

## Adatok a kőszegi Alsó-erdő egy fiatal tőzegmohás lápoltjának algaflórájához

BANCSÓ Sándor

Jurisich Miklós Gimnázium, H-9730 Kőszeg, Hunyadi u. 10.; bancso.sandor@outlook.com

### Contributions to the algal flora of a recently-formed peat moss bog near Kőszeg (W Hungary)

**Abstract** – The Alsó-erdő peat bog near Kőszeg has undergone a significant transformation since its first mention in the literature. In addition to the original single patch, a smaller one appeared a few decades later. The process did not stop and a third unit, discussed here, was formed. The succession of its macrovegetation towards the typical peat moss association started slowly but surely, due to balanced water regime and other optimal environmental conditions. The process is more advanced for the algal vegetation, which shows the characteristics of peat bogs already. The high species diversity found makes the habitat highly valuable itself. Although a special, unique algal species has not been found in previous studies, 27 Desmidiáles taxa listed as endangered occur sometimes with high density and make the habitat even more valuable. Based on our results, the area deserves special attention both from the habitat conservation and research point of view. At the same time, its further monitoring can provide crucial information for exploring and understanding the succession of similar habitats, and thereby for their more efficient protection.

**Keywords:** algal community, climate change, Desmidiáles, saprobity, *Sphagnum*, succession

**Összefoglalás** – A kőszegi Alsó-erdő tőzegmohás lápja első említése óta jelentős átalakuláson ment keresztül, az eredendően összefüggő egyetlen folt mellett néhány évtizeddel később megjelent egy újabb, kisebb kiterjedésű is. A folyamat nem állt le, ennek eredménye az itt tárgyalt harmadik egység kialakulása, ahol a jobb, kiegyensúlyozottabb vízgazdálkodásának, és az egyéb optimális környezeti adottságoknak köszönhetően lassan, de biztosan elindult a makrovegetáció szukcessziója a tipikus tőzegmohás láp társulás irányába. Ugyanez a folyamat a terület algavegetációjában lényegesen előbbre tart, mondhatni, az algaflóra összetételében már a tőzegmohás lápok jellemzői mutatkoznak meg. A tapasztalt relatív magas diverzitás az élőhely értékét már önmagában is jelentőssé teszi, és ugyan különleges, unikális algafaj az eddigi vizsgálatok során sem került elő, a veszélyeztettként nyilvántartottak közül mintegy 27 faj képviselőinek (valamennyi a Desmidiáles rendből) esetenként egészen nagy egyedszámú előfordulása ezt csak növeli. Mindezek alapján a terület megérdemli a fokozott figyelmet mind élőhelymegőrzési, mind kutatási szempontból, egyúttal további monitorozása hasznos információval szolgálhat a hasonló élőhelyek szukcessziós folyamatainak feltárásához, megértéséhez, és ezen keresztül hatékonyabb védelmükhöz.

**Kulcsszavak:** algaközösség, járommoszatok, klímaváltozás, *Sphagnum*, szaprobitás, szukcesszió

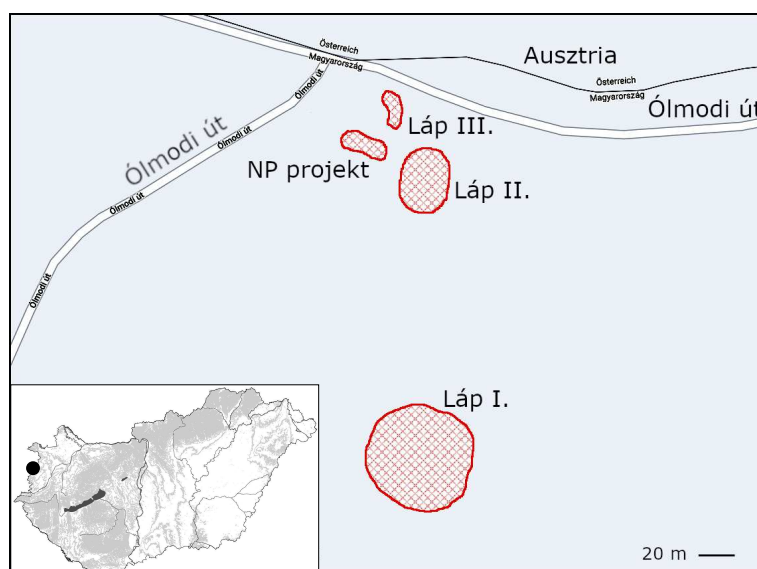
### Bevezetés és célkitűzés

Az elmúlt évtizedekben tapasztalható, a klímaváltozással összefüggésbe hozható meteorológiai anomáliák, mint a hőmérséklet-emelkedés, valamint a csapadék mennyiségének drasztici-

kus csökkenése, jelentős kihatással voltak egyebek között vizes élőhelyeink állapotára. E tekintetben fokozottan érintettek azok a területek, amelyeknél a vízutánpótlás kizárólagos forrása a csapadék. Közéjük tartoznak azok az „ex lege” védett tőzeglápok is, amelyek száma és kiterjedése napjainkra egyéb hatások, több esetben emberi beavatkozás eredményeként eleve drasztikusan csökkent. Ilyen a Kőszeg melletti Alsó-erdő átmeneti lágja is.

### Történeti áttekintés

A nevezett terület az országhatár közvetlen közelében, az Ólmodi út mellett található. Létezéséről 1931-ig mit sem tudtunk. Az bizonyos, hogy a hazai tőzeglápokat feldolgozó korabeli munkák, mint például a témában 1915-ben megjelent összefoglaló kötet (LÁSZLÓ 1915), nem említik, így kora sem ismert pontosan. Felfedezése Kascsák (Szege) Ödön nevéhez köthető (BARTHA & MARKOVICS 1994), s rögtön népszerű kutatási célponttá vált. Elsőként megindul a terület vegetációjának vizsgálata (Soó 1934, ZÓLYOMI 1939), s már a kezdetekkor kiderült, hogy szerény kiterjedése ellenére tőzegmoha állománya hazai viszonylatban az egyik legfajgazdagabb (7 faj). A társulások azonosítása mellett elkészült a lágterületnek és környékének vegetációtérképe is (ZÓLYOMI 1939). Kutatások folytak egyéb, leginkább zoológiai területeken is (kerekesférgék, fonálférgék, poloskák). Ebből az időszakból származik a lág algaflórájával foglalkozó máig egyetlen munka is (PALIK 1938). Az ezt követő időszakban több évtizedre feledésbe merül az Alsó-erdő lágja, amiben nyilván jelentős szerepe van a terület határsávövezetté nyilvánításának, illetve az ebből fakadó elzártágnak, ugyanakkor nem kizárt, hogy éppen ennek köszönheti fennmaradását. Az „újrafelfedezés” csak a rendszerváltást követően történik meg, s rögtön megindulnak azok a kutató-feltáró vizsgálatok, amelyek a terület védetté nyilvánítását célozzák, sikerrel (BARTHA & MARKOVICS 1994, MARKOVICS 2005). S ekkor derül ki (SZÖVÉNYI 1997), hogy a már korábbról ismert lágfolt (későbbiekben I-es lág) közelében, valószínűleg a közeli út építésével kapcsolatos földmunkák révén mesterségesen kialakított mélyedések egyikében egy újabb tőzeges lágfolt jelent meg (későbbiekben II-es lág). Ennek korát akkor 8–10 évre becsülték, jelenleg mintegy 35 éves lehet, így fiatal koránál fogva kiváló mintaterület a lágvegetáció szukcessziójának vizsgálatához.



1. ábra A vizsgált terület elhelyezkedése, és az Alsó-erdő tőzegmohás lágfoltjai  
**Fig. 1** Location of the study area, and the peat moss bogs near Kőszeg

## Aktuális állapot

Mindkét területen a kutatások elsődlegesen a makrovegetációra koncentráltak és koncentrálnak ma is, hogy képet alkothassanak az elmúlt évtizedekben bekövetkezett változásokról. Döntő fontosságúak ezek az információk a láp fennmaradása, illetve a megőrzését célzó beavatkozások hatékonysága szempontjából. A megfigyelések szerint – és a korabeli munkák (Soó 1934, ZÓLYOMI 1939, PALIK 1938) is erről számolnak be – a láp hasonló típusú társaival együtt a vegetációs időszak jelentős részében gyakorlatilag teljesen kiszáradt. Ugyanakkor az átlaghoz képest alacsonyabb hőmérséklettel és erősen savanyú talajadottságokkal megtámogatott regenerációs potenciáljának köszönhetően eddig, ha kisebb szerkezeti módosulásokkal is, de mindig „talpra állt”, túlélve nem csak a víz hiánya okozta stresszt, de a vadkárosító hatásokat is.

Az utóbbi években a helyzet kezdett kritikussá válni. A jelentkező vízhiány mértéke, valamint ezen időszakok hossza jelentősen megnőtt, így a regenerációs folyamatok lelassultak, s az látszik, hogy az okozott vadkárt is egyre kevésbé tudja tolerálni az élőhely. Ennek köszönhetően született döntés először a II-es láp, majd az I-es láp kerítéssel történő védelméről – utóbbi kiépítése jelenleg folyamatban van.

A 2020-as év különösen extrémnek bizonyult. A csapadékhiányos tél után már kora tavasszal a kiszáradás jelei voltak megfigyelhetők mindkét területen, és egészen késő ősziig az idősebb lápfoltban egyáltalán nem, a kisebb, fiatalabb lápterületen pedig a nagyobb nyári esőket követően mindössze néhány napig csekély mennyiségben volt jelen nyílt víz. Több tűzeges folt környezetében a talaj vízkészlete olyan szintre csökkent, hogy megindult a mohapárnák száradása. De sokat elárul az a tény is, hogy 2020-ban elmaradt a keskenylevelű gyapjúsás (*Eriophorum angustifolium* Honck.) virágzása.

A folyamatok irányának feltárására, a várható problémák kezelésére már történtek korábban is előkészületek. Az Órségi Nemzeti Park munkatársai 2015-ben a Vas megye védett természeti területeire kidolgozott élőhely-rekonstrukciós program keretében a II-es lápfolt közelében egy mesterséges lapályt alakítottak ki, amelynek vízellátását egy automata vízkiemelő rendszer végzi, biztosítva a többé-kevésbé folyamatos vízutánpótlást. A cél az optimális környezet megteremtése volt egy tűzeglápképződési folyamathoz, ahol vizsgálhatók a lápi szukcesszió jellemzői, s egyúttal a majdan kialakuló élőhely vegetációja egyfajta biztonsági tartalékként adhatna háttérrel a természetes társak számára a megújuláshoz. Öt év elteltével a vegetáció szintjén lápképződésre utaló jelek egyelőre nem tapasztalhatók. Ennek oka lehet többek között a víz magas ionkoncentrációja (TDS helyenként 220 ppm felett, ami a lápfoltokban mérhetőnek közel tízszerese), valamint a gyengén lúgos tartományba eső pH-ja (helyenként 8,5). Ebben szerepe lehet a talajmunkálatoknak (bolygatás), valamint a tározóban felgyülemelő víz kilúgozó hatásának. A jelenlegi állapot leginkább egy reverz szukcessziós fázisra emlékeztet: hasonló faji összetétel, amelynek elemei egyrészt közönséges, esetenként agresszív inváziós fajok (*Solidago gigantea* Aiton, *Juncus effusus* L., *Juncus conglomeratus* L., *Molinia arundinacea* Schrank, *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth), a lápterületek degradációja során figyelhető meg. Mindezek ugyanakkor kiválóan demonstrálják a makrovegetáció meglehetősen nagy tehetetlenségét a környezeti változásokat illetően. Hatékonyabb információforrás lenne egy nagyobb érzékenységgel bíró és gyorsabb reagálóképességgel rendelkező rendszer, mint például az algaközösségek, amint azt több tanulmány is igazolja (B-BÉRES & BAJOMI 2020). Az élőhely-rekonstrukciós projekt ugyan egyelőre nem váltotta be a hozzá fűzött reményeket, viszont volt egy nem várt, de nagyon kedvező „mellékhatása”. Nevezetesen, ezen terület talajának folyamatos víztelítettsége nagyban hozzájárulhatott ahhoz, hogy a tőle északra mindössze néhány méterre levő, minden bizonnyal korábban ugyancsak az útépítési munkálatok során, valószínűleg sóder kitermeléssel mesterségesen kialakított, de

némileg alacsonyabb térszínen levő mélyedésben mindvégig, a száraz időszakban is megmaradt a víz. Ennek kémiai jellemzői is ideálisnak bizonyultak a tőzegmohák térhódításának megindulásához. Mostanra ezen a mindössze kb. 30 m<sup>2</sup>-es területen 4 nagyobb tőzegmohás folt jött létre már eddig több faj, javarészt *Sphagnum fallax* és *Sphagnum palustre* közreműködésével (későbbiekben III-as lép) (1. ábra). Egyúttal megteremtődtek a feltételek az algák megtelepedéséhez, amihez forrásként a mohákhoz hasonlóan a közeli lápterületek szolgálhattak, lehetőséget teremtve ezzel, több mint 80 év után ismételten, némileg talán hiánypótló jelleggel algológiai vizsgálatok megkezdéséhez.

## Anyag és módszer

### A vizsgált terület

A kérdéses terület a II-es lép és a rekonstrukciós zóna közvetlen szomszédságában, mintegy középük ékelődve, az Ólmodi úttól néhány méterre található, az út felől mindössze néhány erdei fenyő takarja. A II-es lép kerítésétől ugyancsak erdei fenyves zóna választja el, a nyugati-északnyugati oldala emberi beavatkozásnak köszönhetően fátlan, sőt, a kavicsal elegyes agyagos talaj jelentős részét egyáltalán nem fedi növényzet (47.40583° N, 16.56472° E, 335 m.a.s.l.).

Vegetációjában sok, leginkább a rekonstrukciós élőhellyel közös faj található, különösen a vízi növényzet tekintetében, ami nem meglepő, hiszen korukat tekintve nem lehet nagy különbség közöttük. Ilyen egyebek között a *Juncus effusus*, amelynek jelenléte relatíve alacsony vízmélységre utal, a *Juncus articulatus*, az *Alisma plantago-aquatica* L., és jelentős térfoglalással a *Typha latifolia* L. A *Potamogeton natans* L. előfordulása csak itt volt detektálható, és a *Glyceria fluitans* (L.) R. Br., valamint a *Dryopteris dilatata* (Hoffm.) A. Gray néhány példánya is innen került elő. A marginális zónában a *Carex acutiformis* Ehrh. elegendik a partról behúzó-dó *Molinia arundinacea* egyedekkel. Ez utóbbi jelentősebb egyedszámban *Calluna vulgaris* (L.) Hull foltokkal és *Agrostis stolonifera* L.-val alakít ki mozaikos mintázatot a parti régióban. Ez az együttes a lágyszárúak szintjén jellemzően lápi fajokat a tőzegmohákon kívül alig tartalmaz. Valójában nem tekinthető kialakult cönózisnak, inkább csak a szukcessziós folyamat egy stádiumaként létrejött társuláskezdeménynek. Ebben a folyamatban viszont mindenképpen előbbre tart, mint kísérleti szomszédja, amit a főként az északi szegletben megfigyelhető kisebb cserjés állományt alkotó *Frangula alnus* Mill. és fiatal *Populus tremula* L., valamint *Pinus sylvestris* L. egyedek mellett megjelenő *Salix aurita* L. és *S. cinerea* L. is alátámaszt, és a *Molinio–Juncetum* és *Salici cinereae–Sphagnetum recurvi* társulási mozaik felé tendáló folyamatot valószínűsíti. A kérdés, hogyan vélekednek minderről az algák.

### Alkalmazott módszerek

A vizsgálatok 2020. április elején kezdődtek, a mintavételi pontok (1–4., a *Sphagnum* foltokban) kitűzésével (2. ábra). Ezt követően minden hónapban legalább egy, esetenként több alkalommal történt mintavételezés minden ponton a vízből merítéssel, az aljzatról, valamint a növényzet szubmerz felületeiről, illetve a tőzegpárnákból facsarással. A minták nem kerültek tartósításra, a mikroszkópos vizsgálatok rendszerint 24, esetenként 48 órán belül megtörténtek. Minden begyűjtött mintából minimum 40, maximum 60 preparátum készült. A felvételek technikai hátterét egy Motic B Series trinokuláris mikroszkóp 4×, 10×, 40× és 60× objektívvel, valamint egy Zeiss trinokuláris mikroszkóp 10×, 20×, 40× Neofluar objektívvel, illetve egy 40× Neofluar Ph2 fáziskontraszt rendszerrel biztosították. Mindkét eszköz kameraadapterekkel felszerelt, amiken keresztül alaphelyzetben egy-egy 5 megapixeles Os-

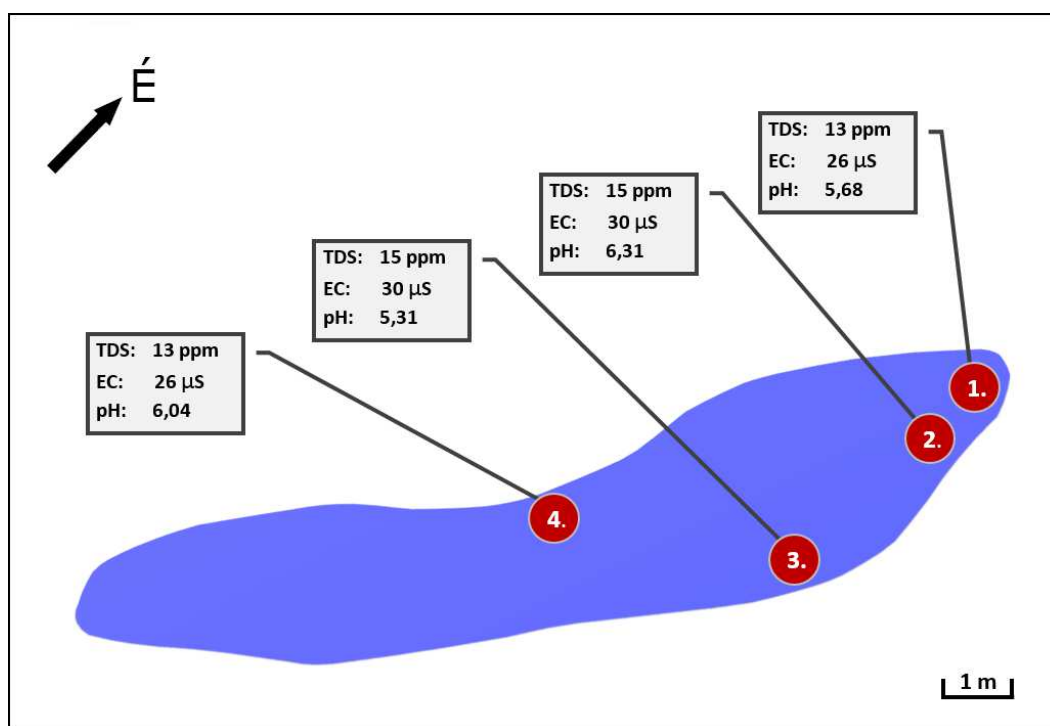
tec kamera csatlakozott. Ezek kiszolgáló szoftvereként a S-EYE alkalmazás került telepítésre. Szükség esetén adaptercserével DSLR (Nikon D5600, Sony Alfa200), vagy MILC (Canon EOS M100, Samsung NX100) kamerák is segítettek a képanyag és mozgóképanyag rögzítését. Az elkészült fotók képi utómunkálata a GIMP alkalmazás segítségével történt. Egyes esetekben, leginkább a nagyobb méretű fajoknál a mélységélesség elégtelenségéből eredő problémák mérséklése érdekében multifókusz technika alkalmazására került sor, a képrétegek egyesítését a CombineZ program végezte (7–10. ábra).

A fajok azonosítása az irodalomjegyzékben megnevezett határozók, illetve a témával foglalkozó munkák alapján történt. A Desmidiales rend képviselőinek azonosításában emellett internetes források nyújtottak segítséget [1, 2, 3, 4]. Rendszertani besorolásuk az Ács & Kiss (2004) által alkalmazott taxonómiai kategóriák szerint történt.

Azon fajok esetében, ahol a fénymikroszkópos technika natív preparátumok alapján nem adott elegendő információt az egyértelmű azonosításhoz, csak a nemzetségek kerültek megnevezésre.

Az alkalmazott mintavételi és vizsgálati módszerek mennyiségi meghatározásra nem alkalmasak, az egyes fajok előfordulási gyakorisága legfeljebb relatíve került megadásra.

A mintavételezések alkalmával a víz néhány fizikai és kémiai paramétere is rögzítésre került, nevezetesen a víz hőmérséklete, összes ion tartalma (TDS), vezetőképessége (EC) és pH-ja. A méréshez használt eszközök: E-3 TDS@EC kombinált mérőeszköz, PH-05 pH-mérő.



**2. ábra** A terület a mintavételi pontokkal és a mérések átlageredményeivel  
**Fig. 2** The area with the sampling points and the average results of the measurements

## Eredmények és diszkusszió

A minták feldolgozása során az elsődleges cél az algaflóra faji összetételének meghatározása volt. Ehhez támpontként szolgáltak az 1938-ban megjelent cikkben közölt adatok, amelyek ugyan alapvetően az I-es lápra vonatkoznak, viszont hasonló közelségben egyéb kiterjedt vizes élőhely nem lévén a környéken, valószínűsíthető, hogy a három lápfolt mindegyike közvetlen kapcsolatban áll a másikkal a fajok elterjedését illetően. Ily módon az eltelt több évtizedes időszak változásairól is információval szolgálhatnak az eredmények.

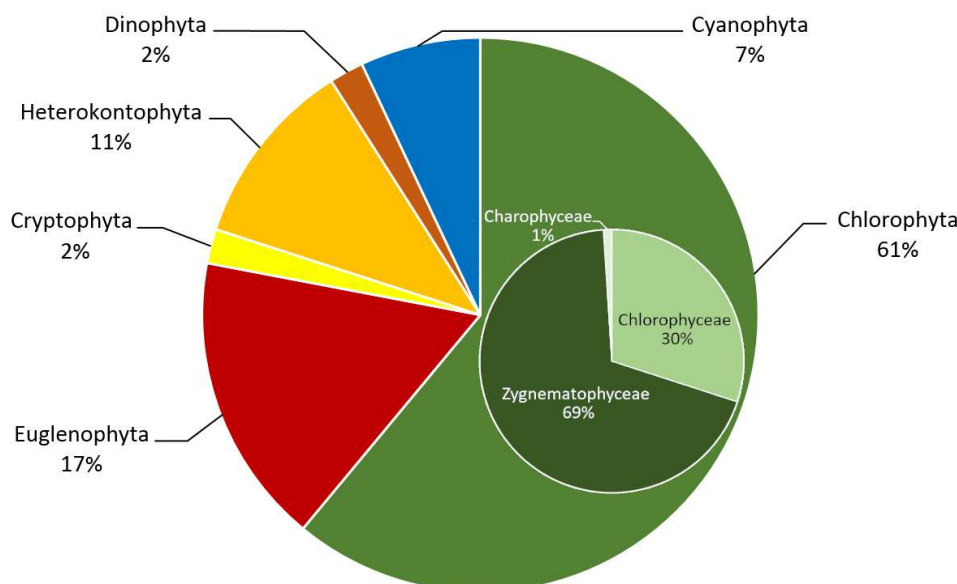
A vizsgált időszak (2020. április – 2021. január) során begyűjtött mintákból eddig mintegy 133 faj, illetve nemzetség képviselői kerültek elő. A magasabb taxonómiai egységek (divíziók) szerinti megoszlásuk meglehetősen szélsőséges, egyértelműen uralkodó a Chlorophyta divízió (61%), ezen belül is a Zygnematophyceae osztály Desmidiiales rendje (összes Chlorophyta 63%-a, összes faj 38%-a) (3. ábra). Ez nem meglepő, mondhatni, a tőzeglápokra általánosan jellemző sajátság, és rendszerint az élőhely (víz, talaj) savas kémhatásával, illetve alacsony ásványianyag-tartalmával hozható kapcsolatba. Mindkét kontextus itt is helytálló, amennyiben a mintavételi pontok rendszeres mérésekből számított pH átlaga mindenütt a savas tartományba esik. A legalacsonyabb pH értékek a 3. mintavételi helyen kerültek rögzítésre, a minimum 4,33 volt (2020. október 23.). Az ósszion-koncentráció hasonló módon korrelál az irodalmi adatokkal, a mérésekből számított átlagok egyik mintavételi pontban sem haladták meg a 15 ppm-et. A legmagasabb érték ugyancsak a 3. mintavételi pontban került regisztrálásra (26 ppm) a fent említett pH-szélsőérték rögzítésével egyidőben. Az említett két élőhelyi sajátság teljesen összhangban van a terület makrovegetációjának mészkerülő jellegével, s így együttesen a talaj alacsony  $Ca^{2+}$ - tartalmára utalnak. Csak a teljesség kedvéért megemlítendő, hogy a közelmúltban több, Desmidiiales fajok lúgos környezetben megfigyelt előfordulására vonatkozó közlés látott napvilágot (FEHÉR 2001), ami az előfordulás–pH kapcsolat további vizsgálatát teszi szükségessé. Tovább elemezve az előfordulási arányokat, feltűnő a Heterokontophyta divízió, és főleg ezen belül a Bacillariophyceae osztály alacsony részesedése (6%), figyelembe véve, hogy a szakirodalmi adatok szerint más hasonló biotópokban a kovaalga közösségek diverzitása lényegesen nagyobb. Fajsámuk a közlések szerint a kérdéses tőzegláp típusától függően csak a sphagnofil fajok tekintetében is közelíti az ötvenet (BUCZKÓ 2003). Ami viszont tény, hogy ez a néhány diatoma javarészt a *Pinnularia* és *Navicula* nemzetségekből kisebb vagy nagyobb egyedszámban, de gyakorlatilag mindegyik mintában képviseltette magát.

Az Euglenophyta divízió 17%-os reprezentációja nem a fentebb említett környezeti paraméterekkel, sokkal inkább a víz szervesanyag-tartalmával hozható összefüggésbe. Ez a detektált fajok sajátságai, valamint azok előfordulási gyakorisága alapján mérsékeltnek mondható: a többségük a mixotróf *Euglena* és *Phacus* nemzetségekből került ki néhány fotoszintetikus aktivitást nem mutató, színtelen, tisztán heterotróf táplálkozású faj mellett, mint az *Astasia*, *Peranema*, *Cyclidiopsis* vagy *Entosiphon* nemzetségek képviselői.

Az egyéb alacsony részesedési arányú major taxonok közül figyelemre méltó még a Dinophyta divízió. Az eddig mindössze 3 fajt (*Peridinium cinctum* (O.F.Müller) Ehrenberg, valamint egy-egy a *Gymnodinium* és *Peridiniopsis* génuszokból) felvonultató kategória képviselői ingadozó egyedszámmal, de folyamatosan jelen voltak a mintákban, és mint oxigénhiányra szenzitív szervezetek, mintegy jelezték, hogy a víz oxigénszintje a legmelegebb időszakban sem süllyedt a minimálisan elégséges alá.

Szerveződésüket tekintve egyértelmű az egysejtű túlsúly, a kevés fonalas faj zöme a Zygnematophyceae osztályból került ki: a *Mougeotia*, *Spirogyra*, *Zygnema*, *Sirogonium* fajok a Zygnematales, a *Hyalotheca dissiliens* Brébisson ex Ralfs és a *Desmidium schwartzii* C.Agardh ex Ralfs a Desmidiiales rend képviselői. A kollekción néhány Cyanophyta (*Anabaena*, *Oscillatorria*, *Cylindrospermum*, *Stigonema* génuszok egy-egy képviselője), egy Xanthophyceae (*Bu-*

*milleria* sp.), és a Chlorophyta divízió Charophyceae osztályából egy teleptestű faj (*Nitella* sp.) teszik teljessé. Tömeges elszaporodásával egyik faj sem hozott létre kiterjedtebb alga-gyepet, csak a *Nitella* esetében volt makroszkopikusan is detektálható a jelenlét. A cönobiális struktúrával jellemezhető fajok több divízióból kerültek ki, de valamennyi esetben hasonlóan alacsony részeseledést mutattak.



**3. ábra** A fajok főbb taxonok szerinti megoszlása  
**Fig. 3** Distribution of species in the major divisions

Ami a vizsgált időszakban az egyedszámok alakulását illeti az egyes fajok esetében, erre vonatkozólag csak relatív becslések történtek, egyrészt egy adott minta preparátumaiban az összes preparátumhoz viszonyított előfordulási arány, valamint az egy látótérben megfigyelhető egyedszám (fonalasknál a fonalak száma és hossza) alapján. Ezek alapján a leggyakoribb, és így az élőhely algaflórájának karakterét leginkább meghatározó fajokat az 1. táblázat foglalja össze (a teljes fajlistát a 2. táblázat tartalmazza).

Azon túl, hogy legtöbbször előfordulása tipikusan lápterületekre jellemző vagy planktonalkotóként, vagy az aljzaton, növényzet felszínén, egyéb felületeken bentikusan, igazolva ezzel az élőhely tőzegmohás láppá alakulásának relatíve előrehaladott állapotát, több szaprobiológiai indikátorfaj is található közöttük. Ez lehetőséget ad a víz szervesanyag-tartalmának, s vele az élőhely szaprobitásának, illetve közvetve a trofitásának minősítésére. Az alacsony (0,39) Thunmark-féle Chlorophycean index (BELLINGER & SIEGE 2015) alapján becsült oligotróf jelleget a jegyzett indikátorfajok szaprobitási értékszámainak (szaprobitás-index) indikátorsúlyuk szerint súlyozott átlaga ( $S_{\text{átlag}} = 1,35$ ) maximálisan alátámasztja, utalva a relatíve alacsony szervesanyag-koncentrációra. Külön kiemelendő ebben a *Closterium lunula* Ehrenberg & Hemprich ex Ralfs és a *Desmidium schwartzii* szerepe. Ezek a fajok alapvetően xeno- illetve oligoszaprób körülmények között élnek, s emellett a maximális indikátorsúly-értékkel rendelkeznek (5), azaz gyakoriságuktól függetlenül már a pusztá jelenlétükkel nyomatékostják az élőhely fent jelzett oligotróf minősítését. Ráadásul a minták jelentős hányadában képviseltették is magukat. Mindez azért érdekes és bizonyos szempontból nem megszokott, mivel a lápterületeket inkább a magasabb szervesanyag-tartalommal jellemzett élőhelyek között tartjuk számon.

Ami a szezonális kérdését illeti, tendenciák megfigyelhetők, de a jelenleg rendelkezésre álló adatok alapján a változások jellemzése, és ennek révén aspektusok elkülönítése nem lenne megalapozott. Annyi elmondható, hogy az egyenletesen jelentős egyedszámban megfigyelhető *Euastrum oblongum* Ralfs mellett, míg a tavaszi hónapokban a *Closterium* és *Peridinium* fajoké volt a főszerep, a nyári és kora őszi mintákban inkább *Xanthidium* és *Peridinium-Gymnodinium* túlsúly volt jellemző. Korábbi adatok hiányában az algaflórában zajlott változások visszakövetésére nincs lehetőség. Hasonlóképpen a gyakorlatilag a teljes vizsgálati időszakot végigkísérő vízhiány miatt a másik két lápfolttal való összevetés sem történhetett meg. Mindössze a forrásként feltételezett I-es lápról 1938-ban közöltekkel való összehasonlítástól várható plusz információ. Ebből kiderül, hogy a vizsgált élőhely egyrészt lényegesen fajgazdagabb, mint anno az I-es láp volt, ugyanakkor a kérdéses cikkben felsorolt 58 faj közül a jelentős számban újként jelentkezők mellett 28 a mintaterületen is megtalálható. Ez a szám valójában biztosan csak 27, mivel a *Leptobasis spirulina* var. *goesingense* Palik 1939, amely egyébként lápterületek relatíve gyakori lakója („moorschnecke”), egyes vélemények szerint valójában egy *Helicosporium* gomba feltekeredett konídiuma (MOLLENHAUER 1970) (4. ábra). További hasonlóságként említendő a Desmidiáles képviselők részesedésének mindkét esetben kiemelkedően magas aránya. Viszont a mintaterületen relatíve nagy gyakorisággal észlelt Dinophyta fajokat az idézett cikk egyáltalán nem említi, ahogy egyetlen Bacillariophyceae faj előfordulását sem. Ez utóbbi jól magyarázható a vegetációs időszak jelentős időtartamában uralkodó alacsony vízellátással, illetve a tematikusan ismétlődő kiszáradásokkal. Mindezek alapján nem nyert egyértelmű igazolást az I-es láp azon szerepe, miszerint valóban az algavegetáció közös forrásaként funkcionálna („common pool”) a többi lápfolt számára – ennek eldöntése további vizsgálatokat igényel.



4. ábra *Helicosporium* sp. konídium  
Fig. 4 *Helicosporium* sp., conidia

Az élőhely sajátosságait és minősítését összefoglaló ismereteket bővítendő további adalékként külön említést érdemel két flagellata. Az *Anthophysa vegetans* (O.F.Müller) F.Stein („iron flagellates”) megjelenése indikátorkarakterét tekintve a környezet megemelkedett vastartalmára utal, amelyről egyébként több, a lápterülettel és környezetével foglalkozó munkában is említés történik, mintegy ezeket megerősítendő (5. ábra). A *Rhipidodendron splendidum* F. Stein felbukkanása több szempontból is jelentőséggel bír (6. ábra). Mint a környezete vízháztartására érzékeny szervezet, jelenlétével az élőhely kiegyensúlyozott vízgazdálkodását valószínűsíti (GRIGORSZKY 2000–2001). Másrészt, lévén jellemzően *Sphagnum*-kapcsolt faj, újabb igazolását adja annak, hogy a vizsgált terület nem csak algológiai, de más szempontokból is maximálisan jogosult a „tőzegmohás láp” (ÁNÉR C23) minősítésre (ÓDOR *et al.* 2011).

#### Köszönetnyilvánítás

Keszei Balázs kollégám mellett, hogy biztatásával jelentős ösztönzést adott a fenti anyag összeállításához, segítséget nyújtott a terület makrovegetációs környezetének feltérképezéséhez is. Köszönet érte! Ugyancsak köszönet illeti Dr. Baráth Kornélt a *Sphagnum* fajok azonosításában nyújtott támogatásáért.





**5. ábra** *Anthophysa vegetans*  
**Fig. 5** *Anthophysa vegetans*



**6. ábra** *Rhipidodendron splendidum*  
**Fig. 6** *Rhipidodendron splendidum*

## Irodalom

- ÁCS É. & KISS K. T. (szerk) (2004): *Algológiai praktikum*. – ELTE Eötvös Kiadó, Budapest.
- BARTHA D. & MARKOVICS T. (1994): A kőszegi tőzegmohás láp. – In: BARTHA D. (szerk.), *A Kőszegi-hegység vegetációja*. Saját Kiadás, Kőszeg–Sopron, pp. 175–182.
- BELLINGER E. G. & SIGEE D. C. (2015): *Freshwater algae – Identification, Enumeration and Use as Bioindicators*. – Wiley Blackwell, West Sussex (UK).
- B. BÉRES V. & BAJOMI B. (2019): A klímaváltozás miatt változik a vizek algaközössége – *National Geographic* <https://ng.24.hu/tudomany/2019/08/29/a-klimavaltozas-miatt-valtozik-a-vizek-alkakozossege/> (Hozzáférés: 2021.02.12.)
- BUCZKÓ K. (2003): Tőzegmohalápok diatómái (Adatok a Nyírjes-tó diatómaflórájához). – *Acta Academiae Paedagogicae Agriensis, Sectio Biologiae* 24: 147–158.
- FEHÉR G. (2001): Desmidiales fajok előfordulása a Császártöltés környéki tőzegbánya tavakban. – *Hidrológiai Közöny* 81.5-6: 361–362.
- FELFÖLDY L. (1985): *A zöldalgák Phytomonadina csoportjának kishatározója*. – Országos Vízügyi Hivatal, Budapest.
- FELFÖLDY L. (1981): *A zöldalgák Desmidiales rendjének kishatározója*. – Országos Vízügyi Hivatal, Budapest.
- GRIGORSZKY I. (2000–2001): *A keleméri Mohos-tavak algológiai vizsgálata 2000-ben*. – Kutatási jelentés. Készült az Aggteleki Nemzeti Park megbízásából, Debrecen.
- GRIGORSZKY I., VASAS F. & BORICS G. (1999): *A páncélos-ostoros algák (Dinophyta) kishatározója*. – Környezetgazdálkodási Intézet, Budapest.
- GULYÁS P. (1998): *Szaprobiológiai indikátorfajok jegyzéke*. – Környezetgazdálkodási Intézet, Budapest.
- HORTOBÁGYI T. & PADISÁK J. (1991): II. Moszatok – Algae – In: SIMON T. (szerk.), *Baktérium-, alga-, gomba-, zuzmó- és mohahatározó*. Tankönyvkiadó, Budapest, pp. 141–210.
- MARKOVICS T. (szerk.) (2005): *Kőszegi tőzegmohás láp természetvédelmi terület természetvédelmi kezelési terve*. – Őrségi Nemzeti Park Igazgatósága, Óriszentpéter–Kőszeg.
- MOLLENHAUER D. & MOLLENHAUER R. (1970): Die sogenannte «Moorschnecke» *Leptobasis goesingense* PALIK ein Pilzkonidium. – *Schweizerische Zeitschrift für Hydrologie* 32: 532–537.
- NÉMETH J. (1997): *Az ostoros algák kishatározója 1. (Euglenophyta)*. – Környezetgazdálkodási Intézet, Budapest.
- NÉMETH J. (1997): *Az ostoros algák kishatározója 2. (Euglenophyta)*. – Környezetgazdálkodási Intézet, Budapest.
- ÓDOR P., SZURDOKI E., RÉDEI T., BÖLÖNI J., BODONCZI L. & LÁJER K. (2011): C23 – Tőzegmohás átmeneti lápok és tőzegmohalápok. – In: BÖLÖNI J., MOLNÁR Zs. & KUN A. (szerk.), *Magyarország élőhelyei – Vegetációtípusok leírása és határozója. ANÉR 2011*. MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, Vácrátót, pp. 71–75.
- PALIK P. (1938): Die Algen der einheimischen Torfmoore I. Moor im Walde „Alsóerdő” im Kőszeg. – *Index Horti Botanici Universitatis Budapestiensis* 3: 87–107.
- SCHMIDT A. & FEHÉR G. (1998): *A zöldalgák Chlorococcales rendjének kishatározója 1.* – Környezetgazdálkodási Intézet, Budapest.
- SCHMIDT A. & FEHÉR G. (1998): *A zöldalgák Chlorococcales rendjének kishatározója 2.* – Környezetgazdálkodási Intézet, Budapest.
- Soó R. (1934): Vas megye szociológiai és florisztikai növényföldrajzához. – *Vasi Szemle* 1: 105–134.
- SZÖVÉNYI P. (1997): A kőszegi tőzegmohás lápok. – In: BARTHA D. & SZMORAD F. (szerk.), *Növényföldrajzi és florisztikai tanulmányok a Kőszegi-hegységből* (TILIA Vol. V.). Soproni Egyetem Erdőmérnöki Kar, Sopron, pp. 272–312.
- ZÓLYOMI B. (1939): A kőszegi tőzegmohás láp. – *Vasi Szemle* 6: 254–259.

## Világháló-oldalak

- [1] <http://digicodes.info/> (Hozzáférés: 2021.02.12.)
- [2] <http://desmids.nl/> (Hozzáférés: 2021.02.12.)
- [3] <http://desmids.eu/> (Hozzáférés: 2021.02.12.)
- [4] <https://www.moor-impressionen.at/> (Hozzáférés: 2021.02.12.)
- [5] <https://www.rote-liste-zentrum.de/de/Zieralgen-Desmidiales-1773.html> (Hozzáférés: 2021.02.12.)

Beérkezett / received: 2021. 03. 06. • Elfogadva / accepted: 2021. 05. 30.

**1. táblázat** A leggyakoribb fajok, az indikátorok a szaprobiológiai jellemzőikkel (GULYÁS 1998)  
**Table 1** The most common species, the indicators with their saprobiological characteristics (GULYÁS 1998)  
 s: szaprobiológiai zóna; x: xenoszaprobikus zóna; o: oligoszaprobikus zóna; b: béta-mezoszaprobikus zóna; a: alfa-mezoszaprobikus zóna; G: indikátorsúly; S: szaprobitásindex

	s	x	o	b	a	G	S
<i>Anabaena stricta</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Closterium diane</i>	o-b	-	2	8	-	4	0,80
<i>Closterium gracile</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Closterium incurvum</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Closterium lunula</i>	o	-	10	-	-	5	1,00
<i>Cosmarium punctulatum</i>	o-b	-	7	3	-	4	1,30
<i>Desmidium schwartzii</i>	o	1	9	-	-	5	0,9
<i>Eremosphaera viridis</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Euastrum bidentatum</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Euastrum oblongum</i>	o	2	8	-	-	4	0,80
<i>Gymnodinium</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hyalotheca dissiliens</i>	o	2	8	-	-	4	0,80
<i>Micrasterias papillifera</i>	o	2	7	1	-	3	0,90
<i>Mougeotia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-
<i>Netrium digitus</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Penium spirostriolatum</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Peridinium cinctum</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Staurastrum hirsutum</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Staurastrum spongiosum</i>	o-b	1	7	2	-	3	0,90
<i>Xanthidium antilopaeum</i>	-	-	-	-	-	-	-

**2. táblázat** Fajlista becült gyakoriságokkal havi bontásban  
**Table 2** List of species with estimated frequencies by month

Fajok (divíziók szerint)	Mintavételi időszakok									
	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	2021 I.
Cyanophyta divízió										
<i>Anabaena constricta</i>	+	+	+	+		+	+	+		
<i>Aphanizomenon</i> sp.					+					
<i>Aphanocapsa</i> sp.									+	
<i>Chroococcus turgidus</i>				+	+		+	+	+	
<i>Cylindrospermum</i> sp.							+			
<i>Nostoc paludosum</i>										+
<i>Oscillatoria limosa</i>		+								
<i>Stigonema</i> sp.							+			
<i>Synechocystis</i> sp.		+		+		+				
Chlorophyta divízió										
<i>Actinotaenium cucurbita</i>								+		
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>		+						+		
<i>Asterococcus superbus</i>		+						+		
<i>Botryococcus braunii</i>		+	+			+			+	
<i>Chlamydomonas reinhardtii</i>									+	+
<i>Closterium acerosum</i>	+	+								
<i>Closterium aciculare</i>		+			+	+				
<i>Closterium acutum</i>	+	+	+							
<i>Closterium diana</i>	+++	++			+	+	+	+		

Fajok (divíziók szerint)	Mintavételi időszakok									
	IV.	V.	VI.	VII.	2020			XI.	XII.	2021
					VIII.	IX.	X.			I.
<i>Closterium gracile</i>	+	+			+	+	+	+		
<i>Closterium incurvum</i>	+	+			+	+		+		
<i>Closterium kuetingii</i>									+	
<i>Closterium lineatum</i>			+							
<i>Closterium lunula</i>	+	+			+	+	+	+		
<i>Closterium macilentum</i>							+			
<i>Closterium moniliferum</i>		+								
<i>Closterium navicula</i>		+			+	+				
<i>Closterium parvulum</i>	+	+			+	+		+		
<i>Closterium pronum</i>						+				
<i>Closterium striolatum</i>						+				
<i>Closterium subulatum</i>								+		
<i>Coenocystis subcylindrica</i>								+		
<i>Cosmarium botrytis</i>	+					+				
<i>Cosmarium moniliforme</i>						+				
<i>Cosmarium pachydermum</i>								+		
<i>Cosmarium punctulatum</i>	+	+	+		+	+	+			
<i>Cosmarium quadratum</i>					+	+	+			
<i>Cosmarium regnellii</i>		+	+			+	+			
<i>Cosmarium sportella</i>							+			
<i>Cosmarium subgranatum</i>		+								+
<i>Cosmarium subprotumidum</i>						+				
<i>Crucigenia quadrata</i>	+									
<i>Cylindrocystis gracilis</i>								+		
<i>Desmidium schwartzii</i>				+	+	+	+	+		
<i>Eremosphaera viridis</i>			+		+	++	+	+	+	+
<i>Euastrum bidentatum</i>	+	+	+		+	+	+	+	+	
<i>Euastrum insulare</i>					+	+	+	+	+	
<i>Euastrum oblongum</i>	+	+++	+++	++	+++	++++	++++	+++	++	++
<i>Euastrum pinnatum</i>				+						
<i>Eutetramorus</i> sp.							+			
<i>Gloeocapsa</i> sp.		+	+				+			
<i>Gonatozygon</i> sp.	+									
<i>Hyalotheca dissiliens</i>			+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Micrasterias papillifera</i>					+	+	+	+	+	+
<i>Micrasterias rotata</i>					+	+				
<i>Mougeotia</i> sp.	+	+	+				+	+	+	
<i>Nephrocytium agardhianum</i>			+							
<i>Netrium digitus</i>		+	+	+	+		+			
<i>Nitella</i> sp.		+	+		+					
<i>Oedogonium</i> sp.			+						+	
<i>Oocystis borgei</i>		+	+	+		+				
<i>Palmodictyon varium</i>						+				
<i>Pandorina morum</i>		+								
<i>Pediastrum duplex</i>	+									
<i>Pediastrum simplex</i>	+									
<i>Penium spirostriolatum</i>					+	+	+	+	+	
<i>Pleurotaenium trabecula</i>	+				+		+			
<i>Quadrigula</i> sp.		+								
<i>Scenedesmus ecornis</i>	+									
<i>Scenedesmus opoliensis</i>				+						

Fajok (divíziók szerint)	Mintavételi időszakok									
	2020									
	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	2021 I.
<i>Sirogonium</i> sp.		+					+			
<i>Sphaerocystis</i> sp.	+		+	+	+	+				
<i>Spirogyra</i> sp. (1)			+							
<i>Spirogyra</i> sp. (2)							+			
<i>Spirotaenia condensata</i>	+					+				
<i>Staurastrum alternans</i>						+	+			
<i>Staurastrum dilatatum</i>						+	+	+	+	+
<i>Staurastrum hirsutum</i>			+		+	+	+	+		
<i>Staurastrum paradoxum</i>			+				+			
<i>Staurastrum senarium</i>							+			
<i>Staurastrum sexcostatum</i>				+						
<i>Staurastrum spongiosum</i>				+	+	+		+	+	+
<i>Staurodesmus glabrus</i>					+	+				
<i>Teilingia granulata</i>		+				+				
<i>Tetraedron incus</i>		+			+	+				
<i>Tetraedron minimum</i>		+								
<i>Volvox</i> sp.	+					+				
<i>Westella botryoides</i>								+	+	+
<i>Xanthidium antilopaeum</i>	+	++	+	+	++	++	+	+	+	+
<i>Zygnema</i> sp.		+				+	+			
Cryptophyta divízió										
<i>Chroomonas</i> sp.								+	+	
<i>Cryptomonas ovata</i>			+	+		+	+			
Dinophyta divízió										
<i>Gymnodinium</i> sp.			+	+	++	++++	+	++		
<i>Peridinium cinctum</i>	+++	++		+	+	+	+	+		
<i>Peridiniopsis</i> sp.						+				
Euglenophyta divízió										
<i>Astasia</i> sp.									+	+
<i>Cyclidiopsis acus</i>								+		
<i>Entosiphon ovatus</i>									+	
<i>Euglena acus</i>	++		+				+			
<i>Euglena acus</i> var. <i>hyalina</i>			+							
<i>Euglena ehrenbergii</i>	++	+	+			+				
<i>Euglena mutabilis</i>								+		
<i>Euglena oblonga</i>			+	+						
<i>Euglena obtusa</i>	+							+		
<i>Euglena limnophila</i>							+			
<i>Euglena tripteris</i>							+			
<i>Euglena vermicularis</i>								+	+	
<i>Lepocinclis fusiformis</i>				+						
<i>Peranema trichophorum</i>		+						+	+	
<i>Petalomonas steinii</i>			+							
<i>Phacus curvicauda</i>		+								
<i>Phacus glaber</i>										+
<i>Phacus hispidula</i>		+								
<i>Phacus longicauda</i>		+					+	+		
<i>Phacus orbicularis</i>	+	+		+		+	+	+	+	
<i>Strombomonas</i> sp.				+						
<i>Trachelomonas euchlora</i>					+	+				
<i>Trachelomonas hispida</i>					+					

Fajok (divíziók szerint)	Mintavételi időszakok										
	2020										2021
	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	I.	
<i>Trachelomonas volvocina</i>											+
Heterokontophyta divízió											
<i>Anthophysa vegetans</i>							+				
<i>Bumilleria</i> sp.							+				
<i>Cyclonexis annularis</i>										+	
<i>Cymatopleura solea</i>				+							
<i>Dinobryon sertularia</i>		+					+	+	+		
<i>Epithemia</i> sp.								+			
<i>Gomphonema</i> sp.	+										
<i>Mallomonas</i> sp.									+	+	
<i>Navicula</i> sp. (1)	+						+	+			
<i>Navicula</i> sp. (2)		+	+				+	+		+	
<i>Pinnularia gibba</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pinnularia viridis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Rhopalodia gibba</i>	+						+				
<i>Stauroneis anceps</i>		+									
<i>Synura</i> sp.						+					
Egyéb fajok											
<i>Helicosporium</i> sp.				+							
<i>Rhipidodendron splendidum</i>		+	+						+		+
<i>Spongomonas intestinum</i>						+					

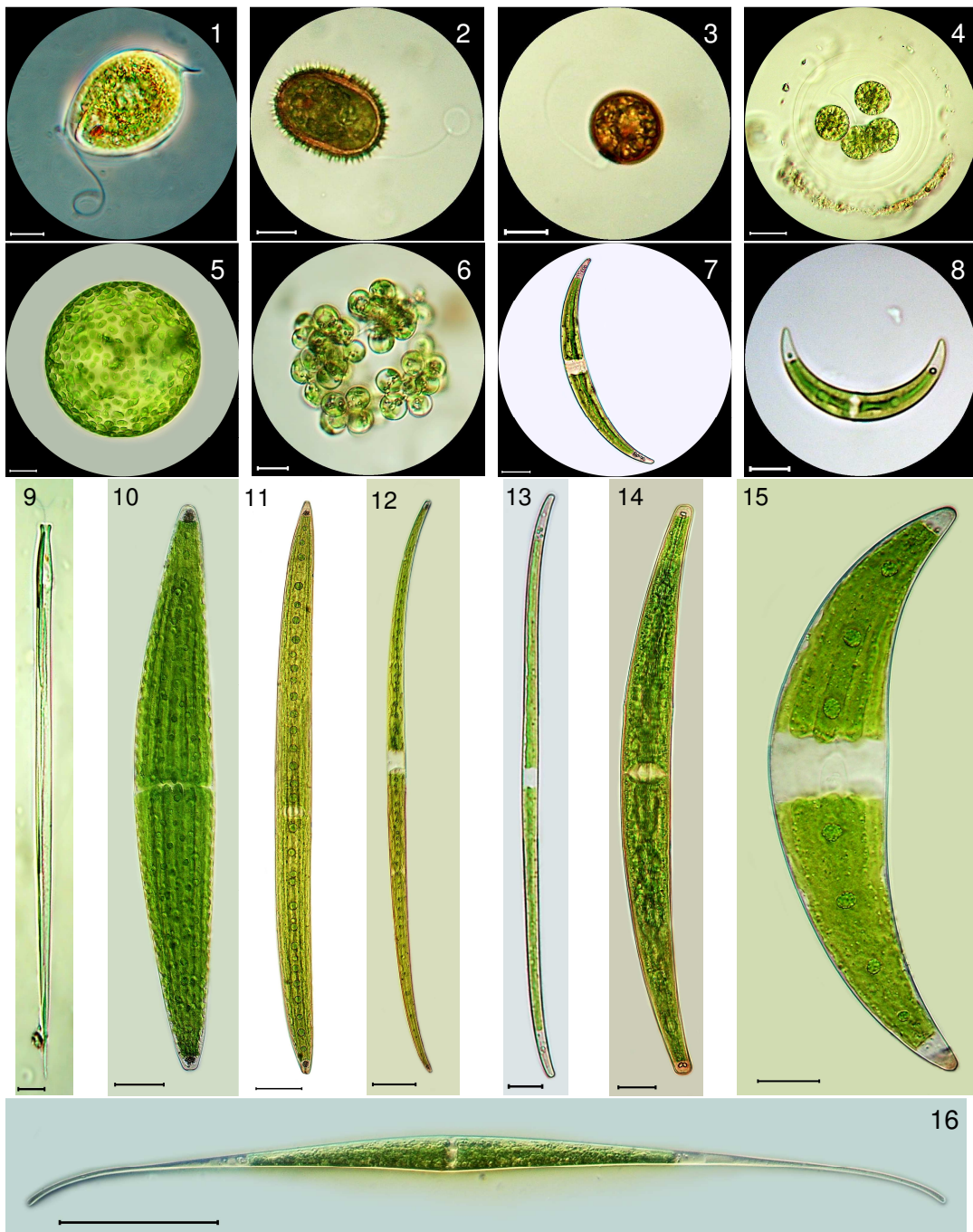
Jelmagyarázat

- + a mintában előfordult
- ++ a mintából készült több preparátumban előfordult
- +++ a mintából készült preparátumok több mint 50%-ában előfordult
- ++++ a mintából készült minden preparátumban előfordult, esetenként jelentős egyedszámmal



7. ábra / Fig. 7

- 1 *Chroococcus turgidus* (scale: 10µm), 2 *Gymnodinium* sp. (10µm), 3 *Peridinium cinctum* (10µm),  
 4 *Synura* sp. (5µm), 5 *Cyclonexis annularis* (10µm), 6 *Rhopalodia gibba* (10µm), 7 *Pinnularia gibba*  
 (20µm), 8 *Pinnularia viridis* (20µm), 9 *Euglena acus* (10µm), 10 *Euglena acus* var. *hyalina* (20µm),  
 11 *Euglena ehrenbergii* (20µm), 12 *Euglena limnophila* (10µm), 13 *Euglena mutabilis* (20µm),  
 14 *Euglena oblonga* (10µm), 15 *Euglena obtusa* (25µm), 16 *Lepocinclis fusiformis* (5µm),  
 17 *Phacus curvicaudata* (5µm), 18 *Phacus glaber* (5µm), 19 *Phacus hispidula* (5µm),  
 20 *Phacus longicauda* (20µm)



**8. ábra / Fig. 8**

- 1 *Phacus orbicularis* (scale: 10 $\mu$ m), 2 *Trachelomonas hispida* (10 $\mu$ m), 3 *Trachelomonas volvocina* (10 $\mu$ m), 4 *Asterococcus superbus* (20 $\mu$ m), 5 *Eremosphaera viridis* (25 $\mu$ m), 6 *Westella botryoides* (10 $\mu$ m), 7 *Closterium diana* (20 $\mu$ m), 8 *Closterium incurvum* (10 $\mu$ m), 9 *Cyclidiopsis acus* (10 $\mu$ m), 10 *Closterium lunula* (50 $\mu$ m), 11 *Closterium acerosum* (25 $\mu$ m), 12 *Closterium macilentum* (25 $\mu$ m), 13 *Closterium gracile* (10 $\mu$ m), 14 *Closterium striolatum* (20 $\mu$ m), 15 *Closterium moniliferum* (25 $\mu$ m), 16 *Closterium kuetzingii* (100 $\mu$ m)





9. ábra / Fig. 9

- 1 *Closterium navicula* (scale: 10µm), 2 *Closterium parvulum* (20µm), 3 *Closterium venus* (10µm),  
 4 *Cosmarium botrytis* (10µm), 5 *Cosmarium pachydermum* (10µm), 6 *Cosmarium punctulatum* (10µm),  
 7 *Cosmarium quadratum* (10µm), 8 *Cosmarium regnellii* (10µm), 9 *Cosmarium sportella* (10µm),  
 10-11 *Desmidium schwartzii* (10: 20µm, 11: 10µm), 12 *Euastrum bidentatum* (10µm),  
 13 *Euastrum insulare* (5µm), 14 *Euastrum oblongum* (20µm), 15 *Micrasterias papillifera* (20µm),  
 16 *Micrasterias rotata* (20µm), 17 *Staurastrum hirsutum* (10µm), 18 *Staurastrum senarium* (10µm),  
 19 *Staurastrum spongiosum* (10µm), 20 *Teilingia quadrata* (10µm)



10. ábra / Fig. 10

1-2 *Staurodesmus glabrus* (scale: 10 $\mu$ m), 3-4 *Xanthidium antilopaenum* (20 $\mu$ m), 5 *Hyalotheca dissiliens* (10 $\mu$ m), 6 *Netrium digitus* (25 $\mu$ m), 7 *Penium spirostriolatum* (20 $\mu$ m), 8 *Pleurotaenium trabecula* (50 $\mu$ m), 9 *Spirotaenia condensata* (25 $\mu$ m), 10 *Spirogyra* sp. (25 $\mu$ m), 11 *Zygnema* sp. (20 $\mu$ m), 12 *Mougeotia* sp. zygospóra (10 $\mu$ m), 13 *Mougeotia* sp. (10 $\mu$ m), 14 *Zygnema* sp. (20 $\mu$ m), 15 *Spirogyra* sp. (20 $\mu$ m), 16 *Sirogonium* sp. (10 $\mu$ m), 17 *Spirogyra* sp. zygospóra (20 $\mu$ m), 18 *Nitella* sp. (100 $\mu$ m)