), ANDRIKOVICS és mtsai (2006a, 2006b) által közölt faunisztikai adatokat használtam fel.

A fajlista alapján az élőhely, illetve a közösség jellemzéséhez a következő származtatott adatokat számoltam és értékeltem:

Meghatároztam az élőhely valamint az egyes magasabb rendű taxonok (rendek) Shannon-Wiener (H') indexét, amely a fajdiverzitására vonatkozóan ad információt (SPELLERBERG-FEDOR, 2003).

$$H' = - \sum p * \ln(p)$$

ahol:

„ p ” → egy taxon relatív gyakorisága

„ $\ln(p)$ ” → a relatív gyakoriság természetes alapú logaritmus

Ennek értékeit más pionír közösségekre vonatkozó szakirodalmi adatokkal (MOLNÁR és mtsai, 2008) vettem össze, lévén az új élőhelyre nézve korábbi referenciák még nem álltak rendelkezésemre.

A meghatározott egyedeket besoroltam az adott taxonra vonatkozó funkcionális táplálkozási csoportba MOOG (2002) közleménye, valamint fajleírások alapján és morfológiai jellemzők alapján. Ezzel az élőhely trofikus viszonyait, illetve a jelenlévő táplálékforrásokat és azok hasznosítását kívántam jellemezni. Ezen adatok alapján vázoltam fel egy lehetséges táplálékhálózatot ami az élőhelyet jellemezheti. A kapott eredmény alapján modellezhető az élőhely kolonizációjának és szukcessziójának további sorsa.

Mivel vízkémiai vizsgálatok lefolytatására nem volt lehetőségem a mintavételek alkalmával, a vízminőségre vonatkozó adatokat is a makrofauna minőségi-mennyiségi viszonyai alapján határoztam meg. Ennek egyik eszköze a családszintű biotikus index (Family Biotic Index) kiszámítása volt, ZIMMERMANN (2009) közleménye alapján.

Ez a módszer az egyes makrogerinctelen taxonokhoz tapasztalati alapú tolerancia értékeket rendel. Ezek az értékek egy-egy csoport szerves anyag terheléssel szembeni tűrőképességére vonatkoznak. Alkalmazhatósága, bár egyszerű és kis költségvonzatú eljárás, korlátozott és csak bizonyos kompromisszumok mellett mondható pontosnak.

A pontatlanságok nagyrészt a módszer alapjául szolgáló tapasztalati számokra vezethetők vissza. Egyrészt az eljárás túl tág rendszertani kategóriákra vontkoztat. A tolerancia-értékek faj feletti rendszertani kategóriákra vonatkoznak, tehát érvényük „átlagnak” tekinthető. A másik probléma a módszerrel, hogy a értékekkel ellátott kategóriák nem egyégesek: van köztük család (pl. *Ephemeridae*), tribus (pl. *Chironomini*) és genus is (pl. *Bythinia*). A módszernél pontosabb képet ad

a Pantle-Buck -féle szaprobitási index, ez azonban kizárólag a lebontó szervezetek alapján ad meg értékeket (FELFÖLDY 1987).

Ennek ellenére rendelkezésemre álló adatok alapján ezen „hózzávetőleges” érték számítását választottam. Ezt elsősorban az esetleges határozási nehézségekkel, pontatlanságokkal (nem minden esetben sikerült fajszintű határozást végezni) indoklom.

Az adatsorok értékeléséhez és feldolgozásához a *LibreOffice Calc* és *Gnumeric* táblázatkezelő programmal dolgoztam fel.

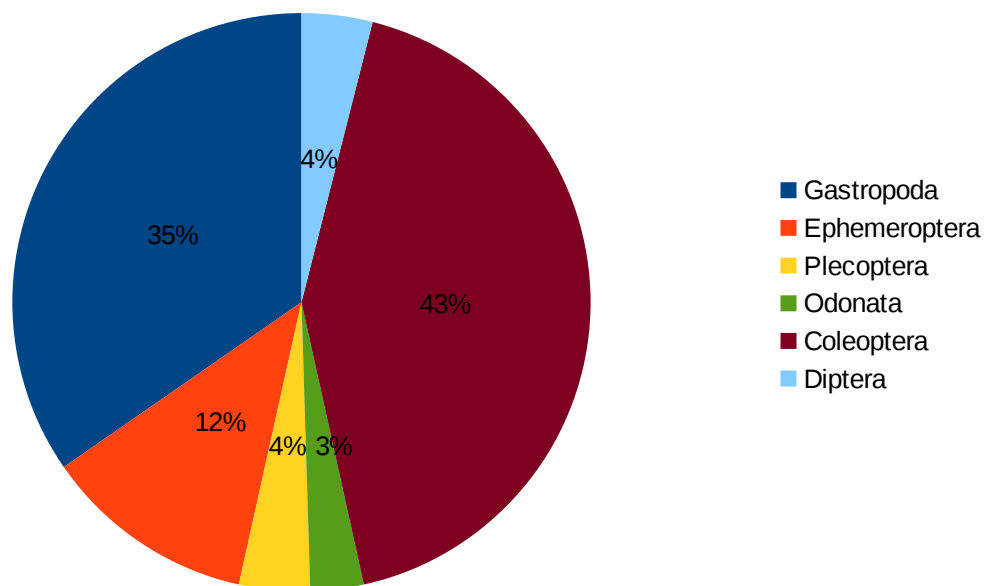
4. Eredmények és értékelés

4. 1. A makrogerinctelen közösség jellemzése

A minta feldolgozása (válogatás és határozás) után összeállított fajlista alapján összesen 16 taxon 101 egyedet gyűjtöttem az élőhelyen. Ezt az alábbi táblázatban összegeztem:

<i>Osztály/rend</i>	<i>Fajnév</i>	<i>Abundancia</i>
Gastropoda		
	Lymnea stagnalis	6
	Valvata sp.	12
	Planorbis corneus	7
	Radix (Lymnea) peregra	5
	Bythinia tentaculata	5
Insecta		
<i>Ephemeroptera</i>		
	Caenis rivulorum	2
	Caenis horaria	4
	Cloeon simile	6
<i>Plecoptera</i>		
	Nemourinae sp.	4
<i>Odonata</i>		
	Platycnemis pennipes	3
<i>Coleoptera</i>		
	Noterus crassicornis	8
	Hydraenidae sp.	27
	Hydrochara caraboides	5
	Hygrotus inaequalis	3
<i>Diptera</i>		
	Chironomidae sp.	2
	Simuliidae sp.	2

Az egyes taxonok százalékos megoszlását pedig a következő diagram ábrázolja:



2. Ábra: A mintából meghatározott taxonok százalékos megoszlása

Csigák – Gastropoda

Ebből a puhatestűek ezen osztálya 35 egyeddel volt jelen a mintákban. Általánosságban elmondható, hogy állóvizekre jellemző, generalista fajok kerültek el a mintából.

Természetvédelmi jelentőséggel egyik taxon se bír, a jelenlevők közül. A IUCN vörös listáján a nagy mocsárcsiga (*Lymnea stagnalis* LINNAEUS 1758) szerepel egyedül, nem fenyegetett (LC – least concern) kategóriában.

Mivel ezek az élőlények kizárólag vízben képesek terjedni, ezért jelenlétük alapján elmondható, hogy az élőhelynek – legalább a tavaszi magas vízálláskor – kapcsolata van a tó öblének vízével. Ez egyúttal adatokat szolgáltat az öböl malakofaunáját illetően is mely későbbi vizsgálatok során hasznos referencia lehet.

Kérészek – Ephemeroptera

Ebből a rovarrendből három faj (egy a *Baetidae*, kettő pedig a *Caenidae* családból) van jelen az élőhelyen, tizenkét egyeddel. Mindhárom faj szerepel az IUCN vörös listáján, igaz, hogy mind a nem fenyegetett (LC – least concern) kategóriában.

A *Caenis rivulorum*-ot (EATON 1884) a szakirodalom folyami fajként emlegeti, ami ez esetben azt jelenti, hogy a faj a Szigetköz és a Duna felől kolonizálta az élőhelyet. Ugyanez állítás érvényes a *Caenis horaria*-ra (LINNAEUS 1758), melynek eredete viszont már nem ennyire könnyen valószínűsíthető, mivel a faj állóvizekben is jól érzi magát. Környéken pedig a folyami élőhelyek mellett több más állóvíz is található, köztük bánya- és halastavak.

A harmadik faj, a *Cloeon simile* (EATON 1870) szintén egy több élőhelytípushoz alkalmazkodott, generalista, gyors fejlődési ciklusú élőlény. Faunisztikai adatot a környékről – Szigetköz, Duna, Hanság – nem találtam erről a fajról, közeli rokona a *Cloeon dipterum* viszont mind a Szigetközből, mind a Hanságból kimutatásra került.

Ezen fajok jelenléte egy ehhez hasonló pionír élőhelyen nem meglepő. A *Caenis rivulorum* és a *C. horaria* egy éves fejlődésűek, utódaik lárvá alakban telelnek át (univoltin fejlődésmenet). A *Cloeon simile* multivoltin fejlődésmenetű, ami azt jelenti, hogy egy év alatt két generáció (egy téli és egy nyári) is kifejlődik. Mindhárom faj több habitat-típusban is megtalálható: homokos vagy szerves törmelékkal borított aljzat, növényi gyökerek között. Ezek a tulajdonságok teszik alkalmassá ezen fajokat újonnan létesülő élőhelyek gyors kolonizációjára (BAUERFEIND-HUMPESCH 2001).

Álkérészek – Plecoptera

Ebből a rendből négy egyed volt a mintában, mindegyikőjük a *Nemourinae* alcsaládba került besorolásra. További pontosításra bizonytalansági okok miatt nem vállalkoztam. A faunisztikai adatok alapján azonban jó eséllyel a *Nemoura cinerea* (RETZIUS 1783) nevű fajhoz tartoznak az egyedek. Ez a faj, bár a vízminőségre érzékeny, egyike a legelterjedtebb Plecoptera fajoknak Magyarországon. Jelenlétét a környékről – Szigetköz, Duna, Hanság – több faunisztikai vizsgálat is megerősíti (pl. HORVÁTH és mtsai 2009).

Szitakötők – Odonata

Ebből a rendből is mindössze egy faj, három egyede került gyűjtésre. A *Platycnemis pennipes* (PALLAS 1771) AMBRUS (2013) leírása szerint egy jó kolonizációs képességgel rendelkező, elterjedt faj Vízminőségre nem érzékeny. Lehetséges élőhelyek között a folyók, természetes és mesterséges tavak egyaránt megtalálható. Lárvája egy év alatt kifejlődő, falánk ragadozó. Imágói

kelésük helyétől messzire is elrepülhetnek. Bár genusának egyetlen faja a Kárpát medencében, gyakorlatilag valamennyi víztípusban vagy vizes élőhelyen képes stabil állományt létrehozni.



3. Ábra: A hím széleslábú szitakötő (*Platycnemis pennipes*) (forrás: szitakotok.hu)

Bogarak – Coleoptera

A csigák mellett legnagyobb faj- és egyedszámmal képviselt taxon az élőhelyen, a mintavételi adatok alapján. A csoport főleg kis méretű egyedekkel képviseltette magát a közösségben. Legnagyobb fajuk a *Hydrochara caraboides* (LINNAEUS 1758) volt. Kiemelendő a fajok közül a *Hygrotus inaequalis* (FABRICIUS 1777), melynek nem találtam faunisztikai adatát a környékről, bár egy széles elterjedésű, közönséges faj. Lárvája ragadozó életmódot folytat, melyet külföldi ragadvány neve „water tiger” (vízi tigris) is hűen ükrözt.

A *Hydraenidae* családból előkerült egyedek pontosabb határozására nem került sor a család mérete és nehézkes határozhatósága miatt.

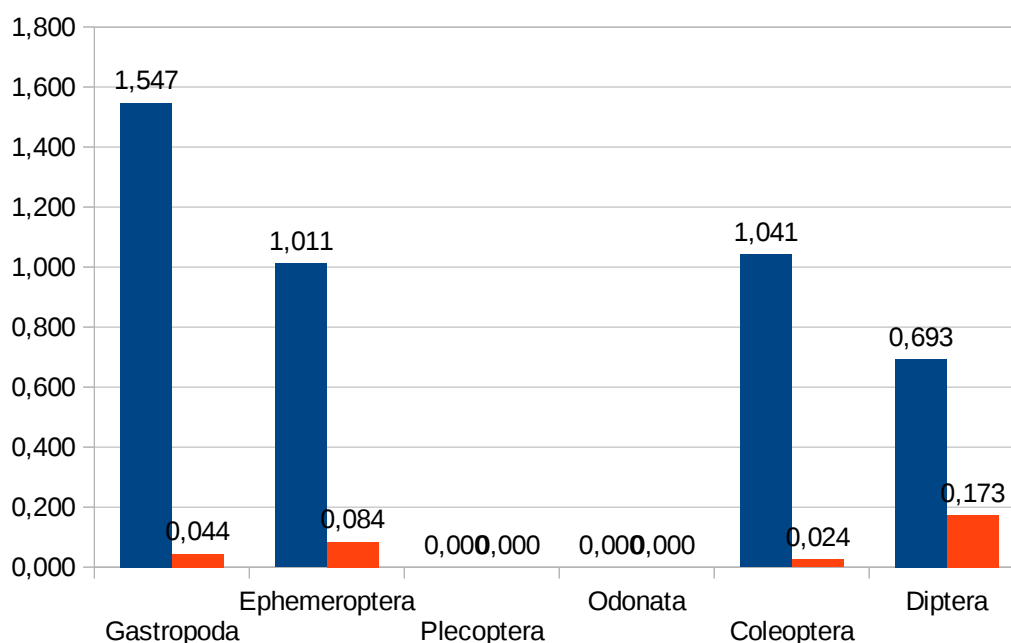
Kétszárnyúak – Diptera

A rend két taxonjának jelenlétét mutattam ki a mintából: a *Simuliidae* és a *Chironomidae* családok. Ezek szintén jó kolonizációs készséggel rendelkező pionír fajok. Rövid generációs idejük miatt

gyorsan megjelennek akármely újonnan vagy időszakosan vízzel borított területen – akár erdei pocsolyákban, telmákban is. Jelentőségük főként abban áll, hogy lárváik a ragadozó makrogerinctelenek (vízibogarak és lárváik, szitakötő lárvák, vízi poloskák) kedvelt prédái.

A fajlistát összevetettem a közösségi jelentőségű (Natura 2000 jelölő) fajok (275/2004 (X.8.) Korm. rendelet), valamint a hazánkban természetvédelmi oltalom alatt álló állatfajok listájával . Ezen listák egyikén sem szerepelt az élőhelyről általam kimutatott faj.

A különböző taxonok Shannon-Wiener diverzitási indexei valamint ezek egyenletessége a következő képet adta:



Az élőhelyről kimutatott összes egyed alapján számolt diverzitási érték $H' = 2,4711$ volt, $J = 0,0245$ egyenletességgel.

Ezt az értéket MOLNÁR és mtsai (2008) publikációjának eredményeivel vettem össze. Ők a munkájukban új (kor < 5 év) és régebbi (kor > 5 év) vizes élőhelyek vízibogár (Insecta:

Coleoptera) közösségeit vizsgálták és azt találták, hogy az új élőhelyeken a diverzitás nagyobb volt, mint a régieken. Az abundancia szempontjából ennek a fordítottja mondható el: az egyes taxonokhoz tartozó egyedszámok a régebb óta meglévő élőhelyeken magasabbak.

Ez alapján egyfajta uniformizáció valószínűsíthető a kolonizáció és szukcesszió későbbi szakaszában.

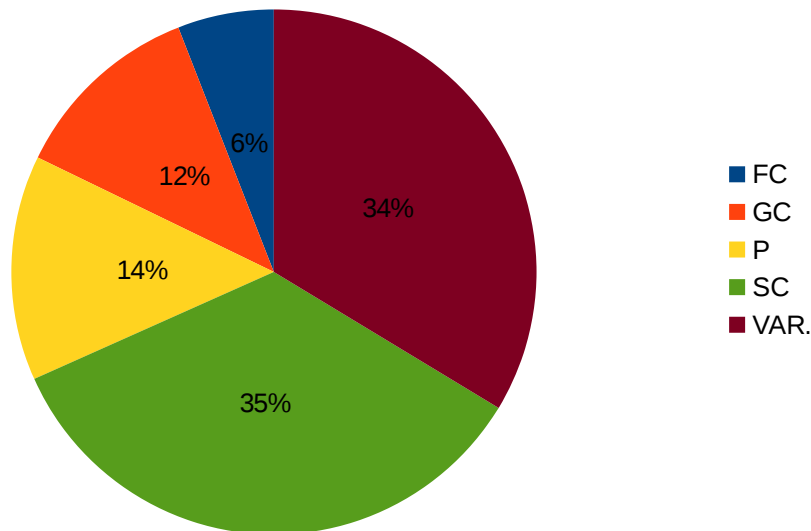
A vízbogár-közösségekre nézve továbbá elmondható, hogy az újonnan létesült élőhelyeket nem preferáló *Noterus crassicornis* (MÜLLER, 1776) kimutatásra került az élőhelyről. Ennek egyik lehetséges oka, hogy a faj a Csemezi öböl vizében előfordul és innen terjeszkedett az új élőhelyre. Azonban mind ez az állítás, mind pedig a külső élőhelyről való betelepülés lehetősége ellentmond SCHMIDL (1992) és DETTNER (1997) állításának a faj kolonizációra való hajlamát illetően.

A taxonok diverzitási értékei közül legmagasabb a *Gastropoda* osztályé volt. Ez mintegy alátámasztja azt a feltételezésem, hogy a ezek az élőlények a tó felől könnyen kolonizálták az élőhelyet.

4. 2. Az élőhely trofikus viszonyai

Az élőhely trofikus viszonyainak és lehetséges táplálékhálózatainak jellemzésére a mintában jelenlévő élőlényeket besoroltam a rájuk jellemző funkcionális táplálkozási csoportokba („Functional Feeding Groups”) (MOOG 2002). Ez a kategorizálás a táplálékforrások kihasználásán, illetve az ezekhez való morfológiai és viselkedésbeli adaptáción alapul.

Azon esetekben, ahol nem volt egyértelműen eldönthető a kategória, ott a „var.” kategóriát használtam, ami azt jelzi, hogy többféle táplálékforrást is hasznosíthat az adott szervezet. Az egyes csoportok megoszlását az alábbi ábra szemlélteti:



5. Ábra: A funkcionális táplálkozási csoportok százalékos megoszlása

(Jelmagyarázat: FC - szűrőgető kollektorok; GC - gyűjtőgető kollektorok; P - daraboló predátorok; SC - legelők, kaparók; VAR - vegyes táplálkozásúak)

A diagram tanúsága szerint a mintában talált élőlények 35%-a a „SC” → „scraper”, az az legelő-kaparó táplálkozási csoportba tartozik. Ez a csoport a felületeken algák megtelepedésével képződött élőbevonatokat fogyasztja, melyek az arányok alapján bőségesen jelen van az élőhelyen.

A második legnagyobb csoport a „VAR” → többféle forrást is hasznosító élőlények. Ezek közül az árvaszúnyogok (*Chironomidae* sp.) a szemcsés szerves anyag (POM – „particulate organic material”) két frakciójával táplálkoznak. Ha rendelkezésre áll megfelelő mennyiségű finom szemcsés szerves anyag (FPOM-„fine particulate organic material”) akkor gyűjtőgető kollektorként táplálkoznak (GC-„gathering collector”), ha viszont durva szemcsés szervesanyagból van több az élőhelyen, akkor scavenger-ként.

Szintén több táplálékforrást hasznosíthat a *Hydrochara caraboides*, valamint a *Hydraenidae* sp. Közé tartozó vízibogarak. Rájuk jellemző, hogy bár lárváik minden esetben ragadozók, az imágó táplálkozhat makrofitonokkal vagy akár szemcsés szerves anyaggal is (CSABAI 2000). Mivel a vízi makrofitonok (hínárnövényzet) hiányzik az élőhelyről, a detritusz felhalmozódás pedig kismértékű, ezért a két vízibogár taxon főleg ragadozó életmódot folytathat az élőhelyen.

A finom szemcséjű szerves anyaggal (FPOM) táplálkozó szervezeteket magába foglaló két csoport (FC - „filtering collectors”; GC - „gathering collectors”) aránya összesen 18%. Ezek közül a lebegő frakciót hasznosító szűrőgetők aránya kisebb (6%) ami kis mennyiségű lebegő szervesanyagot feltételez. Azonban a jelenlétük – a gyűjtőgető kollektorokkal egyetemben – arra utal, hogy az élőhelyen már működik a durva szemcséjű szerves anyag (CPOM) mikrobiális bontása, ami ezen két csoport számára hasznosítható táplálékot eredményez.

A ragadozók jelenlegi viszonylag kis arányát az a tény kompenzálja, hogy a vegyes táplálkozásúak nagyobb része lárvakorban és többségük imágóként is részben ragadozó táplálkozást folytat.

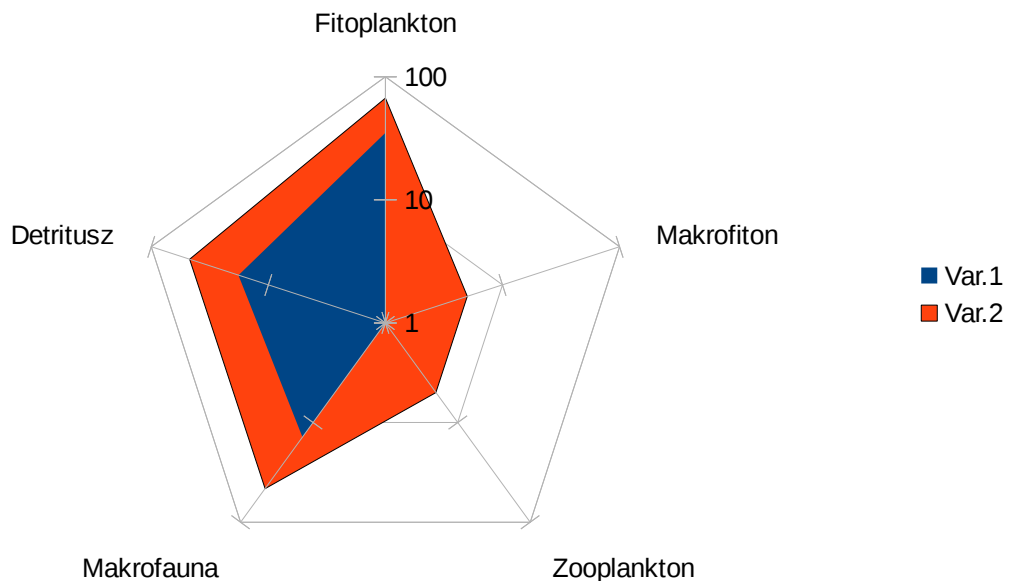
A csoportok közül a hiányzókat (aprítók, scavengerek, szívogató herbivórok és predátorok) bizonyos források meg nem léte (például nagyobb mennyiségű CPOM hiánya) illetve a közük tartozó élőlények kolonizációs készsége indokolja (például piócák).

A funkcionális táplálkozási csoportokba való beosztás alapján táblázatban rögzítettem, hogy melyik taxon milyen táplálékforrást, -forrásokat hasznosít ezen élőhelyen. A csoportosítás során öt -féle táplálékforrást különítettem el:

- *fitoplankton*: ide mind a lebegő, mind pedig a bevonatképző mikroszkópikus moszatok kerületek besorolásra
- *makrofiton*: ez a kategória a hínárnövényzetet, valamint a vízben, vízközelben álló növények (sás- és gyékényfajok, nád, vízparti fák) vízfelszín alatti részeit foglalja magában
- *zooplankton*: a mikroszkópikus vízi gerinctelenek
- *makrofauna*: makroszkópikus, főleg fenéklakó gerincteleneket
- *detritusz*: lebegő és fenéken felhalmozódott hol szerves anyag finom és durva szemcséjű frakciója (FPOM, CPOM)

A „VAR” csoport magas aránya miatt két lehetőséget vizsgáltam. Az első esetben csak az egyféle forrást hasznosító, és ennek alapján biztosan kategorizálható csoportokat osztottam fel, ez az ábrán a kisebbik „Var.1”-gyel jelölt rész. A második esetben a kétséges csoportokat az összes lehetséges helyhez beosztottam, az előzőleg beosztottakhoz hozzáadva.

A táblázat adatai alapján készült hálódiaagram a következő képet mutatja:



6. Ábra: A táplálékforrások hasznosítási diagramja

A diagramról leolvasható, hogy mindkét vizsgált esetben a fitoplankton, a makrofauna és a detritusz hasznosítási szintje magasabb a többinél. Az első esetben a makrofiton és zooplankton forrásokat nem hasznosítja az élőhelyről kimutatott egyetlen szervezet sem, itt azonban a többféle forrást hasznosító szervezeteket nem vettük figyelembe. A második eset sem hozott érdemi változást az eredmények szempontjából. Megjelent azonban két másik kategória hasznosításának lehetősége is.

Az eredményeket főként a források rendelkezésre állásával hozom összefüggésbe:

- Az fitoplankton élőbevonat képző algái az aljzat nagy, kavicsos frakcióján meg tudnak telepedni és szaporodni. Megfelelő oldott tápanyagellátás mellett szaporodásuk megoldott, sőt fenn állhat az algavirágzás veszélye is a fogyasztóik csökkenése esetén.
- A detritusz utánpótlása két dologtól függ. Egyrészt a tóvízével idekerülő lebegő frakció mennyisége, amit a szűrő kollektorok hasznosítanak. Másrészt az itt képződő, vagy kívülről behulló durva szemcséjű frakció mennyisége, amely az itteni szervezetek elhalásából vagy a vízben gyökerező növényekből származhat. Ez mikrobiális folyamatok vagy scavenger táplálkozású szervezetek fogyasztása során finom szemcséjűvé alakul, amit a gyűjtő kollektorok

hasznosítani tudnak.

- Főként az előző kettő forrás alakulásától függ a predátorok táplálékául szolgáló makrofauna megléte, hiszen ezen szervezetek többnyire a fentieket fogyasztó primer konzumensek vagy reducensek.
- A zooplankton fogyasztása a jelenlévő ragadozó szervezeteknek másodlagos táplálékforrást jelenthet. Amíg jelen vannak a megfelelő makrofauna elemek, addig a predátorok őket fogják fogyasztani.
- A makrofitonokat az élőhelyen a vízben álló növények vízallatti részei (gyökerek, levelek töve) jelentik. Hínárnövényzet megtelepedéséhez az élőhely vízmélysége és aljzata miatt nem vagy csak korlátozottan alkalmas.

4. 3. Az élőhely vízminőségének jellemzése a makrofauna alapján

A családszintű biotikus index („family biotic index”) számításhoz ZIMMERMANN (2009) közleményét használtam. Ennek első lépéseként meghatároztam az egyes taxonokhoz tartozó szennyezés-tolerancia értékeket a közleményben mellékelt táblázat segítségével.

Név	Tolerancia-érték
Bythinia tentaculata	8
Caenis horaria	7
Caenis rivulorum	7
Chironomidae sp.	6
Cloeon simile	4
Hydraenidae sp.	na.
Hydrochara caraboides	na.
Hygrotus inaequalis	na.
Lymnea stagnalis	6
Nemourinae sp.	2
Noterus crassicornis	na.
Planobarius corneus	na.
Platycnemis pennipes	9
Radix (Lymnea) peregra	6
Simuliidae ps.	6
Valvata sp.	na.

2. Táblázat: A különböző taxonok szennyezés-tolerancia értékei

A tolerancia-értékek egyenként szemügyre véve az látszik, hogy az élőhelyen a közepes és kevésbé érzékeny taxonok vannak túlsúlyban. Ezek közül a két kivétel a *Cloeon simile* és a *Nemourinae sp.* Ez a két faj érzékenyebb a víz szerves tápanyagterheltségére, így jelenlétük magában is tiszta, szennyezéstől, terheléstől mentes vizet feltételez az élőhelyen.

Az index számításához ZIMMERMANN (2009) ajánlásaival összhangban HILSENHOFF (1977) képletét alkalmaztam:

$$BI = \frac{\sum n*a}{N}$$

ahol:

„n” → az egyedek száma az egyes taxonokban

„a” → az adott taxonra jellemző tolerancia érték

„N” → a minta teljes egyedszáma

A képletbe való behelyettesítéssel a következő értéket kapjuk: $BI = 5,923$.

Ez az érték a mellékelt táblázat alapján egy elégséges vízminőségnek és kismértékű tápanyagterheltségnek felel meg.

A módszer azonban figyelmen kívül hagyta a legnépesebb taxonokat, ami torzulást okozhat az eredményben. Ez a *Hydraenidae* család és a *Valvata* genus volt, valamint mellettük egy másik csiga és három másik vízibogár taxon.

4. 4. Az élőhely várható benépesülésének modellezése

A fenti adatok alapján kísérletet tettem egy rövid távú előrejelzés ($t = 5$ év) elkészítésére, ami az élőhely makrogerinctelen közösségének – vagy annak fajainak – későbbi sorsát hivatott modellezni. A modell kizárólag hipotetikus célokat szolgál, igazolását vagy cáfolatát későbbi – az eddiginél részletesebb – terepi vizsgálatokkal szeretném megvalósítani.

A hipotézis alapkitétele, hogy az előrejelzett időintervallumban az élőhely jellege nem változik. Ez alatt a következőket értjük:

- A vízszint és nyílt vízfelszínek aránya közel állandó marad (eltérés $\pm 5\%$)
- A vízminőség nem romlik
- Az élőhely fiziognómiai jellemzői lényegükben nem változnak
- a táplálékforrások lényegében változatlan arányban állnak rendelkezésre

Ezek után a számításokhoz a következőket tartottam fontosnak figyelembe venni:

- a mintában lévő egyedek száma, mint kiindulási állomány (n_i)
- az irodalmi adatok és megfigyelések alapján megállapított „növekedési ráta”. Ez egy 0 és 1 közötti érték, melynek megállapításakor figyelembe vettem a generációs időt, lehetséges utódok számát. Minél magasabb ez az érték, annál erélyesebb az állomány növekedése (r_g)
- szintén irodalmi adatokon és megfigyeléseken alapszik a „limitációs faktor”, ami a predátor-préda kapcsolatok, vízminőségre való érzékenység és táplálkozási szokások figyelembevételével kerül megállapításra (r_l)

Ezek alapján a populációk, közösség elemek növekedése egy évre vonatkoztatva (G , az angol

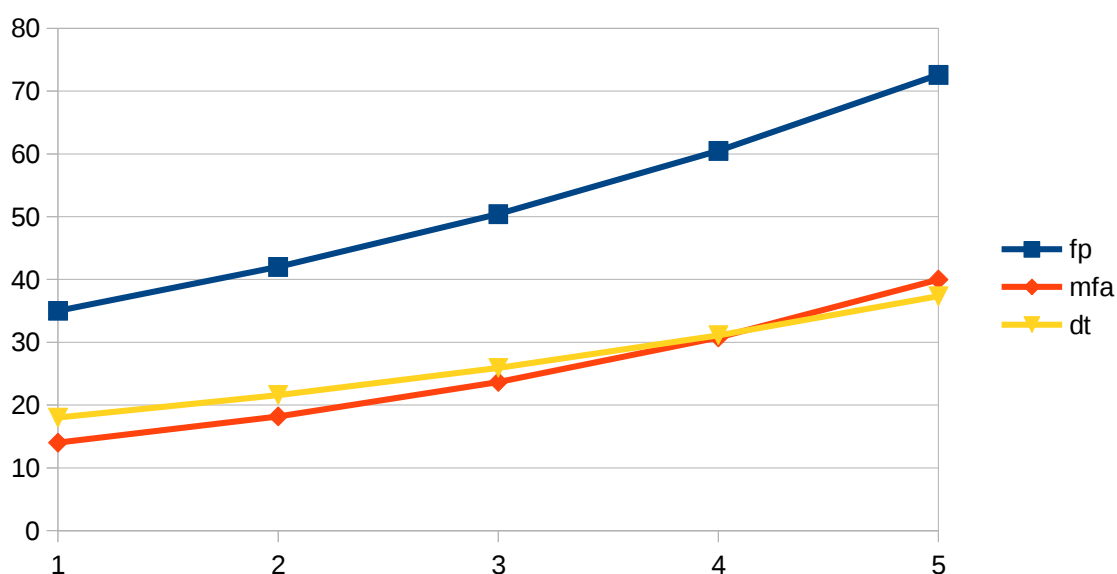
„growth” - növekedés szóból):

$$G = n_i + n_i * (r_g - r_l)$$

Az előrejelzésben az egyenletet a funkcionális táplálkozási csoportokra alkalmaztam. Mindegyikre megállapítottam a növekedési és limitáló rátát és az adatokat a következő öt évre számoltam ki.

A detritívór és herbivór guildek esetében a növekedési rátát $r_g = 0,6$ értéként határoztam meg, ezt a az idetartozó taxonok szaporodásával indoklom (rövid generációs periódus és sok utód). Esetükben a limitációt a ragadozók aránya és a források rendelkezésre állása miatt $r_l = 0,4$ értékben határoztam meg.

A ragadozók esetében a növekedés és a limitáció is kisebb értéket vett fel, ezt a préda szervezetek jó rendelkezésre állásával és a kevesebb utóddal indoklom.



7. Ábra: A közösség-alkotók várható felszaporodása az első öt évben

A diagramon az források hasznosulásának első változatát jelenítettem meg. Ebből látszik, hogy a ragadozók (grafikonon jelük „mfa”), habár a két ráta különbsége által képzett szorzó - $(r_g - r_l)$ - magasabb, felszaporodása lassabb, mint a másik két táplálékforrás hasznosítóié (jelölésük: fp, dt). Ez az alacsony kezdőpopulációval magyarázható.

Fontos megjegyezni, hogy a két ráta évről évre változhat, amit jelent számítás készítésekor nem

vettünk figyelembe. Ezen publikációkból levont következtetések valamint saját megfigyelések alapján a későbbi években pontosítani lehet.

Az eredmény kizárólag elméleti prognózis, valamint egy saját gondolatmenet szemléltetésére szolgál. A viszonylag kevés adat miatt – ami alatt főleg azt kell értsük, hogy mindössze egy évi adatsorral rendelkezünk – pontatlan lehet. Azonban az elkövetkező évek adatai és megfigyelt folyamataival pontosítható lesz mind az előrejelzés, mind pedig a modell.

5. Következtetések, javaslatok

A mintavételek során kapott és azok alapján levezetett adatok alapján sikerült képet kapni az újonnan létesült élőhely fenéklakó makrofaunájáról. A bevezetésben megfogalmazott kérdésekre minden esetben – helyenként pontosításra váró – válasz született.

Az új élőhelyen egy nyári vízborítás után az állóvizet jellemző makrogerinctelen taxonok szinte mindegyike megjelent. Kivételt képeznek ez alól a magasabb rendű rákok (például *Gammarus* fajok vagy a folyami rák (*Astacus astacus*)), a vízi poloskák, és a kagylók.

A jelenlévők közül a vízibogarak valamint a csigák a legnépesebb taxonok. Ennek oka egyrészt az lehet, hogy a mindkét csoportnak volt lehetősége az öböl felől kolonizálni az élőhelyet, valamint a vízibogarak a közelben lévő vizes élőhelyekről is eljuthattak ide. A vízibogarak esetében a levegőben történő vándorlást nehezíti a környék szeles volta. CSABAI és BODA (2005) vizsgálatuk során szignifikáns negatív összefüggést talált a vízibogarak és poloskák vándorlása és a szélesebbesség között. A rovarok vándorlása gyakorlatilag megszűnt $v \geq 12 \text{ km/h}$ szélerősség felett. Ez magyarázná a vízi poloskák hiányát is az élőhelyen, azonban a vízibogarak magas jelenléte miatt ezt az indoklást csak az öböl makrofaunájának vizsgálata után fogadhatjuk el. A kérészek közül 3 faj van jelen az élőhelyen és bár mindegyik közülük gyakori és elterjedt, kettőnek (*Caenis rivulorum* és *Cloeon simile*) nem találtam adatát a környékről. Jelenlétük az élőhelyen – csakúgy, mint a keresztes álkérészé (*Nemourinae* sp.) - jó a vízminőségre nézve, hisz ezek a fajok érzékenyek a szennyezettségre és tápanyagterheltségre.

Az, hogy ezek a fajok jelentek meg ezen az élőhelyen két dologgal indokolható:

A környezeti tényezők megfelelőek a vízi életközösségek kialakulásához. Ez azt jelenti, hogy egyrészt megfelelő a vízminőség, másrészt pedig rendelkezésre áll táplálék és rejtőzködő illetve szaporodó helyek.

Ezen élőlények képesek kolonizálni úgymond „friss” élőhelyeket. Gyors szaporodási ciklusuk, a tény, hogy nagy távolságokat képesek megtenni két, számukra alkalmas élőhely között ideális pionírrá teszi őket. Ez az állítás főként a rovarokra igaz és egyik legjobb „példa-faja” a széleslábú szitakötő (*Platycnemis pennipes*).

A közösség minőségi-mennyiségi viszonyainak jellemzése során a teljes fajkészletre valamint egyes osztályokra, rendekre is kiszámoltam a Shannon-Wiener diverzitási indexet. Ez, két taxon kivételével, jó értéket vett fel. A közösség egészére vetítve is felülmúlta előzetes várakozásaim. A

viszonylag magas diverzitási érték azonban, mint MOLNÁR és mtsai (2011) publikációjából kiderült nem szokatlan a fiatal vizes élőhelyeken (kor < 5 év). Ugyanezen közlemény rávilágít arra is, hogy a későbbiekben az abundancia növekedésével párhuzamosan csökkenni fog a diverzitás az ehhez hasonló élőhelyeken. Ennek igazolását vagy cáfolatát esetünkben további terepi vizsgálatok döntenek majd el.

A trofikus viszonyok vizsgálata azt az eredményt adta, hogy az élőhelyen jelenleg a több táplálékforrást hasznosító szervezetek aránya a legmagasabb. Ez szintén a kolonizációra való adaptáció egyik ismérve lehet, hiszen egy-egy új élőhelyen gyakran kis mennyiségű táplálék található. Ezt az adott faj úgy képes áthidalni, ha többfélét képes hasznosítani. Ilyen volt pl. a fajlistáról a *Hydrochara caraboides*, amely lárvakorban kifejezetten ragadozó életmódot folytat. Imágóként ugyanez a faj szélesebb táplálékspektrumú: vízínövényeket, élőbevonatot és szerves törmeléket (detrituszt) is fogyaszt. A „vegyes” táplálkozású élőlények mellett az élőbevonatot (algák) valamint a finom szemcséjű szerves anyagot (FPOM - „fine particulate organic material”) fogyasztó szervezetek voltak magas létszámban jelen. Ez utóbbi táplálékforrás eredete lehet a tóból bejutó víz (bár ez a kapcsolat valószínűleg csak a tavaszi magasabb vízálláskor van meg), másrészt pedig a vízben álló növényzet (nád, sásfajok, aranyvessző, cserjék, nyárok). A második esetben a víztérbe kerülő durva szemcséjű szerves anyagnak (CPOM - „coarse particulate organic material”) először bontás útján finom szemcséjűvé kell válnia. Ezt az átalakítást a scavenger funkcionális táplálkozási csoportba tartozó makroszkópikus gerinctelenek valamint gombák, baktériumok végzik el. Mivel az elsőből viszonylag kis arányban vannak jelen – bár, ha a vegyes táplálkozású vízbogarakat is beleszámoljuk az arány kedvezőbb – így véleményem szerint ez inkább a második folyamattal valósul meg.

A ragadozók viszonylag kis aránya részben az évszakos változásoknak tudható be. Ez alatt azt értem, hogy a vízbogarak egy része (*Hydraenidae* sp., *Hydrochara caraboides*) csak lárvastádiumban folytat kifejezetten ragadozó életmódot, imágóként pedig több táplálékforrást is hasznosít. A másik magyarázat pedig az, hogy a ragadozók mindig kisebb arányban vannak jelen az élőhelyeken, mint a lehetséges prédaszervezetek.

Az adatok értékelése során kíváncsi voltam, hogy előrejelezhető-e egy hasonló élőhely benépesülése. A modellt úgy kívántam elkészíteni, hogy az alkalmas legyen taxon és közösség-alkotó szintű prognózisra is. Ennek során sikerült felállítani a következő képletet:

$$G = n_i + n_i * (r_g - r_l)$$

A képlet populációk és közösség-alkotók népesség növekedésének modellezésére szolgál. Figyelembe veszi a növekedést és egyedszám-szabályozó befolyásoló tényezőket. Ezen két szám tapasztalati alapú és további pontosításig a modell alkalmazójának kell meghatároznia azt, a rendelkezésre álló adatok alapján. A pontosítás azt kell érteni, hogy szükségeltetik egy objektív szempontrendszer a két ráta számítására. Ez szakirodalom feldolgozása valamint további terepi vizsgálatok során kivitelezhető.

Összességében tehát sikerült adatokat kapni egy olyan élőhely típus egy megjelenéséről, amelynek hazánkban alacsony a kutatottsága. A vizsgálatok folytatására az élőhely további megléte esetén 2014. tavaszától keríték sort. Ezek mintavételi eljárásain, jelen tapasztalataim alapján, változtatni nem kívánok. Az értékelés – főleg a prognózis – módszerein viszont minden bizonnyal pontosítani kell.

Továbbá szeretném feltárni a későbbiekben mind a Csemezi öböl, mind pedig hegyeshalmi bányató többi részének makrogerinctelen közösségeit és ezek élőhelyet. Ezáltal egy teljes képet kapni ezen speciális élőhelytípus egy tagjának viszonyairól, jellemzőiről.

6. Összefoglaló – Abstract

6. 1. Összefoglaló

Az újonnan vagy időszakosan vízborítás alá került területek vizsgálata kevésbé kutatott terület a hidrobiológián belül. Ezen biotópok makroszkópikus vízi gerinctelenekkel való benépesülése nagy mértékben függhet a terület aljzatától, a vízminőségtől és a környékbeli élőhelyek faunájától.

Munkám során a hegyeshalmi kavicsbányató Csemezi öbölnek nevezett részén, a 2013-as év elején csapadéktöbblet hatására létrejött élőhely jellemzésére tettem kísérletet. Az itt megjelent élőlények közül elsősorban a makrogerinctelen közösségek viszonyait kívántam feltárni. Erre vonatkozó vizsgálatokat 2013 augusztusában végeztem.

A mintavételek mennyisége és eredményei alapján elsősorban az élőhely közösségi viszonyaira vonatkozóan kaptam információkat. A jelenlévő gerinctelen közösségben túlsúlyban voltak a többféle táplálékforrást is hasznosítani képes, vegyes táplálkozású fajok, valamint az élőbevonatot fogyasztó növényevők. A család illetve faji szinten meghatározott egyedek azt mutatták, hogy az élőhelyet az egy nyári vízborítás után főleg tágabb ökológiai spektrumú pionír fajok népesítik be, de mellettük már megjelentek szűk tűrésű, szennyezés-indikátor taxonok egyedei is.

Az eredmények lehetőséget adnak az élőhely további sorsának nyomon követésére valamint az ott élő közösségek minőségi-mennyiségi viszonyaiban bekövetkező változások megfigyelésére.

Kulcsszavak: makrozoobentosz; kolonizáció; funkcionális táplálkozási csoportok; szennyezés-tolerancia

6. 2. Abstract

The research of newly or temporary flooded areas is a less studied field of hydrobiology. The macroinvertebrate colonization of this biotopes is depending on the sediment, water quality and the fauna of the environs' on a large scale.

During my studies the aim was the characterization of a newly created wetland next to the bay of the gravel pit-lake in Hegyeshalom. This biotope was created due to the percipitate-surplus of 2013. spring. My primary goal was to assess the relationships of the macroinvertebrate communities of this wetland. I made the field research during August 2013.

The quantities and results of the sample provided information on the community relationships of the habitat primarily. Among the present macroinvertebrates those which are adapted to multiple food-sources and the periphyton consumers were dominant. The family and species level determination of the samples showed, that after one summer of water-cover most of the present species are pioneer organisms with wide ecological spectrum. Next to them there are members of more sensitive, pollution-indicating taxas present.

The results of the study gave us the opportunity to follow the further succesion of the habitat and to examine the qualitative and quantitive changes in the structure of this community.

Keywords: macroinvertebrates; colonization; functional feeding groups, pollution-tolerance

7. A felhasznált irodalom jegyzéke

- AMBRUS A. (2013): *Platycnemis pennipes* (PALLAS 1771) Széleslábú szitakötő – <http://szitakotok.hu/> (hozzáférés: 2013. 09.15.)
- ANDRIKOVICS S. - NOSEK J. - OERTEL N. (2006): Kérész (Ephemeroptera) lárvavizsgálatok a Szigetközben – *Acta Biol. Debr. Oecol. Hung* 14: pp. 21–30
- ANDRIKOVICS S. - NOSEK J. - OERTEL N. (2006): Szitakötő (Odonata) lárvavizsgálatok a Szigetközben – *Acta Biol. Debr. Oecol. Hung* 14: pp. 9–19
- ASKEW, R. R. (2003): *Dragonflies of Europe* – Harley Books, London
- BAKONYI G. (2003): Ízeltlábúak in: BAKONYI G.: *Állattan – Mezőgazda Kiadó*, Budapest, pp. 275-379
- BAUERNFEIND, E. - HUMPECH, U. H. (2001): *Die Eintagsfliegen Zentraleuropas (Insecta: Ephemeroptera): Bestimmung und Ökologie.* – Verlag des Naturhistorischen Museums Wien, 1-240, 579 Abb. Wien.
- BÖLÖNI J. – MOLNÁR A. – KUN A. (2011): Magyarország élőhelyei – Vegetációtípusok leírása és határozója ÁNÉR 2011 – MTA ÖKI, Vácrátót
- BRITTAIN, J. E. (1982): Biology of mayflies. – *Annual Review of Entomology* 27: pp. 119-147.
- BERTONI, R. : *Lymnology of Rivers and Lakes* – UNESCO-EOLSS (hozzáférés: 2013. 08. 30.)
- CSABAI Z. (2000): : *Vízibogarak kishatározója I. kötet* – Környezetgazdálkodási Intézet
- CSABAI Z. - GIDÓ ZS. - SZÉLL GY. (2002): *Vízibogarak kishatározója II. kötet* – Környezetgazdálkodási Intézet
- CSABAI Z. - NOSEK J. N. (2006): Aquatic beetle fauna of the Szigetköz, (Coleoptera: Hydradephaga, Hydrophiloidea) , NW Hungary - *Acta Biol. Debr. Oecol. Hung* 14: pp. 77–90
- CUMMINS, K. W. (1973): Trophic relations of aquatic insects. – *Annual Revue of Entomology* 18: 183-206.
- DETTNER, K. (1997): Insecta: Coleoptera: Noteridae. In: SCHWOERBEL, J.: *Süßwasserfauna von Mitteleuropa Band 2, 3 and 4.* - Gustav Fischer Verlag, Stuttgart: 97–126 pp.

- EISELER, B. (2005): Bidbestimmungsschlüssel für die Eintagsfliegenlarven der deutschen Mittelgebirge und des Tieflandes. – *Lauterbornia* 53: pp. 1-112.
- FELFÖLDY L. (1987): A biológiai vízminősítés 4. kiadás, *Vízügyi Hidrobiológia* 16 – Vízgazdálkodási Intézet
- HILSENHOFF, W. L. (1977): Use of arthropods to evaluate water quality of streams Technical Bulletin No. 100 – Department of Natural Resources, Madison, Wisconsin.
- HORVÁTH, B. (2002): A kavicsbánya tavak ökológiai sajátosságai, in: *A kavicsbányászat és kavicsbányatavak környezet- és természetvédelmi problémái* – <http://ceeweb.org/hu> (hozzáférés: 2013. 09. 10.)
- HORVÁTH M. és mtsai (2009): Makrogerinctelen-együttesek tér- és időbeli változásai a hansági Nyirkai-Hany élőhely-rekonstrukciós területen – *Acta Biol. Debr. Oecol. Hung* 20: pp. 115–12
- JUHÁSZ P. - KISS B. - MÜLLER ZOLTÁN (2009): Makroszkópikus vízi gerinctelenek monitorozása – TIR NbmR Központi Protokoll
- KOZÁK L. (2012): Természetvédelmi élőhelykezelés – Mezőgazda Kiadó, p. 17, Budapest
- MOLNÁR M. - MOLNÁR Á. - FARKAS J. (2008): Water beetle (coleoptera) assemblages in ponds and wetlands next to highway constructions: effect of site age – *Acta Biol. Debr. Oecol. Hung* 18: pp. 115–122
- MOOG, O. ed. (2002): *Fauna Aquatica Austriaca*, 2nd Edition – Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management Division VII (Water)
- ORTMANN A. és mtsai (2011): Aquatic beetle and bug assemblages of standing waters with different succesional stages in the floodplain of Drava – *Acta Biol. Debr. Oecol. Hung* 26: pp. 161-178
- PACHECO, A. S. (2010): Succession and seasonal variation in the development of subtidal macrobenthic soft-bottom communities off northern Chile – *Journal of Sea Research* 64: pp. 180-189, Elsevier
- SCHMIDL, J. (1996): An analysis of community structure and habitat-preference of adephage water beetles (Coleoptera) in central Europe. – *Proceedings of XX. International Congress of Entomology* 352 p.

SPELLERBERG, I. F. - FEDOR, P. J. (2003): A tribute to Claude Shannon (1916 –2001) and a plea for more rigorous use of species richness, species diversity and the ‘Shannon–Wiener’ Index – Global Ecology and Biogeography 12: pp. 177-179

SZENTESI Á. - TÖRÖK, J. (1997): Állatökológia – Egyetemi jegyzet, Kovásznai Kiadó, Budapest

TRANNUM, H.C. et al (2011): Rapid macrofaunal colonization of water-based drill cuttings on different sediments – Marine Pollution Bulletin 62: pp. 2145-2156, Elsevier

TYAHUN SZ. (2013): A kavicsbányatavak környezetvédelmének és utóhasznosításának problémái – <http://mohosz.hu/> (hozzáférés: 2013. 09. 20.)

ZIMMERMANN, M. (1993): Use of the Biotic Index as an indicator of water quality – Association for Biology Laboratory Education (ABLE) ~ <http://www.zoo.utoronto.ca/able> (hozzáférés: 2013. 08. 30.)

ZWICK, P. (2013): A key to West Palearctic genera of stoneflies (Plecoptera) in larval stage – Methodenstandardisierung Makrozoobenthos, Forschungsinstitut Senckenberg (hozzáférés: 2013. 09. 05.)

8. Ábrák és táblázatok jegyzéke

Táblázatjegyzék

1. Táblázat: A 2013. augusztusi fajlista.....	12
2. Táblázat: A különböző taxonok szennyezés-tolerancia értékei.....	22

Ábrajegyzék

1. Ábra: Az élőhelyi jellegek QuantumGIS programban ábrázolva.....	8
2. Ábra: A mintából meghatározott taxonok százalékos megoszlása.....	13
3. Ábra: A hím széleslábú szitakötő(Platycnemis pennipes) (forrás: szitakotok.hu).....	15
4. ábra: Az egyes taxonok Shannon-Wiener diverzitási értékei és egyenletessége (kék oszlop: Shannon-Wiener index (H'), narancssárga oszlop: egyenletesség (J)).....	16
5. Ábra: A funkcionális táplálkozási csoportok százalékos megoszlása.....	18
6. Ábra: A táplálékforrások hasznosítási diagramja.....	20
7. Ábra: A közösség-alkotók várható felszaporodása az első öt évben.....	24

