

SOPRONI EGYETEM

ERDŐMÉRNÖKI KAR

ERDŐMŰVELÉSI ÉS ERDŐVÉDELMI INTÉZET

SZAKDOLGOZAT

A Cordulegaster heros lárvális fejlődési szakaszának morfológiai és a faj élőhelypreferenciájának vizsgálata a Kőbányai-patakon (Kőszegi-hegység)

Morphological and habitat preference study of Cordulegaster heros larvae in the Kőbányai brook (Kőszeg mountains)

Készítette: Horváth Martina

Sopron

2019

Szerzői nyilatkozat

Alulírott **Horváth Martina** (neptun kód: L2S310) jelen nyilatkozat aláírásával kijelentem, hogy *A Cordulegaster heros* lárvális fejlődési szakaszának morfológiai és a faj élőhelypreferenciájának vizsgálata a Kőbányai-patakon (Kőszegi-hegység) című:

Szakedolgozat

(a továbbiakban: dolgozat) **önálló munkám**, a dolgozat készítése során betartottam a szerzői jogról szóló 1999. évi LXXVI. tv. szabályait, valamint az egyetem által előírt, a dolgozat készítésére vonatkozó szabályokat, különösen a hivatkozások és idézések tekintetében¹.

Kijelentem továbbá, hogy a dolgozat készítése során az önálló munka kitétel tekintetében a konzulenszt, illetve a feladatot kiadó oktatót **nem tévesztettem meg**.

Jelen nyilatkozat aláírásával tudomásul veszem, hogy amennyiben bizonyítható, hogy a dolgozatot **nem magam készítettem**, vagy a dolgozattal kapcsolatban szerzői jogsértés ténye merül fel, a Soproni Egyetem **megtagadja a dolgozat befogadását és ellenem fegyelmi eljárást indíthat**.

A dolgozat befogadásának megtagadása és a fegyelmi eljárás indítása nem érinti a szerzői jogsértés miatti egyéb (polgári jogi, szabálysértési jogi, büntetőjogi) jogkövetkezményeket.

Kijelentem, hogy a dolgozatot más szakon – más felsőoktatási intézményre vonatkozóan is – nem nyújtottam be.

Sopron, 2019.11.08.

.....

Horváth Martina

¹ 1999. évi LXXVI. tv. 34. § (1) A mű részletét - az átvevő mű jellege és célja által indokolt terjedelemben és az eredetihez híven - a forrás, valamint az ott megjelölt szerző megnevezésével bárki idézheti.

36. § (1) Nyilvánosan tartott előadások és más hasonló művek részletei, valamint politikai beszédek tájékoztatás céljára - a cél által indokolt terjedelemben - szabadon felhasználhatók. Ilyen felhasználás esetén a forrást - a szerző nevével együtt - fel kell tüntetni, hacsak ez lehetetlennek nem bizonyul.

Kivonat

A Cordulegaster heros lárvális fejlődési szakaszának morfológiai és a faj élőhelypreferenciájának vizsgálata a Kőbányai-patakon (Kőszegi-hegység)

A balkáni hegyiszitakötőt (*Cordulegaster heros* Theischinger 1979) a természetvédelem egyik meghatározó fajai közé soroljuk, azonban életciklusáról és élőhelypreferenciájáról keveset tudunk. A lárvális fejlődési szakaszának morfológiai és a faj élőhelypreferenciájának vizsgálatát havonta egy évig 20 mintavételi helyen végeztem, amely 245 lárva vizsgálatát eredményezte. Feltételeztem, hogy a környezeti tényezők, az élőhelyszerkezet, a mezo- és mikrohabitat tényezők jelentősen befolyásolják a faj populációszerkezetét. Az élőhelyszerkezet, a mezohabitat (gázló, medence), a mikrohabitat (különböző részecskeméretű aljzat, vízsebesség) jelentősen befolyásolják a lárvák szakaszonkénti eloszlását. A mintavételi pontokban a lárvák eloszlása különböző, ezért úgy gondolom ezeket a mikrohabitat sokféleségének is köszönhetjük.

Abstract

Morphological and habitat preference study of Cordulegaster heros larvae in the Kőbányai brook (Kőszeg mountains)

The Balkan Goldenring dragonfly (*Cordulegaster heros* Theischinger 1979) is one of the most important species for nature conservation. Despite this, little is known about its life cycle and habitat preference. The morphological characters and habitat preferences of the larvae were investigated for one year in monthly in 20 sampling sites, which resulted in data on 245 individuals. I assumed that environmental factors, habitat structure, meso- and microhabitat factors significantly influence the population structure of the species. Habitat structure, mesohabitat (riffle, pool), and microhabitat (different particle size of substratum, current velocity) significantly influence the distribution of larvae per section. The distribution of the larvae at the sampling points is different, so I think they are due to the diversity of the microhabitat structure/type.

Tartalomjegyzék

| | |
|---|-----------|
| 1.BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK | 6 |
| 2.TERMÉSZETFÖLDRAJZI JELLEMZÉS | 7 |
| 2.1.Kőszegi-hegység | 7 |
| 2.1.1.Domborzat..... | 7 |
| 2.1.2.Földtan..... | 8 |
| 2.1.3.Talajviszonyok | 8 |
| 2.1.4.Vízrajz | 9 |
| 2.1.5.Éghajlat | 9 |
| 2.1.6.Növény és állatvilág | 10 |
| 2.2. Natura 2000..... | 12 |
| 3.VÍZI MAKROGERINCTELENEK | 13 |
| 3.1.Szitakötő (<i>Odonata</i>) rend általános jellemzése | 14 |
| 3.1.1.Élőhelyeik..... | 15 |
| 3.1.2.Biológiájuk | 18 |
| 3.1.3.A lárvák anatómiája..... | 21 |
| 3.2.Cordulegastridae-hegyi szitakötők | 23 |
| 3.2.1. Cordulegaster heros | 25 |
| 4.ANYAG ÉS MÓDSZER | 29 |
| 4.1.Mintaterület bemutatása Kőbányai-patak..... | 29 |
| 4.2.Mintaterület kijelölési módszere | 30 |
| 4.3.Mintavételi módszer, vizsgálat | 31 |
| 5. EREDMÉNYEK..... | 34 |
| 5.1 A lárvák havonkénti eloszlása | 34 |
| 5.3. Lárvák aljzat szerinti eloszlása | 37 |
| 5.4. A lárvák vízsebességhez való viszonya | 40 |

| | |
|---|-----------|
| 5.5 Morfológiai paraméterek..... | 42 |
| 7. A C. HEROS ÁLLOMÁNYÁT VESZÉLYEZTETŐ TÉNYEZŐK..... | 47 |
| 8.TERMÉSZETVÉDELMI KEZELÉSI JAVASLAT..... | 48 |
| 9.ÖSSZEFOGLALÁS..... | 50 |
| KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS | 51 |
| IRODALOMJEGYZÉK..... | 52 |
| MELLÉKLETEK..... | 57 |

1.BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK

Napjainkban a természetes élőhelyeket egyre jobban veszélyeztetik a különféle antropogén hatások. Az indikátor fajok vizsgálatán keresztül, képet kaphatunk az ökoszisztémát érintő esetleges károkról is. Az élővizek egyik legfontosabb indikátor élőlényei a szitakötők, tehát jelenlétük vagy hiányuk, populációszerkezetük alakulása utalhat az élőhelyek állapotának változására. Ezért is tartom fontosnak ezen élőlényeknek a minél többféle szempontból történő vizsgálatát (elterjedés, élőhelyválasztás, életmenet stb.).

Választásom azért esett a *Cordulegaster heros* (Theischinger, 1979) szitakötő fajra, mert nagy és látványos fajról van szó, természetvédelmi szempontból is jelentős. A *C. heros* (Theischinger, 1979) európai viszonylatban az IUCN (International Union for Conservation of Nature) Vörös lista szerint veszélyeztetettség közeli kategóriába tartozik (IUCN 2019; KOVÁCS et al. 2017.), és hazánkban fokozottan védett, Natura 2000-es közösségi jelentőségű faj is (AMBRUS et al. 2018; EC 1992). Ugyanakkor az ország kevés pontjáról ismertek előfordulási adatai és a faj biológiájáról viszonylag keveset tudunk. Az általam végzett morfológiai és élőhelyvizsgálatok jó kiegészítői lehetnek Boda (2015) mecseki kutatási eredményeinek.

Az abiotikus és biotikus tényezők fontos szerepet játszanak az élőlények előfordulásában, ezért foglalkozni kell az élettelen környezet élőlényekre gyakorolt hatásával, mivel ezek nagymértékben befolyásolhatják az egyedek, populációk eloszlását viselkedését.

Méréseimet a Kőszegtől nem messze található, Cák település határában végeztem el, a Kőbányai-patakban. Mintaterületem Natura 2000-es területen fekszik. A víztér antropogén hatásoknak igen kitett területen van, a közelben játszótér, illetve túra útvonal is fellelhető.

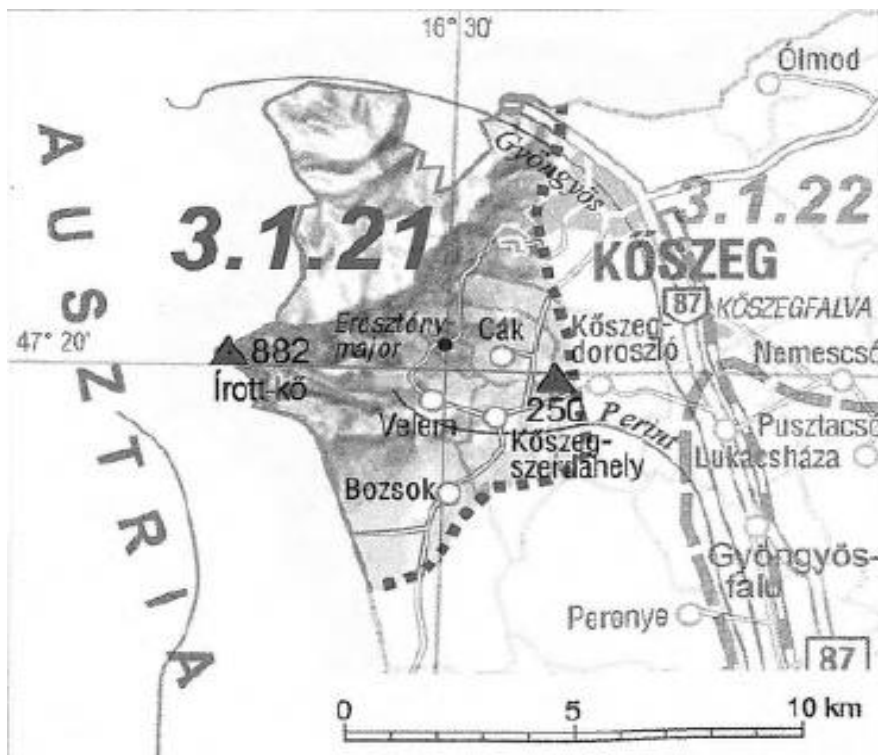
Dolgozatomban a következő kérdésekre kerestem a választ:

1. Mekkora a *Cordulegaster heros* (Theischinger, 1979) populáció mérete?
2. A lárvák mely élőhelytípusban fordulnak elő nagyobb gyakorisággal?
3. Milyen biotikus/abiotikus tényezők veszélyeztethetik a populáció fennmaradását?
4. Hogyan segíthetjük a stabil populáció meglétét?

2.TERMÉSZETFÖLDRAJZI JELLEMZÉS

2.1.Kőszegi-hegység

Az Alpok legkeletibb részén fekvő hegységünk a Kőszegi-hegység. Kisebb része Vas megyében (58 km²), míg közel kétharmada az ausztriai Burgenlandba esik. A megyében található a Dunántúl legmagasabb pontja is (Írott-kő 882 m). 1980-ban, ezen a területen hozták létre a Kőszegi Tájvédelmi körzetet, amelynek kiterjedése 4300 ha, amelyből 550 ha fokozottan védett kategóriába sorolandó. A körzet több települést is magába foglal, Kőszeget, Cákot, Bozsokot, Velemet, Kőszegdoroszlót és Kőszegszerdahelyet (MARKOVICS 1994; DÖVÉNYI 2010).



1.ábra: Kőszegi-hegység (forrás: DÖVÉNYI 2010)

2.1.1.Domborzat

Az idő folyamán a hegység domborzatán változatos jelleg alakult ki. Mállási formák, (gombasziklák, rétegféjek), kőfolyások, eróziós völgyek (Gyöngyös-völgy), domborúlejtős, V keresztmetszetű patakvölgyek (amelyek 60-100m mélységűek, ilyen a Bozsoki-, Velemi-, és Kőszegszerdahelyi-völgy), periglaciális kötengerek és meredek törmeléklejtők alakultak ki (DÖVÉNYI 2010).

A gerinces szerkezet meghatározza a középhegységi domborzat hegyrajzi jellegét. Írott-kő, Kendig, Irány-hegy, Óháztető, Pintér-tető ÉK felé lealacsonyodó vonulata szemlélteti ezt a jelleget, ahonnan DK és ÉNy felé egyaránt oldalgerincek ágaznak ki. Az oldalgerinceket szurdokszerű, mélyre vágódott, eróziós patak völgyek választják el egymástól, ahol különleges mállási formákat figyelhetünk meg. Völgyfőiket kőfolyások, kőtengerek töltik ki, a lejtős felszíneket pedig vastag törmeléktakaró fedi el (DÖVÉNYI 2010).

Az ÉNy-i oldalgerinchez hazánk területéről Stájerházakat, a Vörös-keresztet és a Tábor-hegyet soroljuk, a DK-i részhez pedig Kalaposkövet, Szent Videt, a Szabó-hegyet és a Kálvária-hegyet említhetjük meg (DÖVÉNYI 2010).

A Kőszegi-hegység domborzata a legtagoltabb az Alpokalja kistájai közül. A hegység átlagos tengerszintfeletti magassága 548 m. Az átlagos (145 m/km^2) és a legnagyobb (303 m/km^2) viszonylagos magasságkülönbséget itt figyelhetjük meg a legjobban az Alpokalján belül. Területének 72%-a a nagy relatív reliefű ($>100 \text{ m/km}^2$) felszínnek közé tartozik (DÖVÉNYI 2010).

2.1.2.Földtan

Földtani szempontból zárt hegységtömbnek nevezzük, mivel a Gyöngyös és a Pinka völgye között, KÉK-NyDNy-i irányban húzódik. Legmagasabb pontja az Írott-kő 882 m-rel, ami egyben a Dunántúl legmagasabb pontja is (DÖVÉNYI 2010).

A terület alapkőzete főleg kristályospala,-(kvarcfillit, mészfilit, zöld-pala), Cák mellett pedig dolomitkonglomerátum. Földtani szempontból ezek jura-késő-kréta korú üledékek, amelyek a későbbi alpi átalakulási folyamatok során nyerték el jelenlegi formájukat. A felszínre került részek miatt (rátolódott idősebb képződmények lepusztultak róla) tektonikai ablaknak nevezzük (DÖVÉNYI 2010).

2.1.3.Talajviszonyok

A hegységben közethatású talajok, vázta talajok, barna erdőtalajok, valamint mocsári és ártéri erdő talajok alakultak ki, de alapvetően (99%-ban) erdőtalajok borítják a területet (MARKOVICS 1994; DÖVÉNYI 2010).

A közethatású talajok közül a pararendzina és ranker található meg, közös jellemzőjük, hogy sekély termőréteggel rendelkeznek. A hegység mészkerülő lomberdeinek nagyrésze ranker talajon fordul elő, míg a pararendzina átmeneti jellegű talajtípuson, a zonális erdőtársulások állományait fedezhetjük fel (MARKOVICS 1994; DÖVÉNYI 2010).

A vázталajok közül a köves sziklás vázталaj sekély termőréteggel a meredek oldalon képződött. Ezen a talajtípuson sziklaerdőket, illetve mészkerülő társulások gyenge növekedésű állományait találjuk (MARKOVICS 1994; DÖVÉNYI 2010).

A barna erdőtalajok közül az erősen savanyú, nem podzolos erdőtalaj borítja a terület legnagyobb részét. Ez a mészkerülő és zonális társulások állományainak ad otthont. A Kőszeg-Cák-Velem vonaltól keletre harmadidőszaki barna erdőtalajok találhatóak (MARKOVICS 1994; DÖVÉNYI 2010).

A mocsári és ártéri erdők talajai közül a lejtőhordalék erdőtalaj fordul elő patakok mentén és völgyek alján. Ennek termőrétege középmező, és az égerligetek legfontosabb talajtípusa (MARKOVICS 1994; DÖVÉNYI 2010).

2.1.4. Vízrajz

A kedvező csapadékviszony a Kőszegi-hegységet vízben gazdag területté teszi, ezért vízháztartása az országban az egyik legkedvezőbb. A palák és fillitek közé víztároló rétegek is települtek, ezért nem csak a völgyek alján, hanem a hegyoldalon is számos forrás ered. Ezek vízhozamukat tekintve erősen ingadozóak. A legbővizűbb a Hétvezér-forrás, az egyik legmagasabban elhelyezkedő pedig 720 m tengerszint feletti magasságban a Hörmann-forrás (MARKOVICS 1994; DÖVÉNYI 2010).

A hegység a Gyöngyös-patak vízgyűjtő területéhez tartozik. A mellékpatakok közül a Bozsoki, Szerdahelyi-, és a Hármaspatak szállítja bele a vizet. A rétegvíz mennyisége igen kevés. Hasonlóképpen a talajvíz is csak szórványosan, inkább a völgytalpakon fordul elő, mennyisége nem számottevő. Csak egyes szerkezeti vonalak mentén található jelentősebb vízhozam a mélyebb rétegekben (MARKOVICS 1994; DÖVÉNYI 2010).

Erdészeti termőhelyértékelés szempontjából viszont, a terület nagy része többletvízhatástól független, és inkább a patakok, források környékén akad kevés szivárgó vizű és állandó vízhatású termőhely (MARKOVICS 1994; DÖVÉNYI 2010).

2.1.5. Éghajlat

A többi területhez hasonlóan, mérsékelt hűvös-mérsékelt nedves éghajlat jellemzi, de a magasabban fekvő területeken már inkább hűvös-nedves éghajlatot érzékelhetünk. A hegység éghajlatát, szubalpin klíma jellemzi (MARKOVICS 1994; DÖVÉNYI 2010).

Az évi napsütéses órák száma 1800 óra körül van. Télen mindössze 175, míg nyáron 700 óra körüli napsütést tapasztalhatunk. A Kőszegi-hegységben a borultság évi átlaga körülbelül 60%, amely az ország többi részéhez képest magas (MARKOVICS 1994; DÖVÉNYI 2010).

Hőmérséklet szempontjából az évi középhőmérséklet alacsonyabb térszíneken 8,5 – 9,2 °C körüli, a magasabb területeken (-Írottkő környékén), pedig 7,5 – 8,0 °C között alakul, ahol a fagymentes idő körülbelül 175 nap. Írottkő környékén a legmagasabb nyári és a legalacsonyabb téli hőmérsékletek sokévi átlaga 29,0 – 30,0 °C között alakul (MARKOVICS 1994; DÖVÉNYI 2010).

Az évi csapadékmennyiség 750 és 800 mm között alakul, de Írottkőn meghaladhatja a 800 mm-t is. A nyári csapadékátlag 450 – 470 mm, de Írottkőn 500 mm-nél több is lehet. A hótakarásos időszak hossza függ a tengerszint feletti magasságtól, ezért 40 – 60 nap közé esik. Átlagos maximális hóvastagság míg ÉK-en 22 – 25 cm, Ny felé haladva elérheti a 45 cm-t is. Az ariditási index 0,80 – 0,90, a páratartalomra pedig viszonylag magas érték jellemző (MARKOVICS 1994; DÖVÉNYI 2010).

Az uralkodó szélirány É-ÉNy-i, átlagos szélesség kitettségtől függően 3-4 m/s, de a csúcsoknál meghaladhatja a 4m/s-ot is. Az ország legegyszerűsebb éghajlatú tája, ezért kedvező az erdőgazdálkodásnak, turisztikának, illetve értékes élővilág jellemzi (MARKOVICS 1994; DÖVÉNYI 2010).

2.1.6.Növény és állatvilág

A Kőszegi-hegység flórája rendkívül változatos. A hegység potenciális növényzete erdőterület, a fátlan társulások főleg sziklák alakulhattak ki. Az Írottkő és a Pintér-tető gerince választóvonalat jelent a vegetációban. D-re főleg gyertyános-tölgyesek vannak, míg É-ra bükkösök, 600 m felett pedig mindenütt bükkösök a jellemzők (BENCICS 2019; DÖVÉNYI 2010).

A hegységperem nevezetes kultúrállományai a szelídgesztenyések, azonban mára már csak kisebb ligetek fedezhetők fel belőlük. Helyüket szőlők, üdülők váltották fel. Nemcsak a szelídgesztenye állományok fogytak meg, hanem a természetes gyepek is, és szinte csak a patakok menti keskeny sávban maradtak fenn kaszálók, mocsár- és láprétek (BENCICS 2019; DÖVÉNYI 2010).

A telepített fenyves állományai ma az erdőterület több mint 30%-át borítják. Az inváziós terhelés alacsony. A flóra összetételét figyelembe véve, hazánkban itt érezhető legerősebben az Alpok hatása. Számos növényfaj csak a Kőszegi Tájvédelmi Körzetben fordul elő (hegyi

lednek, az alpesi, valamint az osztrák tarsóka, a hármalevelű kakukktorma és a fehér sáfrány) (BENCICS 2019; DÖVÉNYI 2010).

A tájvédelmi körzet faunáját elsősorban annak hegyvidéki jellege és nyugati fekvése határozza meg. A terület számos ritka állatfajnak biztosít élőhelyet hazánkban. Több alpesi rovarfaj fellelhető, illetve melyek csak ezen a területen élnek Magyarországon, ilyen például az alpesi sáska (*Miamella alpina*) (BENCICS 2019; DÖVÉNYI 2010).

A vizes élőhelyek környékén sok védett szitakötőfaj is fellelhető, például az erdei szitakötő (*Ophiogomphus cecilia Geoffroy in Foucroy, 1785*), a védett kisasszony-szitakötő (*Calopteryx virgo Linnaeus, 1758*), és a fokozottan védett hegyi szitakötő (*Cordulegaster bidentatus Selys, 1843*) és ritka hegyi szitakötő (*Cordulegaster heros Theischinger, 1979*) (BENCICS 2019; DÖVÉNYI 2010).

2.2. Natura 2000

A Kőszegi-hegység (azonosító: HUON20002) a Natura 2000 hálózat része, kiemelt jelentőségű természetmegőrzési terület, melynek kiterjedése 4120 ha. Vas megye 15 Natura 2000 területet tudhat magának. (SCHMIDT 2017)

„Az Európai Unió által létrehozott Natura 2000 egy olyan összefüggő európai ökológiai hálózat, amely a közösségi jelentőségű természetes élőhelytípusok, vadon élő állat- és növényfajok védelmén keresztül biztosítja a biológiai sokféleség megővését és hozzájárul kedvező természetvédelmi helyzetük fenntartásához, illetve helyreállításához (NATURA 2000).”

A terület 27 jelölő faja közül, a következőket emelném ki Schmidt és társai (2017) Natura 2000 fenntartási terve alapján: nagy hőscincér (*Cerambyx cerdo*), nagy szarvasbogár (*Lucanus cervus*), kis apollólepke (*Parnassius mnemosyne*), nagy tűzlepke (*Lycaena dispar rutila*), vérfűhangyaboglárka (*Maculinea teleius*), sötétaljú hangyaboglárka (*Maculinea nausithous*), csíkos medvelepke (*Euplagia quadripunctaria*), magyar tarsza (*Isophya costata*), erdei szitakötő (*Ophiogomphus cecilia*), ritka hegyiszitakötő (*Cordulegaster heros*).

3.VÍZI MAKROGERINCTELENEK

A makroszkópikus vízi gerinctelenek olyan állatok összessége, amelyek még szabad szemmel láthatók és életük legalább egy részében vízhez kötődnek. Ide tartoznak többek között a csigák, kagylók, piócák, rákok, kérészek, tegzesek (2. ábra), szitakötők, álkérészek, vízbogarak (web 1.). A makrogerinctelen állatokat táplálkozásuk alapján aprító szervezetek (vízimolylárva, óriáscsíbor, bolharák, lószúnyoglárva); szűrő szervezetek (púposzúnyoglárva, árvaszúnyoglárva); legelő szervezetek (erezettkérész lárva, sapkacsiga); és ragadozók (víziskorpió, acsalárva, *C. heros Theischinger, 1979*) csoportjába sorolhatjuk (KRISKA 2003).

A makrogerinctelenek köveken, faágakon, növényeken, homokban elásva élhetnek. Élőhelyigényük igen változatos, egyes taxonok a magas oxigénszintet preferálják, mások az alacsonyabbakat és sokuk nem tolerálja a szennyező anyagokat, változásokat. Ezért a vízi makrogerinctelen együttes faj összetételétől függően megállapítható az élettér minősége. Általában, minél nagyobb az organizmusok sokfélesége, annál jobb a víz minősége (web 1.).

A biológiai vízminősítésben Magyarországon használt négy féle vízminősítő rendszer egyike a makrogerinctelenek vizsgálatán alapul. Ez a Magyar Makrozoobenton Család Pontrendszer, melyet angol minta alapján Csányi Béla dolgozott ki a hazai viszonyokra, és az áramló vizek vízminősítésére alkalmas. A fent említett igen változatos ökológiai igények teszik alkalmassá őket arra, hogy az élőlényegyüttes megváltozása indikálja az élőhely térbeli és időbeli változásait, degradációját. (KRISKA 2003)



2. ábra: Tegzes lárva (forrás: saját felvétel)

3.1.Szitakötő (*Odonata*) rend általános jellemzése

A szitakötőkkel, a zoológián belül az odonatologia foglalkozik. Eredményes hazai kutatások csak a 19. század végén kezdődtek el és ekkor gyűjtöttek össze fontos adatokat is. Hazánk első kiemelkedő odonatólógusa Kohaut Rezső volt, akinek „A magyarországi szitakötő-félék természetrajza” című könyve 1896-ban jelent meg. A 20. század első felében, 1914-ben „Magyarország Neuropteroidái” címmel jelentette meg az új előfordulási adatokat Pongrácz Sándor. A század második felében viszont, egyre több kutató írt cikket e témában (AMBRUS et al. 2018).

300 millió évvel ezelőtt, a földtörténeti karbon korszakban jelentek meg a legősibb rovarrendek mai képviselői, a szitakötők. Méretüket tekintve a mai példányokkal szemben jóval nagyobb mérettel rendelkeztek (3. ábra).



3. ábra: *Meganeura mony* lenyomat (forrás:
JANE BAKER 2019)

Bár pontos ismereteket nem tudunk arról, hogy hány fajuk élhetett a Földön, az idő haladtával, a fajgazdagságuk nőtt, ezzel szemben a testméretük folyamatosan csökkent. A jelenlegi tudásunk szerint az ősi fajok egyedei még a szárazföldön fejlődtek, a vízhez való kötődésük csak másodlagos jelleg volt. Hazánkban pliocén és miocén korú maradványok kerültek elő a pulai alginit- és a szurdokpüspöki kovaföldbányából (AMBRUS et al. 2018; TÓTH 2005).

A Földön jelenleg élő taxonok száma mintegy 6000 számmal szépen benépesítik az édesvízi élőhelyeket, és új fajokat még most is fedeznek fel. Európában eddig 143 fajt írtak le (AMBRUS et al. 2018).

A kifejlett egyedeket szárazföldi rovaroknak tekintjük, és két alrendbe soroljuk őket. Így különítjük el *Zygoptera* és *Anisoptera* alrendre. A *Zygoptera* alrendbe az egyenlőszárnyúak, más nevükön kisszítakötők tartoznak, ezek többnyire gyenge repülők, tenyészhelyüktől általában nem távolodnak el messzire. Az *Anisoptera* alrendbe tartozó egyenlőtlen szárnyú szítakötők, nagyszítakötők, általában kiváló repülők, kifejlődési helyüktől gyakran igen nagy távolságokra elrepülnek. Megállapították, hogy a liász földtörténeti korban a két csoport sajátosságait egyesítő, hasonló tulajdonságú fajok éltek, azonban mára eltérő tulajdonságokkal rendelkeznek (TÓTH 2005).

Lárva és kifejlett állapotban is ragadozók. Kifejlett állapotban az ember számára hasznosnak mondhatók, mivel káros rovarokkal (csípőszúnyogok, legyek, bögölyök) táplálkoznak, ellenben a lárvák alkalmanként károkat okozhatnak horgászvizekben és halastavakban a halivadékok pusztításával (TÓTH 2005).

A szítakötőknek az anyagforgalomban igen nagy jelentőségük van. Élőhelyminősítésre és állapotfelmérésekre jól alkalmazhatóak, mivel jelzik az élőhely minőségben bekövetkező változásokat (TÓTH 2005).

3.1.1. Élőhelyeik

A szítakötők élőhelyei alatt a lárvális fejlődés helyszíneit értjük. A szítakötők a természetes élőhelyeken kívül mesterséges víztesteket is benépesítenek, ahol szintén sajátosságos fauna alakul ki. (AMBRUS et al. 2018)

A lárvák előfordulásának felméréssel leírást kaphatunk a vízi életközösségekről, ezért fontos a szítakötők vizsgálata is, amelyek nagyrészt imágó alakban is ragaszkodnak a megfelelő víztértípusokhoz. A hímek a populációfenntartás érdekében mindig a legjobb pozíció elfoglalására törekednek, a nőstények pedig távol vannak a víztől és csak tojásrakás céljából keresik fel azokat. (AMBRUS et al. 2018)

A lárvális fejlődést vizsgálva az élőhely alkalmasságát számos tényező befolyásolja. „Ilyen a vízmozgás (áramlási sebesség, vízkicserélődés mértéke), a víztér mérete (felszíni kiterjedés, mélység), a vízben található alzatok minősége (szemcseméret, üledék típusa), a vízparti, vízi és mocsári növényzet mennyiségi és minőségi jellemzői, a víztér állandósága (eu-,szemi- vagy asztatikus vízforgalom), a fényviszonyok (árnyalás és napsütés), a víz fizikai-kémiai paraméterei (oxigéntartalom, hőmérséklet, kémhatás, az oldott anyag mennyisége és összetétele), a víztérben élő többi élőhelycsoport (táplálékállatok, ragadozók, főként halak), illetve a versenytársak tömegviszonyai.” (AMBRUS et al. 2018). A toleranciaspektrum terjedelme fajonként és nemenként is változó. Az *Ischnura elegans* (Vander Linden, 1820) például tágtűrűsű faj, míg az *Aeshna viridis* (Eversmann, 1836) pedig szűk tűrűsű faj. A csoportosítást nehezíti, hogy két egyforma vízi életteret nem találunk. A folyóvízi szitakötőket nevezhetjük a leginkább meghatározható élőhelyi igényű fajoknak. (AMBRUS et al. 2018). A hegyi patakokban fejlődnek a hegyiszitakötők (*Cordulegasteridae*) (4. ábra).



4. ábra: Hegyi patak forrásközeli szakasza (forrás: AMBRUS et al. 2018)

A *Cordulegaster bidentatus* (Selys, 1843) a magasabb régiókhoz jobban ragaszkodó faj, míg a *Cordulegaster heros* (Theischinger, 1979) alacsonyabb szakaszokra húzódik le, és dombvidéki patakokban is fellelhető. A *Cordulegaster heros* (Theischinger, 1979) mellett fedezhető fel az egyik színesszárnyú szitakötőnk, a kisasszony szitakötő (*Calopteryx virgo*-Linnaeus, 1758). Az alsóbb szakaszokon, a folyami szitakötőkkel (*Gomphidae*) is találkozhatunk. Kevés helyen (Rába, Felső-Tisza), de van olyan természetes állapotú folyóvíz, ahol mind a négy faj előfordul.

A csermely szitakötő (*Onychogomphus forcipatus* Linnaeus, 1758) a gyorsabb áramlású, hideg, oxigénben gazdag, durvább alzatú szakaszokon él (AMBRUS et al. 2018).

Lassan áramló vízfolyások nagyobb medencéinek egyik lakója a vörös légivadász (*Pyrrhosoma nymphula* Sulzer, 1776). Az alsóbb területeken megjelenő vízi és mocsárnövényzet megléte miatt további fajok is felbukkannak, mint a karcsú pásztorszitakötő (*Orthetrum coerulescens* Fabricius, 1798), folyóvizek generalista faja a sávós szitakötő (*Calopteryx splendens* Harris, 1780), mely minden nem erősen szennyezett áramló vízben megtalálható, illetve a feketelábú folyami szitakötő (*Gomphus vulgatissimus* Linnaeus, 1758). A díszes légivadász (*Coenagrion ornatum* Selys, 1850) is együtt élhet a fent említett fajokkal, ha a növényzet megfelelő számára. A széleslábú szitakötő (*Platycnemis pennipes* Pallas, 1771) ugyanezekben a helyeken szintén megmutatkozik. A csermely típusú vízfolyásokat többnyire agrárterületeken találjuk meg, ahol nagy terhelésnek vannak kitéve, ezért kifejezetten veszélyeztetett élőhelynek számítanak. Veszélyeztetető tényező az eutrofizáció, illetve a vízmennyiség csökkenése, utánpótlás hiányában (AMBRUS et al. 2018).

A síkvidéki lassan áramló vizekben egyaránt megtalálható fajok a következők: kislelkes laposacsa (*Libellula fulva* Müller, 1764), és a sárgafoltos szitakötő (*Somatochlora flavomaculata* Vander Linden, 1825), amelyek előfordulnak még tőzeges lápokban, mocsarakban (AMBRUS et al. 2018).

Az állóvízi fajok (5. ábra) tipizálását bonyolítja, hogy a területet mocsári vagy lápi növényzet boríthatja, ezért a fajegyütteseket sok esetben nem tudjuk elkülöníteni, így együtt tárgyaljuk őket.



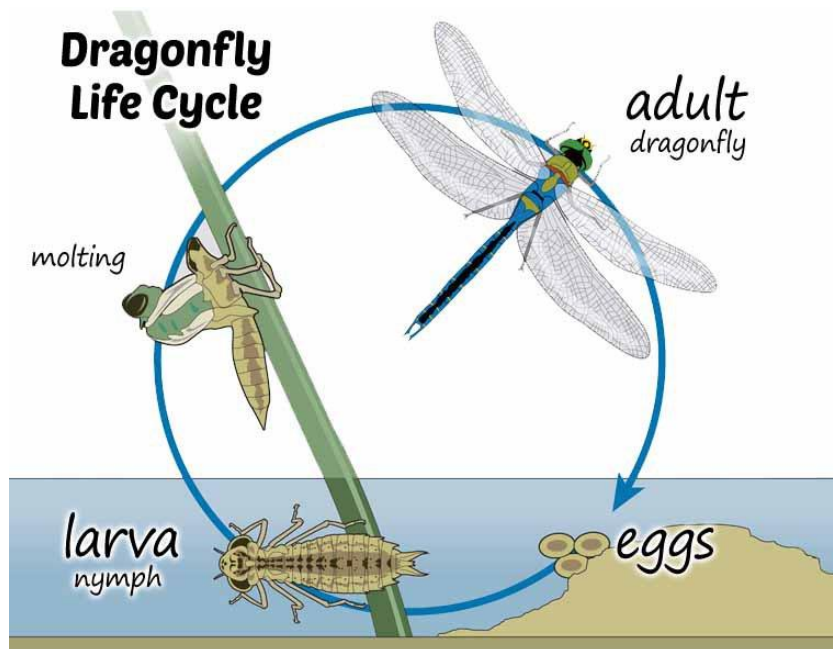
5. ábra: Kolokános holtmeder (forrás: AMBRUS et al. 2018)

Megemlítendő, hogy a leginkább degradált, valamint szennyezett élőhelyeken előforduló fajgyűttest a kéköves légivadász és a fehér farkú pásztorszitakötő alkotja. Kevésbé "igénytelen", de nagyon tömeges a kései karcsúacsa és a vörös katonaszitakötő (*Sympetrum sanguineum* Müller, 1764) is (AMBRUS et al. 2018).

3.1.2. Biológiájuk

Mivel dolgozatomban a lárvákat vizsgáltam, a lárvá stádiumot nagyobb részletességgel mutatom be.

Szinte az összes ma élő szitakötő faj megtartotta azt a tulajdonságát, hogy a lárvá vízben fejlődik, míg az imágó szárazföldi életet él. Ez alól kivételt képeznek Ausztrália trópusi esőerdőiben élő fajok egy része, amely a magas páratartalom miatt a nedves avarban is él. A szitakötők életciklusát a 6. ábrán követhetjük nyomon. A nőtény szitakötő a párzás után a petéket a tojókészülék segítségével közvetlenül a vízbe, vagy a vízben álló, vagy a víz feletti növényzet szöveteibe, esetleg a part menti talajba, mohapárnába helyezi (AMBRUS et al. 2018).



6.ábra: Szitakötők életciklusa (forrás: web 2.)

Ezeket a vízbe kerülő petéket többségben kocsonyás védőburok veszi körül, ami a védelmet és alzathoz való tapadást szolgálja. Ugyanakkor ezeket is károsíthatják apróbb állatok, például a

kétfoltos sárkányszitakötő (*Epitheca bimaculata* Charpentier, 1825) lárvája ezt kihasználva, ezeket a parazitáló élőlényeket fogyasztja (AMBRUS et al. 2018).

Az embrionális fejlődés 10-14 napot vesz igénybe, kivéve, ha közbe jön egy hosszabb nyugalmi szakasz. A tojásból kibúvó prolárva 1-2 mm nagyságú, amely már hasonlít a későbbi ragadozó megjelenéséhez, de csak a vedlésekkel alakulnak ki az imertető bélyegek. Táplálékukat kisebb rovarálcák, planktonikus ráklárva és egyéb apró állatok képezik. Ebben a szakaszban a legkritikusabb a pusztulási arány. Ha megfelelő körülményeket és táplálékot talál a lárva, néhány nap elteltével megvedlik, amit lárvális fejlődése során még jó néhányszor megtesz. A lárvális fejlődés időtartama faji sajátosság, amit a klimatikus viszonyok és egyéb tényezők jelentősen befolyásolhatnak. Előfordul kannibalizmus is a fiatal lárva között táplálékhiány esetén, míg nagyobb korban ez már nem jellemző. A lárvális életszakasz egyik fontos jellemzője, hogy az adott faj egyedei milyen állapotban töltik a téli időszakot. A fajok többsége lárva alakban tel el, tehát kora tavasszal kezdi meg a felnőtt életet. A többéves fajok, természetesen több telet is lárva alakban töltenek. A rablószitakötők és a katona szitakötők tojás alakban vészeli át a telet, és tavasszal kezdődik a lárvális élet. Egyetlen faj él Magyarországon, amely imágó formában tölti a telet, az a téli rablószitakötő (7. ábra) (*Sympecma fusca* Vander Linden, 1820) (AMBRUS et al. 2018).



7. ábra: Téli rablószitakötő kifejlett egyede
(forrás: web3.)

Az *Anisoptera* alrend fajainak fejlődése lehet 1, 2, 3 éves, vagy hosszabb, de találunk közöttük olyan fajokat is, melyek 2-3 hónap alatt befejezik lárvális fejlődésüket. A gyors fejlődésű

fajokat, imágó alakban hosszú élettartam jellemzi, így különösen alkalmasak nagy távolságok megtételére. Legismertebb ilyen fajunk a vándor óriásacsa (*Anax ephippiger* Burmeister, 1839), amely az alkalmas élőhelyeken kolóniákat alapíthat, és az egyetlen szitakötő fajunk, amelynek imágóit már Izlandon is megtalálták. A *Zygoptera* alrend fejlődése többnyire egy évet vesz igénybe, tehát évente egy nemzedék fejlődik ki. Egyes fajaik a nyár folyamán további nemzedéket hozhatnak létre, más fajok pedig részben, vagy egészben két év alatt fejlődnek ki (AMBRUS et al. 2018).

A lárvák életmódját a légcseréjük határozza meg, mivel a vízben oldott oxigént veszik fel. A kisszitakötők légcseréje az utolsó potrohszelvényen elhelyezkedő három, erekkel sűrűn átszótt, többnyire hosszúkás, levél alakú potrohfüggelékkal történik, ezzel szemben a nagyszitakötők lárvái béllégzők, potrohszelvényeik tágításával majd összehúzásával. A lárvák csak mozgó, élő táplálékot fogyasztanak, tehát obligát ragadozók. Zsákmányt ejtő szervük az alsó ajakból kialakult álarc, ami bizonyos csoportoknál eltakarja a szájszerv többi részét. A zsákmány felaprózva a tápcsatornába jut, ahol az emésztés zajlik (AMBRUS et al. 2018).

Táplálékszerzésük többnyire lesből történik, de alkalmanként aktívan keresik a táplálékot. A kisszitakötők többségben a növényzeten vagy gyökereken kapaszkodva várnak prédára. A nagyszitakötők egy részének lárvái szintén a növényzetre kapaszkodva várják a zsákmányt (*Aeshnidae*, *Libellulidae*: *Sympetrum*, *Crocothemis*, *Leucorrhinia*). Viszont vannak csoportok, amelyek előszeretettel mozognak az alzaton is (*Corduliidae*, *Libellulidae*: *Libellula*, *Orthetrum*). A folyami szitakötők (*Gomphidae*) lárvái az alzatba ásva magukat keresnek táplálékot. A hegyiszitakötők (*Cordulegastridae*) lárvái szintén a patakok alzatába ássák magukat, ahol nem mozognak és csak a szemük és potrohvégük látszik ki (AMBRUS et al. 2018).

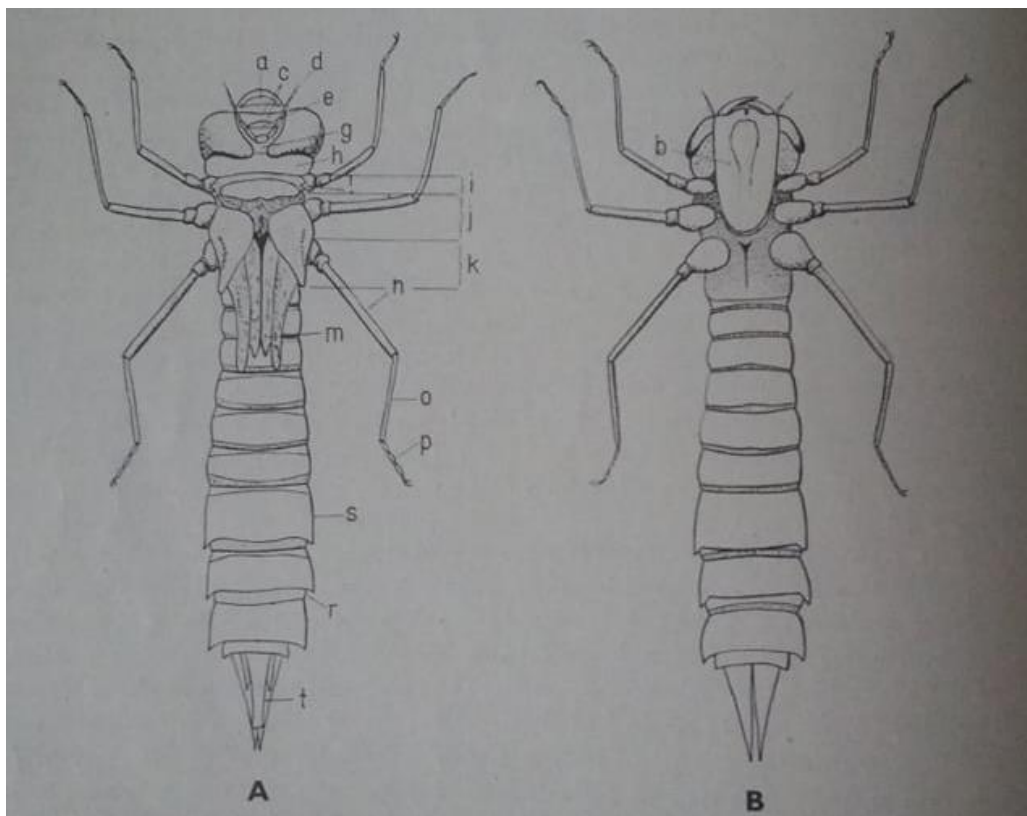
A szitakötőlárvák is táplálékul szolgálnak egyes élőlényeknek (főleg halaknak, nagyobb ragadozó rovaroknak néha madaraknak). A legtöbb faj számára a legjobb védelmet a rejtőzködés biztosítja (AMBRUS et al. 2018).

Amint közeledik az átváltozás ideje, igyekeznek megfelelő helyet keresni a kibújáshoz. Ezt a helyet vízi növényzet valamely részén vagy part közelében találják, majd a vizet elhagyva keresik meg a megfelelő helyet, amit lágyszárúak levelén, köveken, fák törzsén, akár magasabb ágain is megtalálhatnak. A magasság és a távolság megtétele fajonként változó (STEINMANN 1964).

Átváltozás után nagy, könnyen mozgatható fej jellemzi őket, amely két oldalán összetett szemek találhatók, a fejtetőn pedig három pontszem figyelhető meg. Ez a vadászatukat nagy mértékben megkönnyíti. A fejükön található még az igen rövid csáp. A lábaik alkalmasak zsákmányszerzésre és kapaszkodásra is. Szárnyaik gazdagon erezett hártyás szárnyak, amelyek repülés közben– első és a hátsó pár– egymással ellentétesen mozognak. Ez elősegíti, hogy akár hátrafelé is tudjanak repülni, vagy egyhelyben lebegni a levegőben. Hosszú potroh jellemzi őket, jól megfigyelhető külső ivarszervvel. „Az imágók tipikus repülő állatok” (BAKONYI 2003).

3.1.3.A lárva anatómiája

A szitakötők nem teljes átalakulással fejlődő rovarok. A lárva alak és kifejlett imágóvá válás között nincs bábállapot. Testükön jól megkülönböztethető a fej, tor és a potroh (STEINMANN 1964).



8. ábra: az egyenlőtlen szárnyú szitakötő lárva felépítése (forrás: STEINMANN 1964)

ábra magyarázat: A felülről, B: alulról (a=felső ajak, b=alsó ajak, c=fejpajzs, d=csáp, e=homlok, g=fejtető, h=nyakszirt, i=előtor, j=középtor, k=utótor, l=előtor oldalsó nyúlványai, m=szárnyhüvely, n=comb, o=lábszár, p=lábfej, r=oldalsó tüske, s=potrohszelvény, t=analis piramis)

Mint ahogy az ábra is szemlélteti, a fej (caput) legnagyobb részét az erősen fejlett összetett szemek teszik ki. A szemek között található a fejtető (vertex), amelyen két rövid csáp (antenna) találunk, ami csak néhány ízből áll. A fejtető előtt a homlok (frons), míg a szemek mögött a nyakszirt (occiput) van, amely fajoként más és más formájú. A homlok alatt láthatunk, egy vízszintesen elhelyezkedő két részre osztott lécet, amelyet fejpajzsnak (clypeus) nevezünk. Ezek a felsorolt részek és a felső ajak (labrum) nagymértékben hasonlítanak a kifejlett állatéra, az alsó ajak (labum) azonban eltér. Az alsó ajak erősen fejlett a többi szájrészhez viszonyítva, amely előre kiülthető ragadozó-fogószervvé alakult át. Az álarc nyugalomban a fej arci részéhez simul, s azt a szemek vonaláig, a csápokig részben vagy teljesen elfedi. Az alsó ajak négy lemezből áll. Az alaplemez (submentum) kapcsolja a fejhez, erős széles izülettel. A *Zygoptera*knál az alaplemezhez begömbült, kanálszerű, míg az *Anisoptera*knál széles, hosszú, lapos középlemez (mentum) nőtt. Az ajakvarratot az alap- és középlemez közt láthatjuk. A középlemez elülső sarkaihoz két oldallemez csatlakozik. Ezen megkülönböztetünk változatos formájú külső és belső nagy, és ezek között több apró fogat, illetve egyedülálló nagy fogat, amely az oldallemez belső pereméből ered. Az oldallemez végén véghorog van, külső peremén tüskék, fogak, serték lehetnek. Belső peremének formája változó, tehát fajoként eltér, rendszeren apró, ritkán (*Cordulegaster*) hatalmas fogakkal szabdalta. Meghatározásukban az alsó ajak sertéi, tüskéi és fogai igen fontosak (STEINMANN 1964).

Az előtor (prothorax) szabadon áll, és jól elhatárolt az egymással összefort közép (mesothorax) és utótortól (metathorax). A páros szárnyhüvelyek a közép és utótoron helyezkednek el, amelyen a szárnyak főbb erei már felismerhetők. A lábak igen jól fejlettek, tehát alkalmasak kapaszkodásra és járásra (STEINMANN 1964).

A potroh 10 szelvényből áll. A *Zygoptera* lárvákra jellemző a karcsú potroh, amely hosszú henger alakú a végén 3 trachea kopoltyú van. A trachea kopoltyúk keskeny vagy széles lemezeinek a szegélyén rövid serték és szőrök lehetnek. A lemezek közepén mindkét esetben vastag főtrachea látható, és ebből számos melléktrachea ágazik, amelyek szintén számos oldalágakat adnak le, vagy csak a kopoltyúlemez csúcsa és a pereme közelében oszlanak rövid ágakra, amely gyakoribb. Ez esetben a rendszert főtrachea törzsnek nevezzük. Az *Anisoptera* lárvák potrohának végén trachea-kopoltyú nincs, helyén 5 tüskéből álló, úgynevezett anális piramis található. A meghatározásban döntő fontosságú tüskék, tövisek az egyes potrohszelvények végén, peremén, valamint a szelvények oldal-és háti középvonalában helyezkednek el (STEINMANN 1964).

3.2. Cordulegastridae-hegyi szitakötők

A Cordulegastridae - hegyi szitakötők családja az ízeltlábúak (Arthropoda) törzsébe, a rovarok (Insecta) osztályán belül a szitakötők (Odonata) rendjébe, ezen belül az egyenlőtlen szárnyú szitakötők (Anisoptera) alrendjébe tartoznak (BODA 2015; IUCN 2019; web11.). A hegyiszitakötők családja Európa legnagyobb szitakötőfajait foglalja magába (BODA 2015; FARKAS 2013). A Fauna Europea (web 11.) adatbázisa szerint Európában a *Cordulegaster* nemzetségnek összesen 5 faja él, amelyből Magyarországon két fajuk ismert (AMBRUS et al. 2018; IUCN 2019; BODA 2015; FARKAS 2013; KOVÁCS 2006, 2004). Ezek a balkáni hegyiszitakötő (*Cordulegaster heros* Theischinger 1979) és a sötét hegyiszitakötő (*Cordulegaster bidentata* Selys 1843) (AMBRUS et al. 2018; IUCN 2019; BODA 2015; FARKAS 2013; KOVÁCS 2006, 2004).

A hegyi szitakötők (9. ábra) a hegy- és dombvidéki patakok jellemző fajai, míg a *C. bidentata* (Selys, 1843) a legfelső szakaszokon, ezzel szemben a *C. heros* (Theischinger, 1979) az alsóbb részeken található meg. Az ilyen élőhelyek jellemzője, a gyors vízfolyású köves medrek és a lassabb áramlási sebességű finomszemcsés medencék.

A földrajzi szélesség és a tengerszint feletti magasság nagyban befolyásolja a lárvális életszakaszuk időtartamát. A hegyi szitakötők akár 14 – 15 lárvastádiumon is keresztül mennek, ezért az egyik leghosszabb lárvális fejlődéssel jellemezhető család. (CORBET 2002). Európában a lárvális fejlődésük mindössze 2 – 5 évig tart. A lárvák fejlődéséhez elengedhetetlen az oxigéndús, hideg víz, amely nagyrésztben fás, árnyékolt partszakasszal van körülvéve. A lárvák a többszöri vedlés után fejlődnek imágóvá. Imágóvá váláskor a szárítkozási idejére még egy rövid ideig a közelben maradnak, ezután a lombkoronaszint közelében ragadozó életmódot folytatnak (AMBRUS et al. 2018; CSORDÁS 2009; FERRERAS-ROMERO & CORBET 1999; TÓTH 2010; 2006).

A hegyi szitakötők nagy testű és szárnyfelületű, fekete alapon sárgán foltozott szitakötők. Az imágók feje nagy, szemeik a fejtetőjükön egy pontban érintkeznek, pontszemeik közel helyezkednek el egymáshoz. Csápjaik kicsik, és az oldalsó pontszemektől távolabb erednek. Toruk sárga és fekete, torhútaikon 1-1 széles sárga foltot láthatunk. Szárnyaik üvegszerűen átlátszóak, a hím egyedeké víztiszta, míg a nőstényeké halványsárgás (AMBRUS 1992a; STEINMANN 1984).

Az arányos termetű lárvák 40-45 mm nagyságúak, szőrös testűek és lábúak. „Az alsó ajak középlemezének elülső pereme közepén kétfogú, erősen felhasadt, széthajló kitüremlés van,

oldalmezeinek belső peremén nagy fogak erednek. A páros szárnyhüvelyek szélesek, széthajlók. Az analis piramis kicsiny” (STEINMANN 1984).

A továbbiakban a fajok magyar neveit AMBRUS és munkatársai, 2018-ban megjelent könyve szerint használom.



9. ábra: *Cordulegaster heros* (bal), és a *Cordulegaster bidentata* kifejlett példánya (forrás: Ivan Chiandetti, web 4.)

Magyarországon a kezdetekben nagy problémát okozott a *Cordulegaster* fajok elkülönítése (TÓTH 2010; UJHELYI 1955).

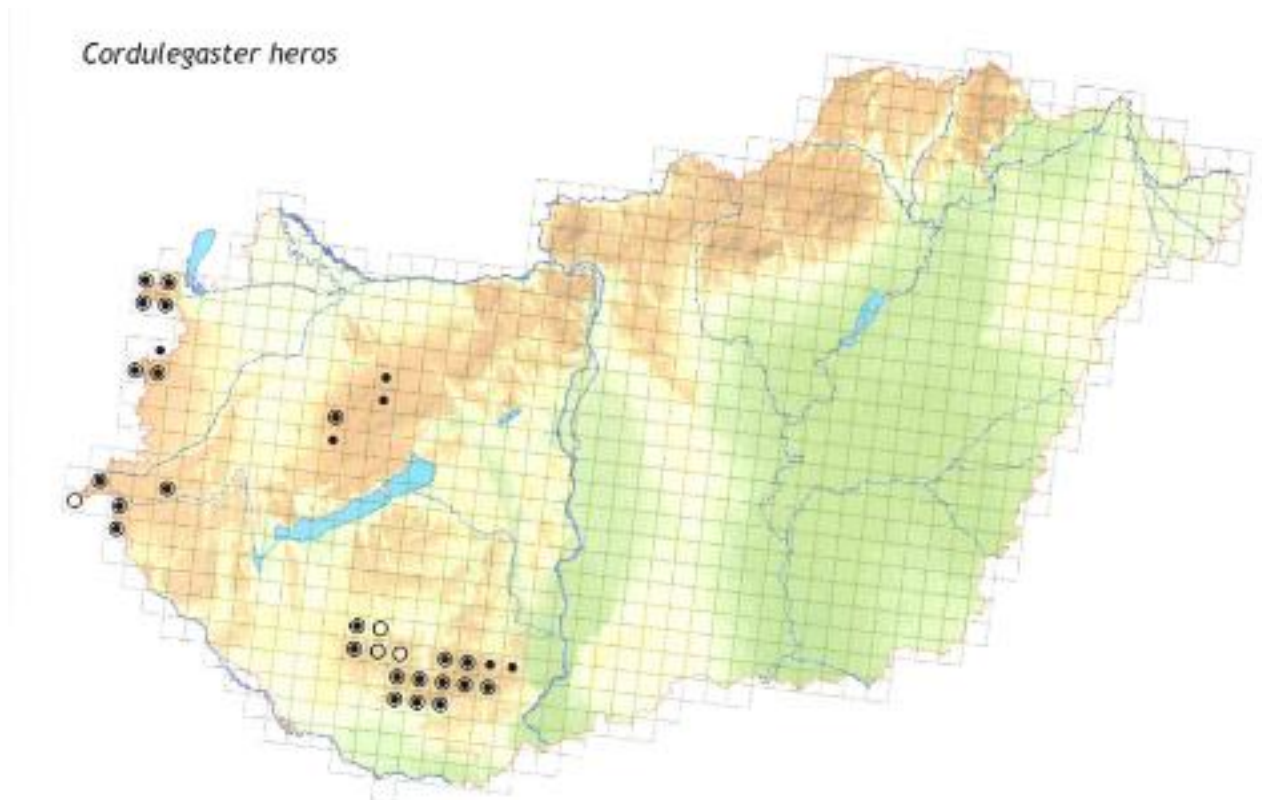
Cordulegaster bidentata (Selys, 1843) kifejlett egyedei több élőhelyről is ismertek voltak, mint például a Bakonyból, Bükkből, a Kőszegi-hegységből és a Mecsekből. Láráját a *C. heros*-sal (Theischinger, 1979) egy évben, 1992-ben csak a Kőszegi-hegységben, a Szerdahelyi-patakban tudták kimutatni (AMBRUS et al. 1992; KOVÁCS 2000, KOVÁCS et al. 2004, TÓTH 2010; 2005).

3.2.1. *Cordulegaster heros*

A *C. heros* Közép és Dél-Kelet Európában (10. ábra) endemikus fajnak számító, kis elterjedési területtel rendelkező taxon. Hazánkon kívül még Albániában, Ausztriában; Bosznia és Hercegovinában, Bulgáriában, Horvátországban, Görögországban, Olaszországban, Montenegróban, Észak-Macedóniában, Romániában, Szerbiában, Szlovákiában és Szlovéniában található meg (BODA 2015; IUCN 2019).



10. ábra: A *Cordulegaster heros* elterjedési területe (forrás: IUCN 2019)



11. ábra: A *Cordulegaster heros* hazai elterjedése (forrás: AMBRUS et al. 2018)

Hazánkban az eddigi kutatások alapján a Mecsekben, a Soproni- hegységben, az Őrségben, a Vend-vidéken, a Zselicben, a Bakonyban, és a Kőszegi- hegységben fordul elő (11. ábra), és a felmérések azt mutatják, hogy hazai elterjedése növekszik (AMBRUS et al. 2018; 1996, 1992b, KOVÁCS *et al.* 2006, 2004, TÓTH 2006a, 2004; BODA 2015; GERENCSÉR 2013).

A *Cordulegaster heros* faj adatainak magyarországi megerősítése - a fent már említett okokból - 1986-ban történt meg, amikor az addig gyűjtött más fajként határozott *Cordulegaster* egyedek revíziója megtörtént. Hazánkban kizárólag imágókra (Mecsek, Soproni-hegység, Szakonyfalu) vonatkozó adatokkal rendelkezünk, míg 1992-ben sikerült kimutatni lárva állapotban is a Mecsekben, illetve a Soproni-hegységben (BODA 2015; AMBRUS et al. 1992). A Kőszegi-hegységben 2008-ban jegyezték fel először Rozner György és munkatársai (2010). Málnás Kristóf és csapata 2015.05.06-án szintén megbizonyosodott a *C. heros* (Theischinger, 1979) jelenlétéről a cáki szakaszon (MÁLNÁS et al. 2016). A *Cordulegaster* család faji szempontból problematikus család, ezért is történtek téves leírások, a Mecsekben való előfordulásuk még más fajként lettek feltüntetve (UJHELYI 1955; STEINMANN 1959a, 1959b). Magyarországról

Ambrus et al. (1996), Kovács et al. (2004), Tóth (2004, 2006a, 2006b, 2009, 2010), Csordás et al. (2009), Rozner et al. (2010), Szivák et al. (2010), Boda (2015) és Boda et al. (2015, 2011) közöltek faunisztikai jellegű eredményeket.

A *Cordulegaster heros* (Theischinger, 1979) (12. ábra) nemcsak a *Cordulegaster* család legnagyobb faja, de Európa és ez által hazánk legnagyobb szitakötő faja is. A nemek nagysága eltér, a hím egyedek testhossza 77-84 mm, szárnyfeszítávolsága 92-102 mm. A nőstények nagyobbak, testhosszuk akár elérheti a 96 mm-t is, szárnyfeszítávolságuk pedig akár a 120 mm is lehet. A *Cordulegaster heros* (Theischinger, 1979) nőstény tehát méreteit tekintve kissé nagyobb, potroha végén pedig hosszú tojócső található. A kifejlett példány alapszíne fekete, sárga foltokkal. A szem zöld, a homlok és a fejpajzs sárga, kevésbé kiterjedt fekete mintázattal.



12. ábra: *Cordulegaster heros* imágó alakban (forrás: GERENCSÉR 2013)

A szárnyak mintázat nélküliek, az ereket és a szárnyjegy fekete. A potrohszelvények sárga gyűrűinek hasoldali szélessége közel azonos vagy nagyobb, mint a hátoldali, a gyűrűk alsó része előre felé csúsztatott. A lárva hossza 35-48 mm, testük több pontján erősen szőrözöttek, fej alsó ajak oldallemezei mélyen, szabálytalanul fogazottak, szemeik ilyenkor még keskenyek (AMBRUS et al. 2018; KOVÁCS 2017; GERENCSÉR 2013).

Repülési időszakuk június második felétől, augusztus végéig tart. A lárvák fejlődése 3-4 évet vesz igénybe, általában a vízi aljzatba ássák magukat. Élőhelyei a hegyvidéki patakok, de Magyarországon az alacsonyabb helyeken, dombvidékeken is megélnek. Fennmaradásukhoz állandó vízre van szükség, a víztér kiszáradását nem élik túl. E faj élőhelyeit leginkább az erdészeti munkák, beavatkozások veszélyeztetik (AMBRUS et al. 2018; TÓTH 2006).

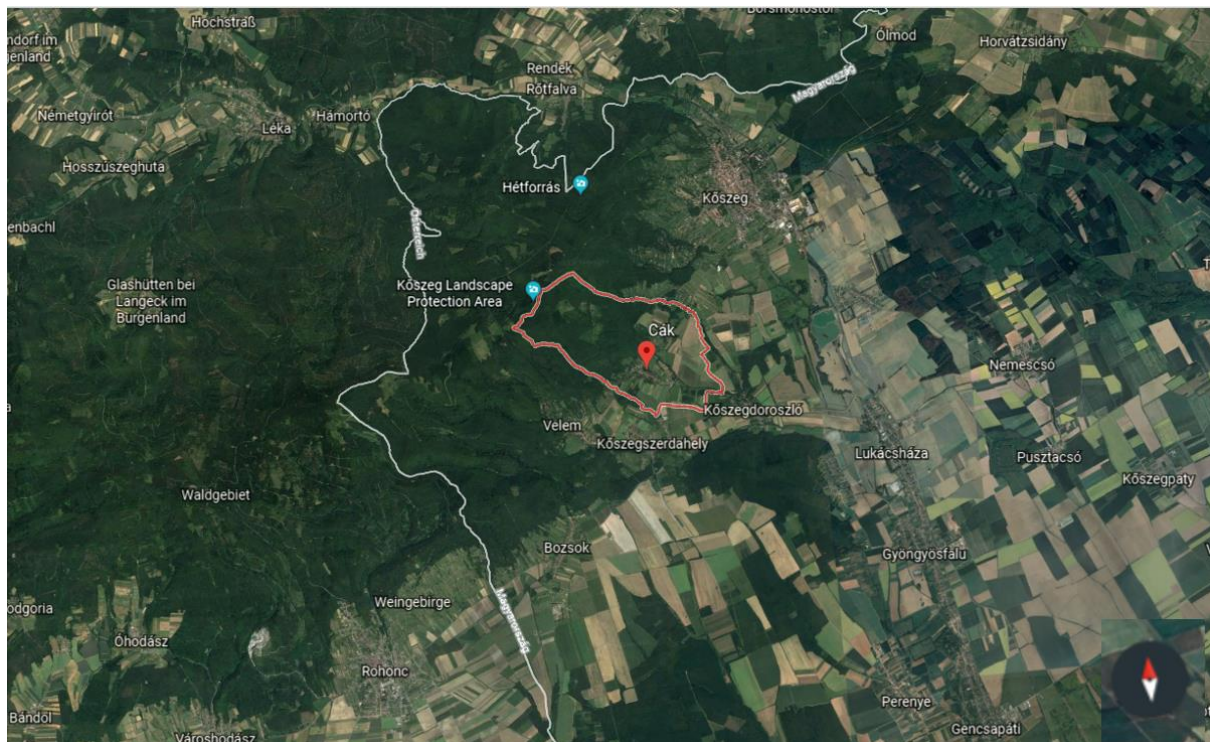
Védetté nyilvánításának éve 1993-ban történt, majd 2001-től már fokozott védelem alatt áll. A faj szerepel a Természetvédelmi Világszövetség Vörös Listáján és Natura 2000 jelölő faj is. A *Cordulegaster heros* (Theischinger, 1979) természetvédelmi eszmei értéke egyedenként 100.000 Ft. (AMBRUS et al. 2018, EC 1992; IUCN 2019; GERENCSÉR 2013; KOVÁCS et al. 2017).

4. ANYAG ÉS MÓDSZER

A *Cordulegaster heros* (Theischinger, 1979) igen specifikus igényű faj, ezért a szaporodóhelyük megőrzése elsődleges szempont. Kutatásomban ezért tartottam fontosnak a faj lárvális alakban történő vizsgálatát. A módszer és eszközök kiválasztásánál Boda Réka: *A kétcsíkos hegyiszitakötő (Cordulegaster heros Theischinger, 1979) életciklusának vizsgálata hegyvidéki vízfolyásokban: lárvális fejlődés, élőhelypreferencia és kirepülési viselkedés* (2015) című munkája szolgált alapul. A fajneveket a továbbiakban Ambrus et al. 2018-as munkája alapján használom.

4.1. Mintaterület bemutatása Kőbányai-patak

A mintavételi területem a 280-290 fős Cák településhez tartozik, amely Vas megyében helyezkedik el. (13. ábra) A község Szombathelytől 25 km-re, Kőszegtől 6 km-re, a Kőszegi-hegység keleti lábánál található.



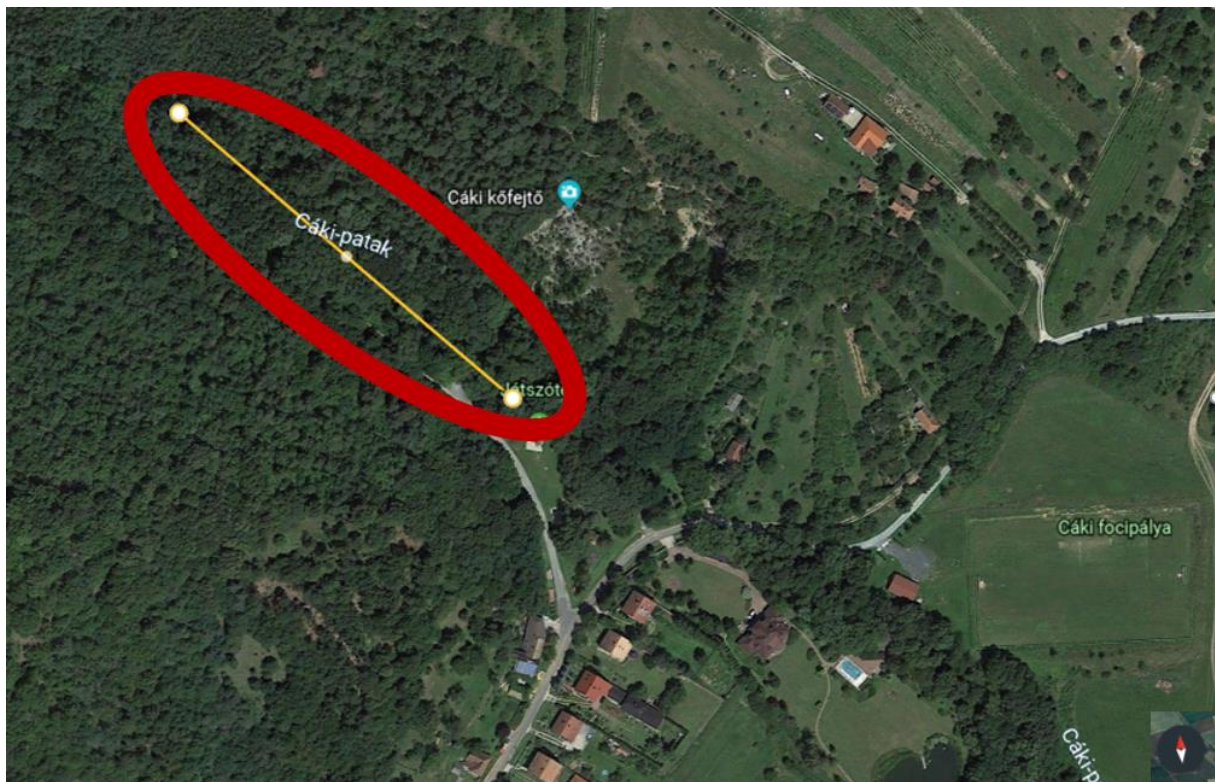
13. ábra: Cák község elhelyezkedése (forrás: GOOGLE EARTH 2019)

A Kőbányai patak az Elektromos-forrás vizeit összegyűjtő patak, mely először a cáki, majd a Kőszegdoroszlónál a Szerdahelyi-patakba folyik (KOVÁCS 2017). A vízfolyást egyik oldalról erdő veszi körül, amely a Natura 2000-es hálózat része. Másik oldalról pedig a cáki kőfejtő határolja, ahol régen konglomerátumot bányásztak. A kijelölt területem a Kőszegi Tájvédelmi körzethez tartozik. A Kőbányai-patak (13. ábra) kis vízfolyásnak számít, ingadozó vízállás

jellemzi, vízhozama általában tél végén és tavasszal a legnagyobb. Mivel az erdőrészt védelem alatt áll, a területen erdészeti munkák nem folyhatnak.

4.2. Mintaterület kijelölési módszere

A Kőbányai-patak mentén, egy 200 m-es hosszú szakaszt választottam ki a mennyiségi lárvavizsgálathoz, melyet 2016 májusától 2017 májusáig végeztem. A lárvák mintavételezését egy 200 m-es szakaszon, minden egyes időpontban újra és újra random módon kiválasztott 20 minta ponton végeztem. A patak adottságai miatt a gázló és medence jelleg elkülönítése nem volt egyértelmű. A kvadrátok méreténél figyelembe vettem, hogy azok egységesen körülbelül 2 m² nagyságúak legyenek. A mintavételi helyem első pontja a mintavételi szakasz legelső részén található, majd folyásiránnyal ellentétesen haladva jelöltem ki a többi 19 pontot.



14. ábra: Mintaterületem 200 m hosszan a Căki-patak mentén (forrás: GOOGLE EARTH 2019)

4.3. Mintavételi módszer, vizsgálat

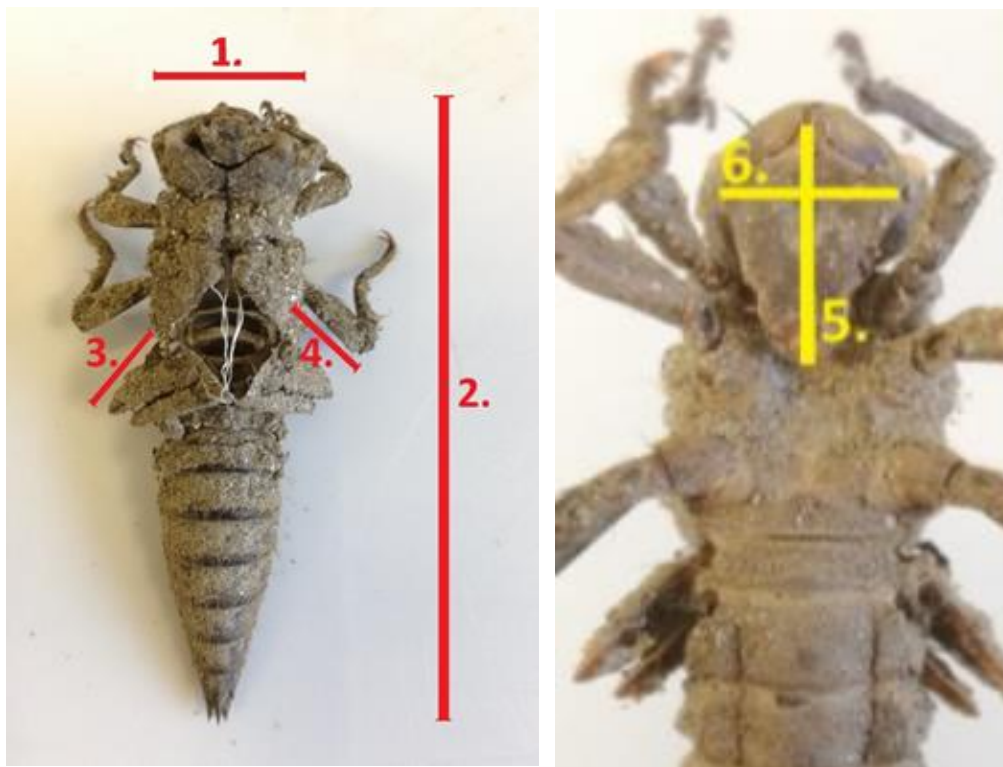
A mintavételezés a kvadrátokban, 500 μ m lyukbőségű kéziháló segítségével három percig tartott, úgynevezett „kwick and sweep” (15. ábra) módszerrel. A kimert aljzatot egy tálcába öntöttem szűrőn keresztül és utána válogattam ki a lárvákat. A kannibalizmus elkerülése érdekében több kisedényt vittem magammal, így a kisebb egyedeket elkülönítettem a nagyobbaktól.



15. ábra: Mintavételezés közben (forrás: saját kép)

A kvadrátokat az aljzat típusától függően választottam ki, így vizsgáltam iszapos, kavicsos, köves és átmeneti jellegű (köves, kavicsos, iszapos) mikrohabitatban is a lárvák fellelhetőségét. A patak nedvesített területéhez és a vízmélység méréséhez colostokot használtam, majd a vízsebesség mérését Nívus sebességmérő eszközzel végeztem, amely mérési elve Doppler jelenségen alapul.

Minden kifogott lárva (melléklet.1. ábra) esetében, a morfológiai paraméterek (16. ábra) mérését digitális tolómérővel végeztem két tized pontosságig, és a következő adatokat jegyeztem fel: fejszélesség, testhossz, szárnyhüvely hossza, labium hossza (prementum, azaz a fogóálarc hossza), mentum átmérője (fogóálarcnak), metafemur hossza.



16.ábra: Morfológiai paraméterek szemléltetése exuviumon,
 ábra magyarázat: 1. fejszélesség, 2. teljes testhossz, 3. szárnyhüvely
 hossz, 4. hátsó comb hossz, 5. álarc hossza, 6. álarc szélessége
 (forrás: KOVÁCS 2017)

A lárvák vedlésének idejét a kültakaró színének és keménységének a jellemzői alapján határoztam meg, így feljegyeztem nagyon tiszta, tiszta és piszkos, nagyon piszkos egyedeket.

Utána megállapítottam a lárva nemét, amely a 8. és 9. potrohszelvény ventrális oldalán található ivarfüggelék megfigyelésével történt. Az ivarfüggelék csak a nőstény egyedek esetében volt megfigyelhető, hímek esetében ez a szerv hiányzott (FERRERAS-ROMERO & CORBET 1999).

A lárvastádiumokat morfológiai paraméterek alapján nem könnyű elkülöníteni, Boda (2015) munkájában a szárnyhüvely hossz és a fejszélesség aránya szerint különítette el a 4 utolsó stádiumot, és a korai stádiumú lárvákat (E) a *C. heros* esetében. Az ő munkája alapján határoztuk meg az átmeneteket, határokat az egyes kategóriák között. A fejszélesség adatokat alapul véve az alábbi csoportokat különítettük el: végső stádiumú lárvák (F), utolsó előtti

stádiumú lárvák (F1), az ezeket megelőző további két stádiumú lárvák (F2, F3), és a korai stádiumú lárvák (E) kategóriába osztottam:

E: <2,8 mm

F3: 2,81 - 4 mm

F2: 4,01- 5,8 mm

F1: 5,81 - 7,5 mm

F: > 7,51mm

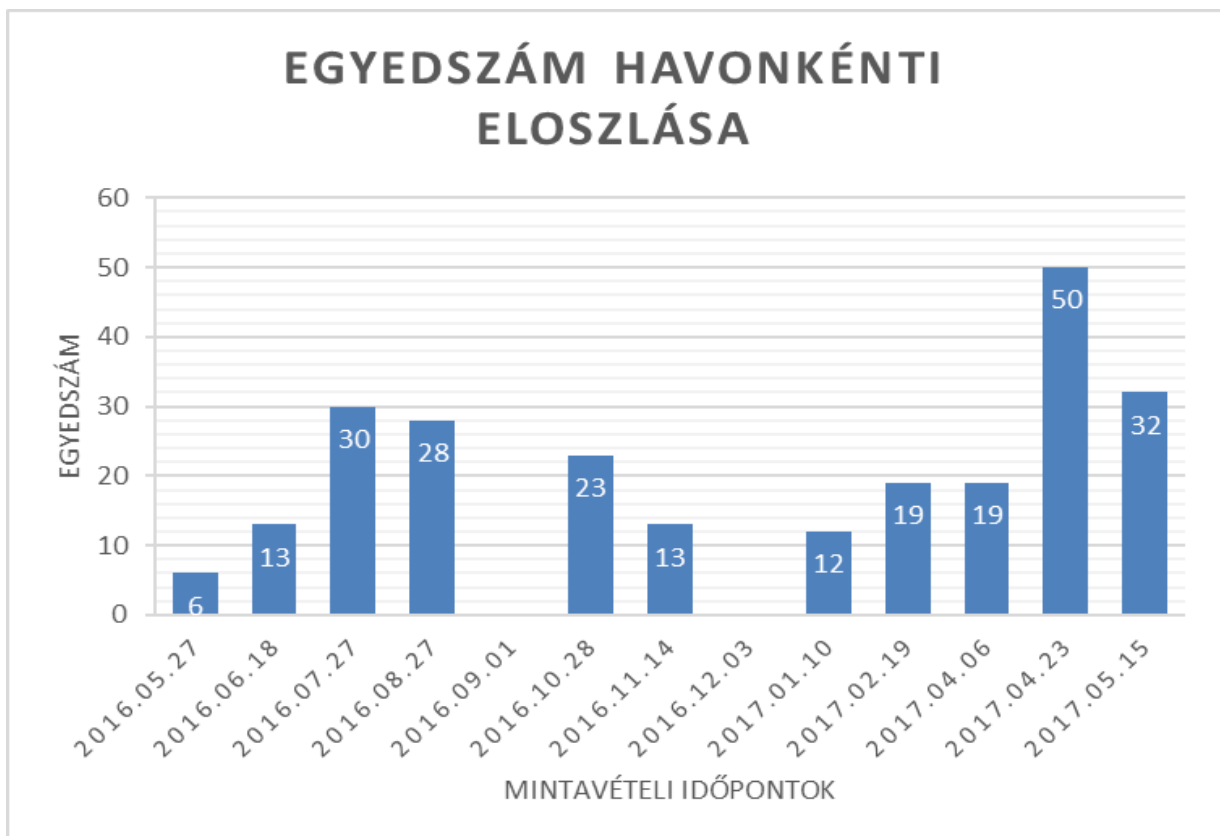
Az elemzéseimnél átlagot, szórást a Microsoft Windows Excel segítségével számoltam. További statisztikai elemzéseket a Past programcsomag (HAMMER et al. 2001) segítségével végeztem el. Illeszkedésvizsgálatra Khi²-próbát használtam, a két adatsor között szignifikáns a különbség, ha $p < 0,05$.

5. EREDMÉNYEK

A mérés egy éven keresztül zajlott a Kőbányai-patak területén (melléklet 2. ábra). A felvételt május hónapban kezdtem el, és következő év májusában fejeztem be. A szeptemberi felmérés logisztikai problémák miatt kimaradt. A decemberi adatfelvétel szintén megghiúsult, mivel befagyott a patak vize a mintaterületen. Januárban szintén időjárási okokból, csak 10 mérőhelyen tudtam felvenni adatokat, ezért az ekkor felvett értékeket feltüntettem, de nem veszem figyelembe. Összesen 245 lárvát vizsgáltam meg egy év alatt.

5.1 A lárvák havonkénti eloszlása

A lárvák havonkénti egyedszámát a 17. ábrán mutatom be. Minden időpontban, a 20 mérési ponton talált összegyedszámot ábrázoltam. A szeptemberi és decemberi hónapban, a már említett okok miatt nem volt felmérés, ezért nulla az egyedszám.



17. ábra: Egyedszám havonkénti eloszlása

A legkevesebb lárvát 2016-os év májusában találtam (6 egyed), ezt követte a januári mérés 12 egyeddel (17. ábra). Ez utóbbi esetén viszont a befagyott patak miatt csak 10 ponton tudtam

mérni 20 helyett, amit elemzéseim során szintén feltüntetek. Viszonylag magas egyed számokat kaptam júliusban (30 egyed) és a következő év májusában (32 lárva). A többi hónaphoz képest, kiemelkedően magas egyedszámot sikerült kimutatnom áprilisban (50 egyed).

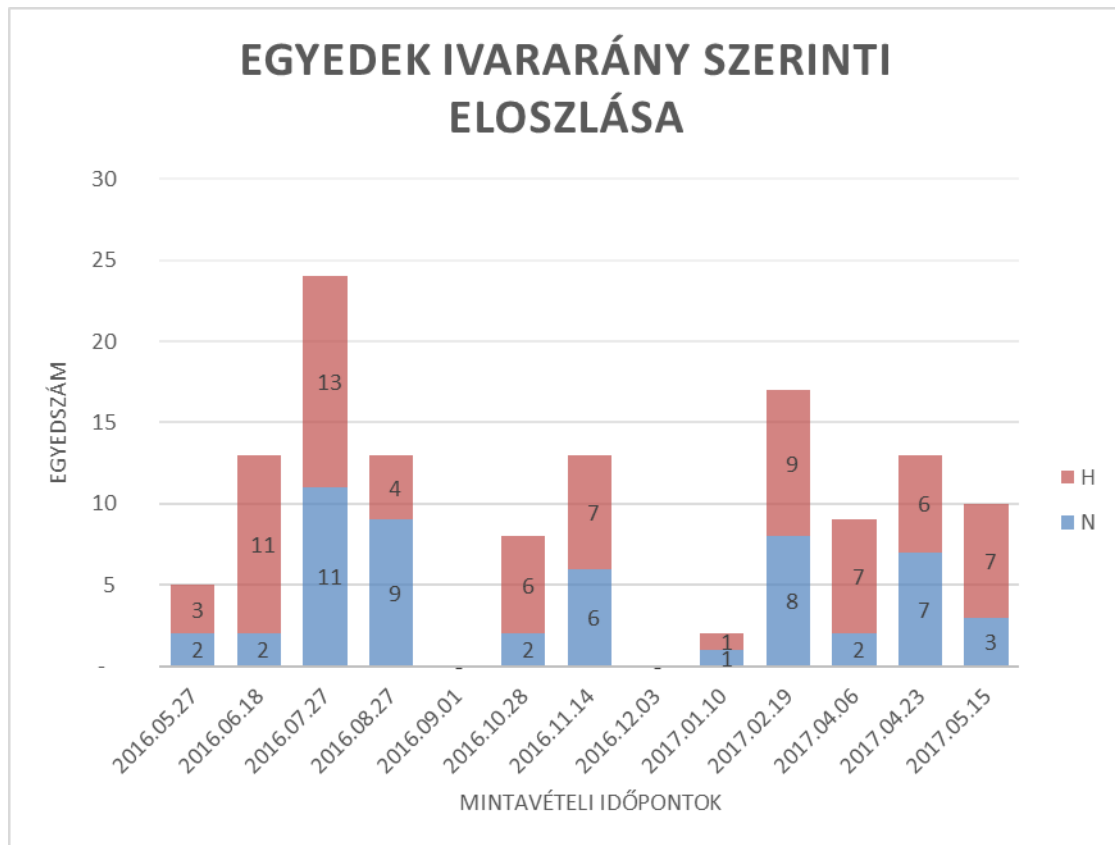
Az átlagos négyzetméterre vonatkoztatott egyedszámok 0,15 és 1,25 között alakultak (1. táblázat). A teljes mérésem során a lárvák négyzetméterre vonatkoztatott egyedszáma pedig 0,56 egyed/m² volt.

1.táblázat: Átlagos m²-re vonatkoztatott egyedszám

| | hónap | lárva/m ² |
|----|------------|----------------------|
| 1 | 2016.05.27 | 0,15 |
| 2 | 2016.06.18 | 0,33 |
| 3 | 2016.07.27 | 0,75 |
| 4 | 2016.08.27 | 0,70 |
| 5 | 2016.09.01 | 0,00 |
| 6 | 2016.10.28 | 0,58 |
| 7 | 2016.11.14 | 0,33 |
| 8 | 2016.12.03 | 0,00 |
| 9 | 2017.01.10 | 0,30 |
| 10 | 2017.02.19 | 0,48 |
| 11 | 2017.04.06 | 0,48 |
| 12 | 2017.04.23 | 1,25 |
| 13 | 2017.05.15 | 0,64 |

5.2.Lárvák ivararány szerinti eloszlása

Az ivar meghatározásnál az ivarfüggelék jelenléte vagy hiánya döntő. Ezt azonban a fiatalabb egyedeknél nem lehetett megállapítani, ezért összesen 127 lárvának határoztam meg a nemét. A különböző nemű egyedek havi megoszlását a 18. ábra szemlélteti.



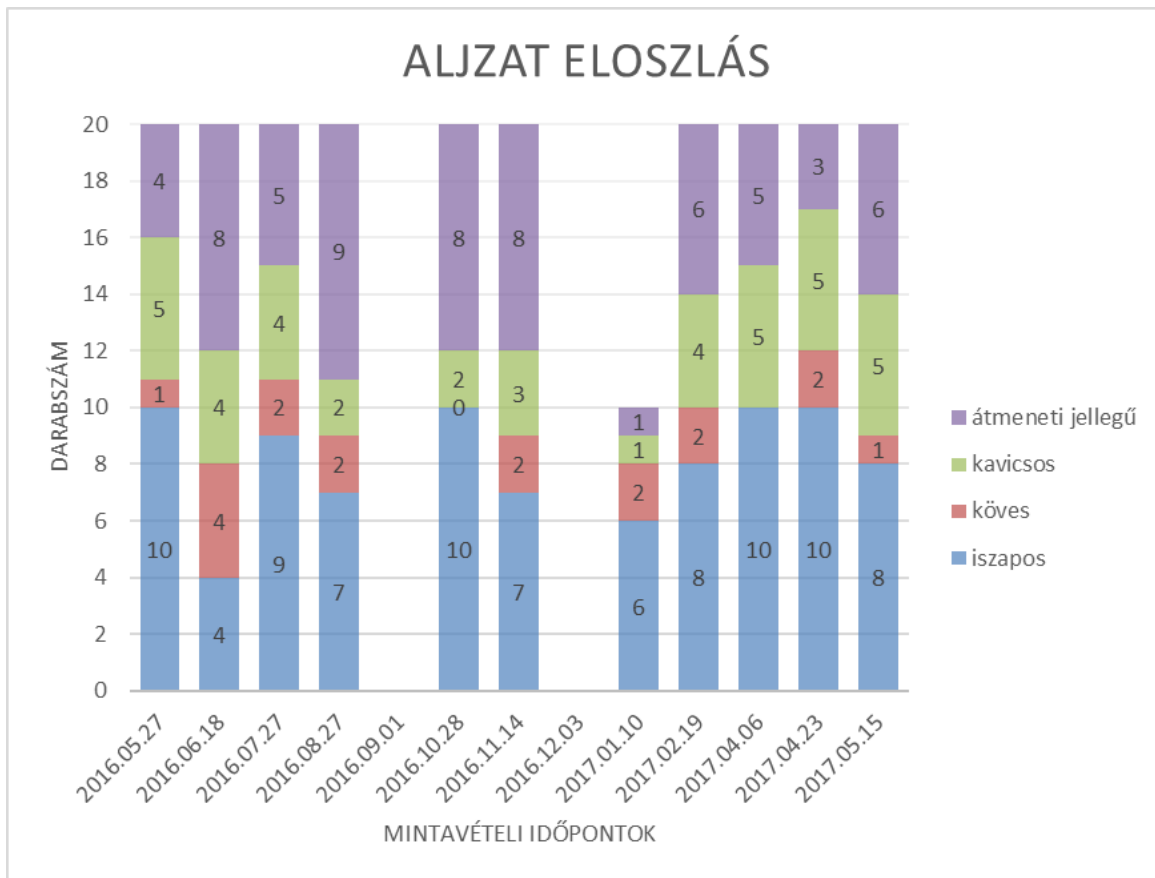
18. ábra: Ivararány szerinti eloszlás

ábra magyarázat: piros hím egyedek, kék nőstény egyedek

Összesen 53(42%) nőstény és 74 (58%) hím egyedeket sikerült kimutatni, 21 egyeddel több hím lárvét találtam, mint nőstényt, de ez nem kimagaslóan nagy eltérés, amit az elvégzett Khi-négyzet próba is igazol ($\chi^2=11,966$, $p=0,287$), azaz az ivararány lényegesen nem tér el az 1:1 aránytól.

5.3. Lárvák aljzat szerinti eloszlása

Az eddigi kutatások alapján a balkáni hegyiszitakötő a patakok alsóbb szakaszait preferálja, jól elásva magát a finomabb (iszapos) aljzatba, amely a parti fák gyökérzetét leszámítva növényzetmentes és árnyékolt. A mintavételi területemen kavicsos, köves, iszapos és átmeneti jellegű (köves-kavicsos-iszapos) mikroélőhelyeket különböztettem meg. Az első hisztogramon, az aljzat eloszlását szemléltetem a 210 mintavételi pontomon (19. ábra).

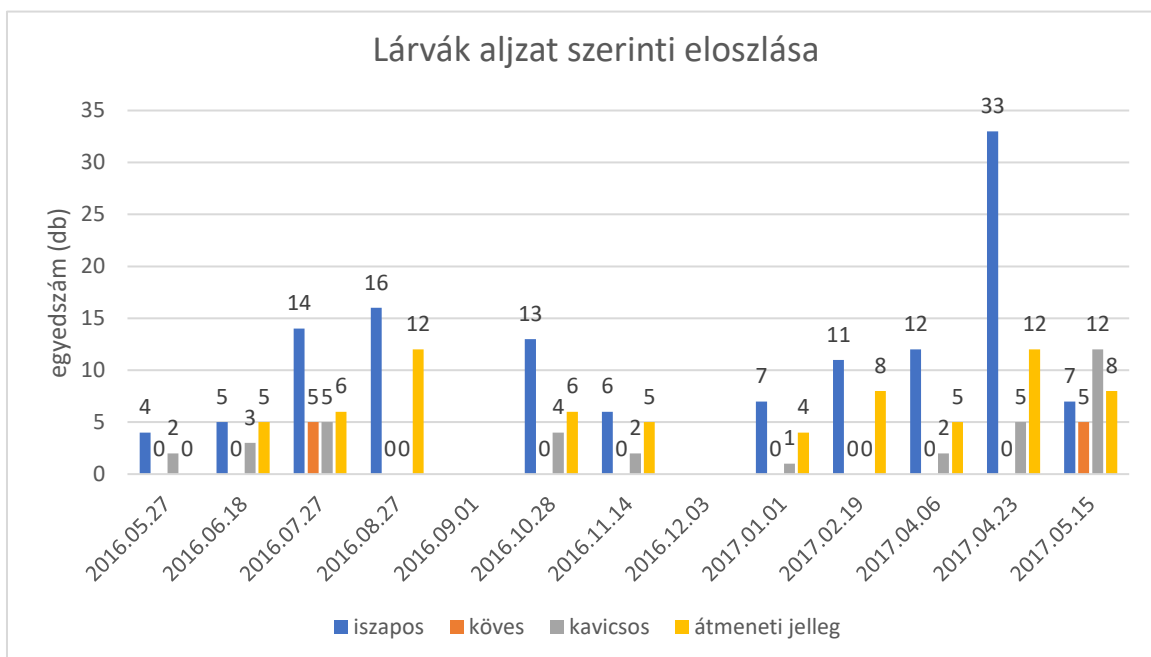


19. ábra: Aljzat szerinti eloszlás

A patak 200 m-es szakaszán random módon kijelölt kvadrátjaim 42,38%-ban iszapos, 30,00%-ban átmeneti jellegű, 19,05%-ban kavicsos és 8,57%-ban köves aljzattal rendelkeztek (20. ábra).



20. ábra: Mintaterületek aljzat típus szerinti százalékos eloszlása



21. ábra: A lárvák aljzat szerinti eloszlása

A 210 mintavételi pont alapján a lárvák aljzat szerinti havonkénti eloszlását a 21. ábrán mutatom be.

Ahogy a 21. ábrán is látható a *C. heros* az iszapos aljzatú élőhelyet preferálja jobban, 42,00%-ban itt találtam egyedeket. Ezt követi 29,00%-kal az átmeneti jellegű élőhelyek, majd 15,00%-kal kavicsos. A durvább köves helyeken csak 2016. júliusában és 2017. májusában találtam lárvákat, így az ilyen helyeken való fellelhetőségük 4,00%.

Az egész éves felmérésem során az iszapos kvadrátokban 127 egyedet, az átmeneti jellegű aljzattípusokban 71 lárvát, a kavicsos pontokon 36 egyedet, míg a köves területeken csak 10 *C. heros*-t regisztráltam. Ezt befolyásolhatta, hogy a kijelölt szakaszomon nagyobb részt iszapos aljzat volt a jellemző, ezért a következő táblázatban (2. táblázat) az átlagos m²-re vonatkoztatott egyedszámot is megvizsgáltam aljzattípusra nézve.

2. táblázat: *Egész éves aljzat típusonkénti egyedszám/m²*

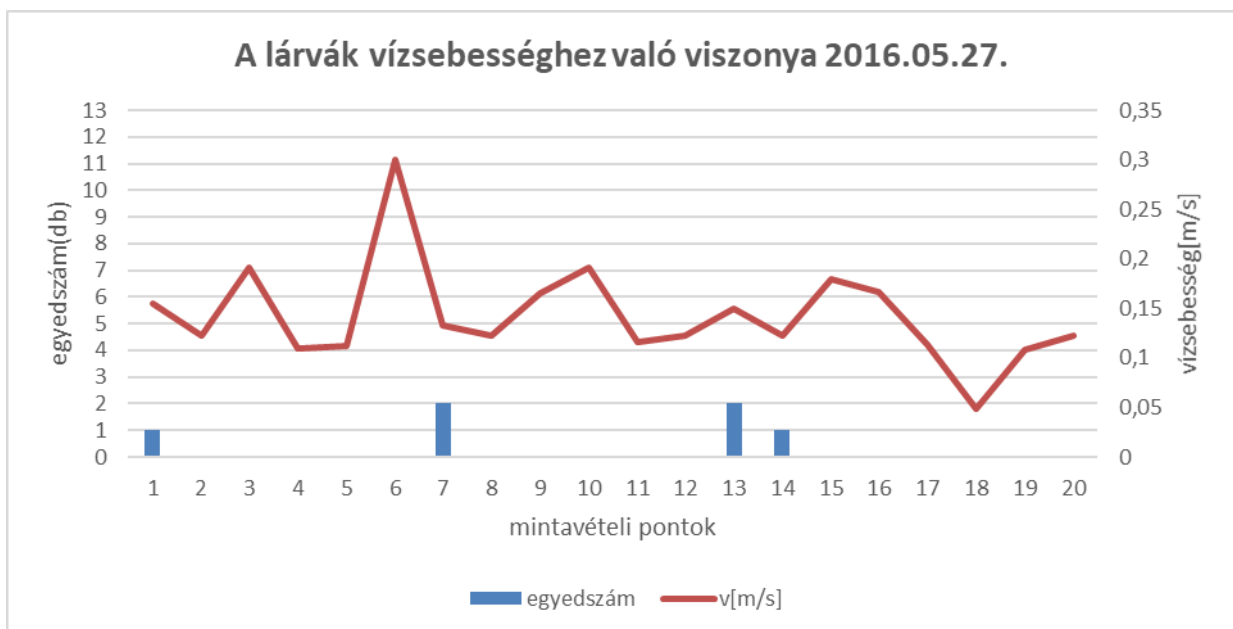
| aljzat típus | lárva/m ² |
|------------------|----------------------|
| iszapos | 0,72 |
| köves | 0,27 |
| kavicsos | 0,45 |
| átmeneti jellegű | 0,56 |

A lárvák 0,72 átlagos négyzetméterenkénti egyedszámmal vannak jelen az iszapos területeken, 0,56-tal az átmeneti jellegű helyeken, 0,45-tel a kavicsos aljzatokon, míg köves aljzaton kaptam a legalacsonyabb értéket (0,27).

5.4. A lárvák vízsebességhez való viszonya

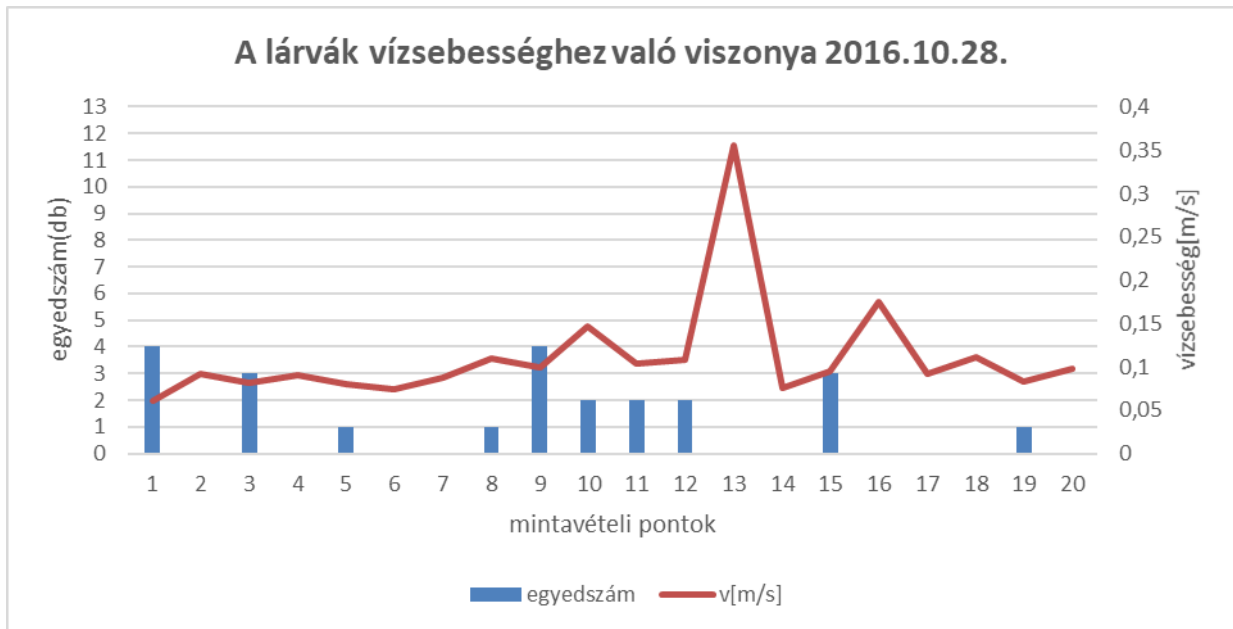
Mivel a biotikus és abiotikus tényezők fontos szerepet játszanak az élőlények előfordulásában, úgy gondoltam, hogy a vízsebesség mérésével kaphatok egy képet arról, hogy a *C.heros* (Theischinger,1979) a lassabb vagy gyorsabb áramlású élőhelyeket preferálja jobban a 200 m-es szakaszomon. A vízsebesség méréseket minden alkalommal kvadrátonként elvégeztem, de azonban részletes bemutatásra 3 időpontot (2016.májusi., 2016. októberi és a 2017.április végi mintavételezés) jelöltem ki. A választásomat az egyedszám befolyásolta.

A 22. ábrán a legkisebb egyedszámú, egyben a legelső mintavételemet ábrázoltam, amelyen az tűnik ki, hogy az egyedek 0,133 m/s-tól 0,155 m/s vízsebességgel rendelkező kvadrátokból kerültek elő.



22. ábra: A lárvák vízsebességhez való viszonya 2016.05.27-én

A 23. ábrán az októberi mérésemet mutatom be, amely a többihez viszonyítva nagyjából közepes egyedszámú mintának felel meg. Ezen az ábrán is azt lehet megfigyelni, hogy az egyedek 0,017 m/s-tól a 0,115 m/s átlagsebességű helyekről voltak kimutathatók.



23. ábra: A lárva vízsebességhez való viszonya 2016.10.28-án

A 24. ábrán a legnagyobb egyedszámmal rendelkező mérésemet mutatom be (2017. április). A lárva 0,059 m/s és 0,114 m/s vízsebesség közti kvadrátokban voltak megtalálhatóak.



24. ábra: a lárva vízsebességhez való viszonya 2017.04.23-án

A 2016. májusi időpontban 4 helyen, a 2016. októberi mérésenkör 10 helyen, míg a 2017. áprilisi felvételemkor 14 helyen találtam *C.heros* (*Theischinger, 1979*) egyedeket.

Az egész éves mérésenkör során, ahol lárva előfordult átlagosan 0,15 m/s, legmagasabb maximális áramlási sebesség 0,98 m/s volt, a legalacsonyabb érték pedig 0,03 m/s körüli sebességű volt.

5.5 Morfológiai paraméterek

A kisebb lárvák esetén a méretükből adódóan hiányosan tudtam az adatokat rögzíteni, ami a következő táblázat (3. táblázat) szórás adataiból is kitűnik.

3.táblázat: Morfológiai paraméterek az összes egyedszámba nézve

| | | |
|--------------------------|--------|-------|
| Fejszélesség (mm) | Min | 1,7 |
| | Max | 11,78 |
| | Átlag | 4,99 |
| | Szórás | 2,88 |
| Testhossz (mm) | Min | 13,67 |
| | Max | 42,41 |
| | Átlag | 19,71 |
| | Szórás | 9,28 |
| Szárnyhüvely (mm) | Min | 0,94 |
| | Max | 11,03 |
| | Átlag | 5,87 |
| | Szórás | 3,61 |
| Prementum hosszúság (mm) | Min | 0,1 |
| | Max | 11,2 |
| | Átlag | 5,23 |
| | Szórás | 2,39 |
| Mentum átmérő (mm) | Min | 1,17 |
| | Max | 8,46 |
| | Átlag | 3,96 |
| | Szórás | 1,68 |
| Metafémur (mm) | Min | 0,56 |
| | Max | 11 |
| | Átlag | 5,02 |
| | Szórás | 2,15 |

Egy éves munkám során a legkisebb lárva testhossza, amit találtam, csupán 13,67 mm volt, míg a legnagyobb 42,41 mm nagyságú volt. Fejszélességük átlagosan 4,99 mm, legnagyobb fejszélesség elérte a 11,78 mm-t, legkisebb pedig 1,7 mm volt. Szárnyhüvelyük hosszának átlaga 5,87 mm legnagyobb méretű szárnyhüvely 11,3 mm, legkisebb pedig 0,94 mm. Prementum (álarc) hosszának átlaga 5,23 mm, legnagyobb hossz elérte a 11,2 mm, a legkisebb adat 0,1 mm volt. A mentum átmérő szélességének adatai átlagosan 3,96 mm, legnagyobb adat 8,46 mm, legkisebb 1,17 mm. Végül a metafemur (comb) hosszának átlaga 5,02 mm, legnagyobb méret 11,0 mm, legkisebb pedig 0,56 mm volt.

A mérésem során 211 lárvát sikerült besorolnom E, F3, F2, F3 és F lárvastádiumba, amelyet a 4. táblázatban %-os arányban szemléltetek.

4. táblázat: Az egyes lárvastádiumok (F, F1, F2, F3, E) hónaponkénti %-os eloszlása

| lávastádium mintavételi időpontok | E | F3 | F2 | F1 | F |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| 2016.05.27 | 33,33 | 16,67 | 16,67 | 0,00 | 33,33 |
| 2016.06.18 | 0,00 | 15,38 | 38,46 | 30,78 | 15,38 |
| 2016.07.27 | 10,71 | 7,14 | 10,71 | 17,86 | 53,58 |
| 2016.08.27 | 4,36 | 47,83 | 8,71 | 30,40 | 8,70 |
| 2016.10.28 | 22,22 | 22,22 | 44,44 | 11,12 | 0,00 |
| 2016.11.14 | 0,00 | 27,27 | 18,19 | 27,27 | 27,27 |
| 2017.01.10 | 33,33 | 33,33 | 11,11 | 0,00 | 22,23 |
| 2017.02.19 | 10,53 | 26,31 | 36,84 | 15,79 | 10,53 |
| 2017.04.06 | 0,00 | 50,00 | 37,50 | 0,00 | 12,50 |
| 2017.04.23 | 30,00 | 42,00 | 4,00 | 6,00 | 18,00 |
| 2017.05.15 | 25,92 | 29,63 | 25,93 | 0,00 | 18,52 |

Az E stádiumú lárvák aránya, a talált egyedszámhoz képest 2016.májusában és 2017.januárban volt a legmagasabb. 2016. augusztusában 47,83%-ban F3 stádiumú lárvát találtam, F2 stádiumú lárvát pedig 2016. októberében írtam le a legtöbbet. 30,78%-ban 2016. júniusában regisztráltam a legnagyobb arányban az F1 stádiumú egyedeket, és F lárvastádiumú lárvákat pedig 2016 júliusában mintavételeztem.

A morfometriai paramétereket lárvastádiumonként kiszámoltam (mellékletek 1. táblázat), részletesen utolsó lárvastádium (F) morfometriai paramétereit szemléltetem. Fejszélesség alapján történt a lárvastádiumok kategorizálása, ezért itt csak az átlagos értékeket emelném ki,

az átlag 8,77 mm volt, az F lárvastádium testhossza 27,56 – 42,41 mm között változott, a szárnyhüvely 5,01 – 17,2 mm, prementum 2,62 – 11,00 mm, a mentum szélessége 2,32 – 8,46 mm, a metafemur 5,00 – 9,70 mm között változott.

6. KÖVETKEZTETÉSEK

A Kőbányai-patak cáki szakaszán való felmérésem során összesen 245 *C. heros* lárvát vizsgáltam meg, rajtuk kívül csak a *C. bidentata* lárváit találtam meg igen csekély egyedszámmal (2 egyed). Ez összhangban van a korábbi kutatások eredményeivel. A zselici felmérésben (TÓTH 2006a) kimutatták, hogy a *C. heros* (Theischinger, 1979) előfordulási helyein más szitakötők jelenléte igen szegényes, amit az addigi kutatások alapján is igazoltak (TÓTH 2006a).

Az általam egy év alatt talált 245 lárva, viszonylag erős populációnak számíthat. Ugyanis Boda (2015) értekezésében a különböző kisvizek esetén az egy mintavételi helyről egy év alatt fogott legkevesebb egyed 41 volt, míg a legmagasabb egyedszám 1152 egyed volt. Az egész adatsorral számított átlagos négyzetméterre vonatkoztatott egyedszám 0,56 volt (az egyes hónapok erősen ingadoznak 0,15 – 1,25 egyed/m²), ez a kis-közepes méretű mecseki populációk (0,17 - 4,8 egyed/m²) közé esik (Boda 2015).

A 2016. májusi végi (6 egyed) és júniusi (13 egyed) hónapban azért találhattam kevesebb lárvát, mivel a kirepülési időszak június hónapban kezdődik (AMBRUS et al. 2018; BODA 2015). Ekkor a begyűjtött lárvák többsége is már kisebb méretű volt, mint a következő évi áprilisban. A többi hónaphoz képest áprilisban talált 50 egyed kiemelkedően magas, ennek valószínűsíthető oka lehet egy hevesebb esőzés, amely a lárvákat a patak egy alsóbb szakaszára sodorhatta.

A különböző nemek aránya nagyjából egyforma (hímek 42%, nőstények 58%; 18. ábra) ez megegyezik a mecseki kutatási eredményekkel (Boda 2015). Az egyedszám (245) és az ivararány alapján úgy gondolom, hogy a cáki szakaszon stabil populáció van jelen. Mivel az ivararány megfelelő eloszlásban van és az élőhely növényzete (víztestet árnyaló fák megléte) is megfelelő a faj számára, valószínűsíthetem, hogy hasonló körülmények között az állomány továbbra is konzisztens marad.

Mind az egyedszám (245 egyed), mind az ivararány alapján a Kőbányai patak cáki szakaszán lévő populáció stabilnak tekinthető.

A lárvák aljzattípusonkénti megoszlása szerint a legmagasabb átlagos négyzetméterenkénti egyedszámmal az iszapos területeken (0,72) vannak jelen, ezt követik az átmeneti jellegű helyek (0,56), és a kavicsos aljzatok (0,45-tel), míg köves aljzaton kaptam a legalacsonyabb értéket (0,27). Ez összhangban van Boda Réka (2015) eredményeivel, ugyanis PhD

értekezésében arra az eredményre jutott, hogy a lárvák a kisebb szemcseméretű aljzattípusokat részesítik előnyben. A nagyon magas heterogenitású mikrohabitat típusokat nem preferálták az egyedek.

A saját felmérésem alapján a lárvák a 0,15 m/s átlagsebességű kvadrátokban fordultak elő, ezért megállapítottam, hogy a *C. heros* (Theischinger, 1979) lárvális alakban a lassabb vízfolyású élőhelyeket preferálja jobban. Ez alátámasztja azt a feltételezésemet is a mérésemből adódóan, hogy a *C. heros* (Theischinger, 1979) az iszapos aljzatú élőhelyeket részesíti előnyben. Az aljzat összetételét és szemcseméretét nagy mértékben befolyásolja a vízsebesség, mivel a lassú áramlási sebesség a finom szemcséket nem mossa ki az adott szelvényből, míg a gyors sebesség köves aljzatot eredményez. Ugyan Lang (2011) és munkatársai (Ausztria), mérésében 0,26 m/s-os áramlási sebességnél találta a legtöbb lárvát, de ő is megállapította, hogy a *C. heros* lárvák mintegy 23%-a valóban 0 – 0,11 m/s áramlási sebességű mikrohabitatokban fordultak elő.

A 2017. április végi mérésben pedig a lárva testhosszak (36-40 mm nagyságúak) is bizonyítják, hogy a következő hónapban valószínűleg megkezdik a kirepülést.

Boda (2015) kutatásaiban a legkisebb megfogott egyed testhossza 3 mm volt, míg a legnagyobb regisztrált lárva nagysága 43 mm. A saját felmérésemben a legkisebb egyed viszont már elérte a 6,75 mm-t. Ennek egyik oka lehet a mintavételi hiba (bár ennek kis valószínűségét látom, mert az általam használt kézi háló lyukbősége csak 0,55 mm volt, ellenben Boda (2015) 1 mm nagyságút használt, esetleg az aljzatot nem elég mélyen „kavarhattam fel”, illetve a tálcán is jól áttúrtam az aljzatot), másfelől a csapadékos időjárási viszonyok miatt a kisebb egyedek elsodródhattak a mintavételi területemről. Harmadik okként a kannibalizmust említeném meg, mivel tápanyagellátás hiányában ez nem ritka jelenség a szitakötőknél (VAN BUSKIRK 1989), tehát a nagyobb lárvák felfalták a kisebbeket.

Boda (2015) mérései alapján, a lárvastádiumok csoportosításánál más eredményre jutottam. Ennek egyik oka lehet, hogy csak fejszélesség alapján kategorizáltam az egyedeket. Korai stádiumú lárvákat (33,33) 2016.májusában és következő év januárjában találtam, amely ellentmond Boda (2015) kutatásával, viszont ennek oka lehet, hogy míg én egy patakban végeztem a vizsgálatot, ő 8 különböző patakban végezte el a méréseket. A másik ok, hogy az ő 2562 egyedével szemben én 245 lárvát regisztráltam. A végső stádiumú lárvák esetén is ellentmondást találok, mert Boda (2015) a mérésében december és április között találta a lárvákat a legnagyobb arányban, míg én a júliusi és a 2016.májusi hónapokban.

7. A C. HEROS ÁLLOMÁNYÁT VESZÉLYEZTETŐ TÉNYEZŐK

A kijelölt mintaterületem a faluhoz közel található (melléklet.3. ábra), ezért az emberi behatás mértéke magas, folyamatos bolygatásnak van kitéve. Mivel a szitakötők érzékenyen reagálnak az élőhelyváltozásra, ezért az antropogén hatások nagy mértékben befolyásolhatják a populáció eloszlását.

Az antropogén hatások közé tartozik az eltaposás veszélye, illetve az egyedek gyűjtése, hobbiállat etetése céljából.

Természetes folyamatok is gyakran hatnak kedvezőtlenül, amely az emberi tevékenységek hatására fokozódott. Ez alatt a szélsőséges időjárási viszonyokra gondolok, amely akár a csapadékmennyiség erős ingadozásában nyilvánul meg. A kevés lehullott csapadék miatt a területen szélsőségesen ingadozó vízjárás alakulhat ki, ami a mikrohabitat megváltozásával is járhat, és kedvezőtlenül hat a *C.heros* (Theischinger,1979) állományra. A balkáni hegyiszitakötő a mederanyagba beásva magát át tudja vészelné az időszakos kiszáradást, de hosszabb távon el is tűnhet a területről.

Megemlítendő még az árnyaló faállomány megléte, mivel a vízből kimászó lárvák nagyjából a fákat részesítik előnyben a kirepüléshez (BODA 2015; BODA et al.2015a,b; GERENCSÉR 2013). Az árnyékoló állomány eltávolítása a kirepülési sikerességen kívül, a víz felmelegedését okozhatja vagy akár a vízfolyás átmeneti kiszáradáshoz is vezethet aszályos időszakban, amely szintén a populáció eltűnéséhez vezethet.

A lágyszárúak és fásszárúak károsításán kívül még a szemetelés és az illegális hulladéklerakás is problémát okoz. Az eldobott szemétből/hulladékból szennyező anyagok kerülhetnek a talajba, ezáltal nem csak a talaj minősége degradálódik, de a felszín alatti és felszín feletti vizek minősége is romlik.

A terület nem csak emberi hanyagságnak van kitéve, hanem vadkárral is számolnia kell. A Kőbányai-patak cáki szakaszán érzékelhető a túsás, taposás, rágás kedvezőtlen hatása, ezáltal a mikrohabitat sérülése. A növényzet letaposása és fiatal csemeték megrágása özek jelenlétére utal, ezáltal csökkentve az aljnövényzetet, a diverzitást, amely nagyban befolyásolja a kirepülési sikerességét (BODA 2015; BODA et al.2015a,b). Túlnyomórészt azonban vaddisznók járják a területet, és túsásukkal megváltoztatják a mikrohabitat szerkezetét, ezáltal csökkentve a megfelelő mikroélőhelyek számát.

8. TERMÉSZETVÉDELMI KEZELÉSI JAVASLAT

A szitakötők érzékenyen reagálnak az élőhelyváltozásra, ezért indikátor fajnak nevezzük őket. A *Cordulegaster heros* (Theischinger, 1979) faj kevés egyedszámú és sérülékeny populációval rendelkezik, ezért fokozott odafigyelést igényel vízgazdálkodási, erdészeti és tájhasználati szempontból. Az utóbbi években egyre jobban érzékelhető az ilyen kis patakoknál az antropogén tényezők kedvezőtlen hatása. Ezen káros tevékenységek ellensúlyozására több figyelmet kellene fordítani.

Mivel a *C. heros* (Theischinger, 1979) faj életéhez elengedhetetlen a víztér jelenléte, ezért a kisvízfolyások vízutánpótlását biztosító forrásokat kiemelten kell védeni, megcsapolását csökkenteni, mivel így kimerülhetnek a vízfolyások tartalékai. A lakossági vízkivétellel nem csak a patakmederben fellépő esetleges vízhiány következhet be, hanem az élőhely teljes ökológiai rendszerét károsíthatja. Továbbá még kerülendő a környezetük kiépítése, minimalizálni kell a zavarást, illetve a szakaszok feldarabolódását.

A feltöltések, mederrendezések megszüntetik azokat a részeket, amelyek a lárvális élet szakaszában elengedhetetlenek (megszűnnek a lassabb folyású üledékes szakaszok), így ezek alkalmazását kerülni kellene.

Erdőgazdálkodás szempontjából törekedni kell az erdőállomány borítottságának fenntartására, a patakok legalább 50 méteres körzetében, mivel a lárvák akár 10 m-t is megtehetnek a kirepülés miatt.

A területem a Kőszegi Tájvédelmi Körzethez tartozik, turisták, kirándulók is látogatják a helyet és ezáltal szemtelésnek is kitett az élőhely.

Egyes szakaszokon, vagy időszakokban ajánlanám a turizmus korlátozását. A *C. heros* (Theischinger, 1979) faj a tiszta, nem szennyezett vizet preferálja, ezért a patak partján szemtelést csökkenteni kellene. Több hulladékgyűjtő kihelyezésével csökkenteni lehetne ezt a mennyiséget.

Fontosnak tartom a gyerekek környezettudatos nevelését, felvilágosítását például túrák által, vagy az iskolákban tartott előadásokkal, illetve felnőttek számára is látogatható környezettudatos rendezvények meghirdetésével népszerűsíthető a környezet- és természettudatosság.

Továbbá javaslom a *C. heros* (Theischinger, 1979) lárváinak két-háromévenkénti feltérképezését, illetve kelési időszakban az exuviumok vizsgálatát, mivel így átfogó képet

kaphatunk a populáció változásáról, élőhelyigényeiről, és megelőzési intézkedéseket tehetünk a faj fennmaradása érdekében.

9. ÖSSZEFOGLALÁS

Dolgozatomban a Kőszegi-hegység lábánál elhelyezkedő Cák község kisvízfolyású patakja mentén végeztem a Magyarországon fokozottan védett balkáni hegyiszitakötő (*Cordulegaster heros* Theischinger, 1979) lárvális szakaszának és élőhely preferenciájának vizsgálatát.

Terepi felméréseimet egy éven át, havi rendszerességgel végeztem. A patak 200 m-es kijelölt szakaszán alkalmanként 20 random mérési ponton felmértem a lárvák morfológiai jellemzőit, és élőhelypreferenciájukra (pl. aljzat típus, patak áramlási sebessége) vonatkozó paramétereket.

Felmérésem során átfogó képet kaptam a *Cordulegaster heros* (Theischinger, 1979) faj élőhelypreferenciájáról és morfológiai jellemzőiről.

A Kőbányai-patak cáki szakaszán összesen 245 lárvát találtam, amelynek ivararány eloszlása is megfelelő, tehát ezen a szakaszon stabil populáció van jelen.

A mintavételi pontokban a lárvák eloszlása különböző volt, azonban nagyrészt az iszapos aljzatú élőhelyeket preferálták (42,00%). Az elemzéseim során megállapítottam, hogy a mintaterület lassabb folyású (0,1 m/s) szakaszán a *Cordulegaster heros* (Theischinger, 1979) nagyobb mennyiségben fordult elő.

Dolgozatomban igyekeztem feltárni az élőhelyet veszélyeztető tényezőket, továbbá kezelési javaslatokkal is tettem.

A *C. heros* (Theischinger, 1979) fokozottan védett természetvédelmi helyzete miatt a jövőben aktívabb védelmet igényel, kellő figyelmet kell fordítani az élőhelye megfelelő használatáról.

Fontosnak tartom, hogy a már meglévő adatsort további elemzésekkel bővítsük, illetve a jövőben további vizsgálatok (pl.: többváltozós statisztikai elemzések) és kutatások legyenek (pl.: éghajlattal való összefüggés), ugyanazon mintavételi helyen különböző években, akár több patakszakaszon, egyazon évben, ezáltal is kiegészítve és így bővítve az eddigi tudásunkat.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szakedolgozatom elkészüléséhez sokaknak tartozom köszönettel.

Elsősorban köszönettel tartozom barátnőmnek, Papp Juditnak a terepi felmérésben való segítségéért.

Hálás köszönettel tartozom konzulenseimnek, Szita Renátának és Dr. Tóth Viktóriának a tanácsokért, kritikáért, az adatok kiértékelésében nyújtott segítségükért.

Végül köszönettel tartozom Szüleimnek, Testvéremnek, Barátaimnak, akik biztatása, anyagi és lelki támogatása nagymértékben hozzájárult szakdolgozatom sikeres megvalósításához.

IRODALOMJEGYZÉK

Nyomtatott irodalom

AMBRUS A. - DANYIK T. - KOVÁCS T. - OLAJOS P. (2018): Magyarország szitakötőinek kézikönyve. Magyar Természettudományi Múzeum, Hermann Ottó Nonprofit Kft., Budapest

AMBRUS A. - BÁNKUTI K. - KOVÁCS T. (1996): Lárva és imágó adatok Magyarország Odonata faunájához. – Odonata – stadium larvale 1:51-68

AMBRUS A. - BÁNKUTI K. - KOVÁCS T. (1992a): Adatok a magyarországi Cordulegaster fajok lárvainak anatómiájához (Odonata). - Folia Historico-naturalia Musei Matraensis 17: 177-178

AMBRUS A. - BÁNKUTI K. - KOVÁCS T. (1992b): A Kisalföld és a Nyugat-Magyarországi peremvidék Odonata faunája. Tanulmányok 2. Győr-Moson-Sopron megyei múzeumok kiadványa, Győr

BAKONYI G. (2003): Állattan. Mezőgazda Kiadó, Budapest

BENCSECS A. (2019): Tájékoztató Vas megye természetvédelmi helyzetéről. Agrárügyi és Környezetvédelmi Főosztály – Környezetvédelmi és Természetvédelmi Osztály, Szombathely

BODA R. (2015): A kétsíkös hegyiszitakötő (*Cordulegaster heros* Theischinger, 1979) életciklusának vizsgálata hegyvidéki vízfolyásokban: lárvalis fejlődés, élőhelypreferencia és kirepülési viselkedés. PhD értekezés, kézirat, Pécsi Tudományegyetem Biológiai és Sportbiológiai Doktori Iskola, Pécs

BODA R. – BERECSKI CS. – PERNECKER B. – MAUCHART P. – CSABAI Z. (2015a): Life history and multiscale habitat preferences of the red listed Balkan Goldenring, *Cordulegaster heros* Theischinger, 1979 (Insecta: Odonata), in South-Hungarian headwaters: does the species have mesohabitat-mediated microdistribution? – Hydrobiologia, 760(1): 121-132.

BODA R. – BERECSKI CS. – ORTMANN-AJKAI A. – MAUCHART P. – PERNECKER B. – CSABAI Z. (2015c): Emergence behaviour of the red listed Balkan Goldenring (*Cordulegaster heros* Theischinger, 1979) in Hungarian upstreams: vegetation affects the last steps of the larvae – Journal of Insect Conservation 19(3): 547-557.

- BODA R. – ROZNER GY. – CZIROK A. – SZIVÁK I. – CSABA Z. (2011): New data on the distribution of *Cordulegaster heros* Theischinger, 1979 in Mecsek mountains and its surroundings. *Acta Biologica Debrecina-Supplementum Oecologica Hungarica* 26: 21–28.
- CORBET, P. S. (2002): Stadia and growth ratios of Odonata: a review. *International Journal of Odonatology* 5(1): 45–73.
- CSORDÁS L.- FERINCZ Á.- LŐKKÖS A.- ROZNER GY. (2009): New data on the distribution of Large Golden Ringed Dragonfly (*Cordulegaster heros* Theischinger, 1979) (Odonata) in Zselic hills. – *Natura Somogyiensis* 15: 53–56.
- DÖVÉNYI Z. (SZERK. 2010): Magyarország kistájainak katasztere. MTA Földtudományi kutatóintézet, Budapest pp. 345-347.
- FARKAS J. (2013): Állatrendszertani gyakorlatok. Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kar, Budapest, pp.114
- FERRERAS ROMERO M. – CORBET, P.S. (1999): The life cycle of *Cordulegaster boltonii* (Donovan, 1807) (*Odonata: Cordulegastridae*) in the Sierra Morena Mountains (southern Spain). – *Hydrobiologia* 405: 39–48.
- GERENCSÉR N. (2013): A hegyi szitakötő – *Cordulegaster bidentatus* és a ritka hegyi szitakötő – *Cordulegaster heros* (*Odonata*) élőhelyhasználata a Kőszegi-hegység területén. Nyugat - magyarországi Egyetem Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet, Diplomadolgozat, kézirat Sopron
- HAMMER, Ø.- HARPER, D. A. - RYAN, P. D. (2001). PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia electronica*, 4(1), 9.
- Ivan C.- Chiara D. B.- Tiziano F. (2013): *Cordulegaster heros* theischinger, 1979, a new species for the fauna of the province of Udine, north-eastern Italy (Odonata, Cordulegastridae). *Boll. Mus. St. Nat. Venezia*, 64: 21-27
- KLAAS-DOUWE B. DIJKSTRA (2006): *Field Guide to the Dragonflies of Britain and Europe*, British Wildlife Publishing Ltd
- KRISKA GY. (2003): *Az édesvizek és védelmük*. Műszaki könyvkiadó, Budapest, pp.37-38.
- KOVÁCS T. – AMBRUS A. – DANYIK T. – OLAJOS P. (2017): Magyarország szitakötőinek Vörös Listája és faunisztikai bibliográfiája (Odonata). – *Folia Historico-naturalia Musei Matraensis* 41: 25–58

- KOVÁCS T.- AMBRUS A.- JUHÁSZ P. (2006): Lárva és exuvium adatok Magyarország Odonata faunájához II. – Folia Historico-naturalia Musei Matraensis 30: 167–179.
- KOVÁCS T.- AMBRUS A.- JUHÁSZ P. – BÁNKUTI K. (2004): Lárva és exuvium adatok Magyarország Odonata faunájához. – Folia Historico-naturalia Musei Matraensis 28: 97–110.
- KOVÁCS, T. (2000): Két ritka rovar a Mátrából: *Cordulegaster bidentatus* Sélys, 1843 és *Diura bicaudata* (Linnaeus, 1758) (Insecta: Odonata, Plecoptera). – Folia Historico-naturalia Musei Matraensis 24: 129–131.
- KOVÁCS T. (2017): *Cordulegaster heros* és a *Cordulegaster bidentata* populációinak kelési mintázat vizsgálata a Kőszegi- és Soproni-hegységben, Soproni Egyetem Geoinformatikai-, Erdőfeltárási- és Vízgazdálkodási Intézet, Szakdolgozat, kézirat Sopron, pp.28
- MARKOVICS T. (1994): A Kőszegi-hegység természetföldrajzi képe. In.: BARTHA D. szerk.: A Kőszegi hegység vegetációja. Erdészeti és Faipari Egyetem, Kőszeg-Sopron pp. :6-12.
- MÁLNÁS K.- MÜLLER Z.- SZABÓ T.- KISS B. (2016): Data to the Ephemeroptera, Odonata and Trichoptera fauna of the Kőszeg Mountains. - Folia Historico-naturalia Musei Matraensis 40:39-44
- ROZNER GY. - LŐKKÖS A. – FERINCZ Á. (2010): Preliminary studies on the distribution of Large Golden Ringed Dragonfly (*Cordulegaster heros* Theischinger, 1979) and Golden Ringed Dragonfly (*Cordulegaster bidentata* Sélys, 1843) in the Kőszeg-mountains. Folia Historico-naturalia Musei Matraensis 34:37-40
- SCHMIDT D. (2017): Natura 2000 fenntartási terv. Silva Naturalis Kft. Sopron, pp. 5-6.
- STEINMANN H. (1984): Szitakötők-Odonata. In: Fauna Hungariae V/6.-Akadémiai Kiadó, Budapest, pp.76-81.
- STEINMANN H. (1964): Szitakötő lárvák. In: Fauna Hungariae, V/7.-Akadémiai kiadó, Budapest
- STEINMANN H. (1959a): Magyarországi szitakötők repülési idejének vizsgálata. – Folia entomologica hungarica 12: 37–59
- STEINMANN H. (1959b): Szitakötők magyarországi elterjedésének vizsgálata. – Folia entomologica hungarica 12: 427–460.
- SZIVÁK I. – DEÁK CS. – KÁLMÁN Z. – SOÓS N. – MAUCHART P. – LŐKKÖS A. – ROZNER GY. – MÓRA A – CSABAI Z. (2010): Contribution to the aquatic macroinvertebrate fauna of the Mountains Mecsek with the first record of *Limnius opacus* P.J.W. Müller, 1806 in

- Hungary. – Acta Biologica Debrecina Supplementum Oecologica Hungarica 21: 197– 222.
- TÓTH S. (2010): A Dunántúli-dombság és környéke szitakötő faunája. – Natura Somogyiensis 16. Kaposvár
- TÓTH S. (2009): Gyűrűfű szitakötő (Odonata) faunája a Biodiverzitás Napok gyűjtései alapján. – Natura Somogyiensis 13: 77–80.
- TÓTH S. (2006a): A ritka hegyiszitakötő (*Cordulegaster heros Theischinger, 1979*) előfordulása a Zselicben. Natura Somogyiensis, 9: 141-144.
- TÓTH S. (2006b): A Mecsek szitakötői (Odonata). – Folia comloensis 15: 35–42
- TÓTH S. (2005): A Bakonyvidék és a Balaton-medence szitakötő-faunája (Insecta: Odonata). A Bakony természettudomány kutatásának eredményei 29: 7-8.
- TÓTH S. (2004): Komló környékének szitakötő-faunája, III. A mecsekpölöskei horgászto szitakötői (Odonata). – Folia comloensis 13: 79–86.
- UJHELYI S. 1955: A Természettudományi Múzeum magyar gyűjtőktől származó közép-európai szitakötő gyűjteményének faunisztikai adatai. – Folia entomologica hungarica 8: 17–44.
- VAN BUSKIRK J. (1989): Density-dependent cannibalism in larval dragonflies. – Ecology 70(5): 1442–1449.

Internetes források

web 1: <https://inside.nku.edu/row/macroidvertebrates.html> megtekintve: 2019.10.16.

web 2: www.industrious.info/23/02269-dragonfly-life-cycle.html megtekintve: 2019.10.16.

web 3: www.izeltlabuak.hu/faj/teli-rabloszitakoto megtekintve: 2019.10.17.

web 4 : <http://legivadasz.hu/cordulegaster-bidentata-hegyi-szitakoto/#jp-carousel-4891> megtekintve: 2019.10.17.

web 5: <http://maps.iucnredlist.org/map.html?id=158700> megtekintve: 2019.10.17.

web 6: GOOGLE EARTH (2019): <https://www.google.hu/intl/hu/earth/> megtekintve: 2019.11.04.

web 7: JANE BAKER (2019): <https://slideplayer.com/slide/14695905/> megtekintve: 2019.10.24.

web 8: NATURA 2000: www.natura2000.hu megtekintve:2019.10.24.

web 9: EC (1992): Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. megtekintve: 2019.11.08.

web 10: IUCN (2019): <https://www.iucnredlist.org/species/158700/5263990> megtekintve: 2019.11.08.

web 11: https://fauna-eu.org/cdm_dataportal/taxon/fd6113b0-34a2-4d9b-a6c7-ac361ff665d4 megtekintve: 2019.11.09.

MELLÉKLETEK



1. ábra: C. heros lárvális alakban (forrás: saját felvétel)



2. ábra: Mintaterületem cáki szakasza (forrás: saját felvétel)



3. ábra: *A mintaterületemtől pár m-re található játszótér egy része (forrás: saját felvétel)*

1. táblázat: Az egyes lárvastádiumok morfológiai paramétereinek értékei

| fejszélesség (mm) | | | | |
|------------------------------|------------|------------|--------------|---------------|
| | Min | Max | Átlag | Szórás |
| F | 7,80 | 11,78 | 8,79 | 0,80 |
| F1 | 5,85 | 7,25 | 6,63 | 0,45 |
| F2 | 2,95 | 5,70 | 4,57 | 0,67 |
| F3 | 2,87 | 4,00 | 3,33 | 0,38 |
| E | 1,70 | 2,80 | 2,29 | 0,26 |
| testhossz (mm) | | | | |
| | Min | Max | Átlag | Szórás |
| F | 27,56 | 42,41 | 35,53 | 4,46 |
| F1 | 22,00 | 35,00 | 27,88 | 3,71 |
| F2 | 11,50 | 26,87 | 18,55 | 3,51 |
| F3 | 9,86 | 31,20 | 14,63 | 3,44 |
| E | 3,80 | 36,20 | 10,75 | 4,89 |
| szárnyhüvely (mm) | | | | |
| | Min | Max | Átlag | Szórás |
| F | 5,01 | 17,20 | 9,54 | 3,04 |
| F1 | 3,00 | 9,93 | 6,10 | 2,10 |
| F2 | 0,96 | 15,17 | 3,48 | 2,85 |
| F3 | 1,00 | 9,20 | 2,65 | 2,40 |
| E | 0,94 | 12,95 | 6,30 | 5,53 |
| prementum (mm) | | | | |
| | Min | Max | Átlag | Szórás |
| F | 2,62 | 11,00 | 8,40 | 1,79 |
| F1 | 3,30 | 11,20 | 6,68 | 1,88 |
| F2 | 0,10 | 7,30 | 4,72 | 1,29 |
| F3 | 2,00 | 7,55 | 3,73 | 0,95 |
| E | 1,50 | 10,00 | 3,08 | 1,75 |
| mentum szélesség (mm) | | | | |
| | Min | Max | Átlag | Szórás |
| F | 2,32 | 8,46 | 6,33 | 1,06 |
| F1 | 3,67 | 7,01 | 5,21 | 0,97 |
| F2 | 2,45 | 4,75 | 3,63 | 0,61 |
| F3 | 2,99 | 9,35 | 4,52 | 1,15 |
| E | 1,17 | 5,60 | 2,17 | 1,00 |
| metafemur (mm) | | | | |
| | Min | Max | Átlag | Szórás |
| F | 5,00 | 9,70 | 7,75 | 1,30 |
| F1 | 4,00 | 11,00 | 6,41 | 1,36 |
| F2 | 2,99 | 9,35 | 4,52 | 1,15 |
| F3 | 0,56 | 6,35 | 3,40 | 0,86 |
| E | 2,00 | 9,50 | 3,02 | 1,64 |