

XXXI. OTDK Biológia Szekció

Magyarországi vízfolyások élőbevonatának kovaalga összetétele, fizikai és kémiai paraméterei

Készítette: Henn Bernadett

Környezettan Bsc.

III. évfolyam

Pannon Egyetem

Témavezetők: Dr. Stenger-Kovács Csilla, Lengyel Edina

Tartalomjegyzék

1.	Irodalmi áttekintés.....	1
1.1	Folyóvizek.....	1
1.2	A magyarországi folyóvízi kutatásainak történetei áttekintése.....	2
1.3	Kovaalgák általános jellemzése.....	4
2.	Célkitűzés	5
3.	Anyag és módszer	6
3.1	A fitobentosz mintavételi helyei, a mintavétel módszere és a minták feldolgozása	6
3.2	A bevonatminták határozása és az adatok statisztikai feldolgozása	9
3.3	Fizikai és kémiai paraméterek mérése és az adatok statisztikai feldolgozása	11
4.	Eredmények	12
4.1	A patakok kovaalga fajainak vizsgálata.....	12
4.1.1	Shannon-Weaver diverzitás, egyenletesség	12
4.1.2	A domináns kovaalga fajok és eloszlásuk.....	13
4.1.3	A vízfolyások fajösszetételének összehasonlítása.....	14
4.1.4	IPSITI index szerinti vízminősítés	16
4.2	Fizika-kémiai eredmények	17
4.2.1	Helyszíni és a laboratóriumi mérések eredményei.....	17
4.2.2	A patakok vízminőségének osztályozása.....	21
4.2.3	10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet szerinti minősítés	23
4.3	A víz fizikai és kémiai paramétereinek kovaalgákkal mutatott korrelációja	24
5.	Értékelés	28
6.	Összefoglalás	33
7.	Irodalomjegyzék	34
8.	Köszönetnyilvánítás	40

"Víz!

Se ízéd nincs, se zamatod, nem lehet meghatározni téged, megízlelnék, anélkül,
hogymegismernének. Nem szükséges vagy az életben: maga az élet vagy."

(Saint-Exupéry)

1. Irodalmi áttekintés

1.1 Folyóvizek

A klasszikus limnológia a folyóvizet attól kezdve tekinti folyóvízként, amikor a víz már rendelkezik valamiféle mederrel. Eszerint a vízfolyás olyan víztömeg, amely hordalékával együtt többé-kevésbé határozott mederben mozog, a legkisebb ellenállás irányában, a magasabb helyről az alacsonyabb felé (Padisák, 2005).

A folyóvizek jellegét számos tényező határozza meg, úgymint a vízvásztók jellege, klimatikus viszonyok, mindenkori lejtés, a meder jellege és szélessége, a vízhozam, a vízjárás sebessége, a vízjárás, a rendűség, a futásfejlettség, a szállított hordalék minősége és mennyisége (Padisák, 2005).

A felszíni vízfolyások esetén a forrástól a torkolat felé haladva a vízi élőhelyek tulajdonságai folyamatosan változnak (Dukay, 2000), melyet tükröz a vízi élőlényközösség is. A folyó vízi élőhelyek változása nem véletlenszerű, hanem általános tendenciák is megfigyelhetők. A vízfolyás vízhozama a forrásnál a legkisebb, a torkolatnál a legnagyobb. A lejtő esése és az áramlási sebesség viszont általában fordított jellegű. Ezek alapján a folyóvizekben három fő szakaszjellegét különböztetnek meg: felső-, középső-és alsó szakaszjelleg.

Felső szakasz jellegű az a vízfolyás, amelynek a víz mechanikai energiája nagyobb, mint ami a meglévő hordalék szállításához szükséges. A víz a medrét mélyítve hordalékot termel, az áramlási sebessége nagy ezért a meder V alakú. A mederben ellenállóbb kőzetek váltogatják egymást, amellyel vízesések és természetes hullépcsők alakulhatnak ki. A közép szakaszon a víz mechanikai energiája többé-kevésbé. Egyensúlyt tart a törmelék szállításának munkájával. Ezen szakaszok széles tál alakú völgyekben, kavicsos vagy durva homokos mederben kanyarognak. A holtágakban az idő múlásával feltöltődési szukcesszió zajlik. Alsó szakasz jellegűnek tekintjük azokat a folyószakaszokat, amelyekben a

hordaléklerakás dominál. A forrástól a torkolat felé haladva az oxigénellátottság, az átlátszóság és a turbulencia általában csökken (Dukay, 2000).

Magyarország nagy része a Kárpát-medence síkvidéki területén található. Az ország területe két, nagyjából egyenlő nagyságú vízgyűjtő területre oszlik. A nyugati rész a Duna vízgyűjtőjéhez, míg a keleti rész a Tisza vízgyűjtőjéhez tartozik (Pásztó, 1998). Az ország természetes vízfolyásainak vízgyűjtő területeinek tekintélyes hányada az ország határán kívül ered. Ennek köszönhetően vízfolyásaink vízhozama továbbá vízminősége jelentős mértékben függ az érintett országok vízgazdálkodásától (Dudinszky, 1996).

A felszíni vízfolyások fenékforrásai a talajvizek, melyek összetétele hasonlít a folyóvizekéhez (Szántó, 1998). Ennek ellenére a talajvíz és a felszíni vizek között lényegi különbségek vannak. A felszíni vizekben több a lebegő, szilárd- és szerves anyag, amely a vízgyűjtő területen található növényi és állati eredetű bomlástermékekből, valamint a lakó- és ipartelepek szennyvizéből ered. A vízfolyások és a tavak oldott oxigén mennyisége is lényegesen nagyobb, mint a talajvizeké. A felszíni- és a felszín alatti vizek minden esetben tartalmaznak szervesen oldott sókat, melyek legfontosabb ionjai a kalcium, magnézium, nátrium, kálium, klorid, szulfát, hidrogén-karbonát. Magyarországon a folyóvizek összes oldott anyag tartalma átlagosan 200-500 mg l⁻¹ között változik (Szántó, 1998).

1.2 A magyarországi folyóvízi kutatásainak történeteinek áttekintése

Az első kutatások a nagyobb folyóinkon történtek, csak az 1950-es évek elejétől indultak meg a részletes kutatások kisebb vízfolyásainkon, melyek vízkémiai és hidrobiológiai feltáró munkák voltak. A kutatások során kettő célterületet jelöltek ki. Az egyik mintavételi terület a Balaton vízrendszere volt, ahol az északi befolyók vizsgálatára került sor (Entz, 1953). A másik terület a Bükk-hegység volt, ahol legelőször Lukács (1950, 1956, 1957, 1958, 1959, Lukács és Vajon, 1955) gyűjtött faunisztikai, rheobiológiai és ökológiai adatokat az itt megtalálható vízfolyásokról.

A Balaton környékén a Pécsely- patak algológiai vizsgálatát Kol és Tamás (1954) végezte el a forrástól a torkolatig. 1952-ben a Balaton-felvidéki kutatások

célja az élővilág kapcsolatrendszerének megismerése volt. Ennek keretein belül 1953-57-ben történt az Aszófői-séd feltárása, ahol a makrovegetációt (Kovács és Felföldy, 1958), a hidrográfiai és a vízkémiai viszonyokat (Entz, 1958) is vizsgálták. A patakok kutatásának fontosságát az a tény is igazolta, hogy a Balatont a befolyók révén érte szennyezés, mely főként a tó környékén található szennyezéseknek volt köszönhető (Ponyi és Bankós, 1978). Vízelety a Zala élőbevonatának vizsgálatával és biológiai vízminőségével foglalkozott (Vízelety és Lentiné, 1977).

Az 1990-es évektől az EU országaiban a diatómák alapján történő biológiai vízminősítés egyre elterjedtebb lett (Whitton, és mtsai., 2006). Ennek megfelelően hazánkban is megkezdődtek az előzetes vizsgálatok az Aszófői-séd kovaalga összetételéről (Pór és mtsai., 2000). 2000-ben megtörtént az Örvényesi-séd vizsgálata is (Sára és mtsai., 2000). 2004-ben hidrogeográfiai és vízkémiai vizsgálatok történtek néhány Közép-magyarországi vízfolyásokon (Kiss és mtsai., 2004).

A Víz Keretirányelv az Európai Parlament és az Európai Tanács 2000. október 23-i 2000/60/EK irányelve (www.1) és a 2000. december 22-én elfogadott Víz Keretirányelvben az Európai Unió 2015-öt tűzte ki az európai álló- és folyó vizek „jó állapotának” elérésére. A Keretirányelv „újszerűsége” abban nyilvánul meg, hogy a vizek védelmét az állapotuk felől közelíti, nem a szennyezések oldaláról (Ambrus és mtsai., 2003). A felszíni vizeket meg kell különböztetni, mert más és más vízminőségi követelménynek kell megfelelni egy természetes víztestnek, egy erősen módosított (olyan víztestet jelent, amely emberi tevékenység által fizikai változások eredményeként jellegét tekintve jelentős változást mutat) valamint a mesterséges víztestnek (mely emberi tevékenység által létrehozott víztest). A természetes víztestnek az ökológiai állapotát, a mesterséges vagy erősen módosított víztestnek pedig az ökológiai potenciálját becsüljük (Szilágyi és mtsai, 2004). Az ökológiai állapot értékelést a VKI által a fizikai - és kémiai jellemzők alapján négy komponensre végezték el (oxigénháztartás, szerves anyagok; tápanyagkínálat; savasodási állapot; sótartalom). Ökológiai állapot becslés biológiai vizsgálata az öt indikátor élőlénycsoport (fitoplankton, fitobentosz, makrofita, makrozoobentosz, halak)

alapján, az adott élőlénycsoportra kidogozott index segítségével történik. A minősítés öt osztályos (kiváló-, jó-, mérsékelt-, gyenge-, rossz) (www.2).

Magyarországon 2004-től bevezetésre került a Víz Keretirányelv, melynek köszönhetően a felszíni vizek kutatásai az ökológiai állapotbecslésre, valamint a vízminőség megállapítására orientálódtak (Ács és mtsai., 2003; 2007; 2009; Szabó és mtsai., 2004; Kovács és mtsai., 2005).

1.3 Kovaalgák általános jellemzése

Az algákat az élővilág legváltozatosabb élőlényeinek tekintik, ősi élőlények, akiknek három milliárd évre vezethető vissza történetük (Kiss, 1998). Életmódjuk szerint lehetnek a plankton (lebegő életmódú), a benton (rögzült életmódú), illetve a neuszton (víz-levegő határfelületén élők) tagjai. Az algák vízi élőlények, ubikvisták. Fellelhetőek az egész Földön: tengerekben és édesvizekben (Péterfi, 1977), sivatagi sziklák felszín közeli rétegeiben, valamint a hó és jég felszínén is. Sok alga él más növényekben, mint endofitikus szervezet. Talajban élő algákról kevesebb az ismeret, de jelentőségük nem elhanyagolható (Ács és Kiss, 2004).

A diatómák a Heterokonthophyta divízió belül, a Bacillariophyceae osztályt alkotják. A Bacillariophyceae osztályba tartozó fajok színe barnás, mert az a- és c-klorofill színét a fukoxantin nagy mennyisége elfedi. Tartalék tápanyaguk a krizolaminarin, valamint az apró cseppekben jelenlevő olaj. A kovamoszatok vegetatív sejtjei ostor nélküliek. Szaporodásuk történhet vegetatív sejtosztódással és ivarosán is.

A kovaalgák jellemző része a kovaváz vagy más néven kovahéj, melyek alakja és mintázata változatos és fajra jellemző. Két rendjüket különböztetjük meg, a *Centrales* és a *Pennales* rendet.

A *Centrales* rendre jellemző a héjfelszín sugaras szimmetriája, amely általában mintázott vagy a belső peremterület bordázott, a külső peremterület pedig lehet fogazott támnyúlványok csövecskéivel díszített. A fajok nagy része planktonikus.

A *Pennales* rendre az apikális, transzapikális szimmetriájú héjak jellemzőek. Megnyúlt, csónak alakúak, de változatos héjalakok is megjelenhetnek. A héj

felszíne mintázott, bordák és bordaközi struktúrák alkotják. Találkozhatunk rafés, és rafétlan fajjal is. Nagy részük rögzült életmódú, de vannak mobilis fajok is.

A vízi ökoszisztémákat veszélyezteti az egyre növekvő vízszennyezés és eutrofizáció (Pretti és Janne, 2002). Ebben a folyamatban érintettek a bevonatlakó kovaalgák is. A kovaalgák a biomonitoring rendszerek közkedvelt csoportjai (Irene és mtsai., 2011) a gyors generációs idejüknek, a környezetük megváltozására adott gyors reagálásuknak az aljzathoz rögzült életmódjuknak és az elterjedésüknek köszönhetően (Szabó, 2004).

2. Célkitűzés

Kutatásom célja volt 2010 nyarán történt mintavételek alapján Magyarország kis folyóvizeinek

- kovaalga flórájának és összetételének megismerése
- fizikai és kémiai paramétereinek feltérképezése
- ökológiai állapotbecslése az IPSITI diatóma index segítségével
- vízminőségének megállapítása a jelenleg hatályban levő magyar szabvány (MSZ 12749) illetve a 10/2010. (VIII.18.) VM rendelet alapján.

3. Anyag és módszer

3.1 A fitobentosz mintavételi helyei, a mintavétel módszere és a minták feldolgozása

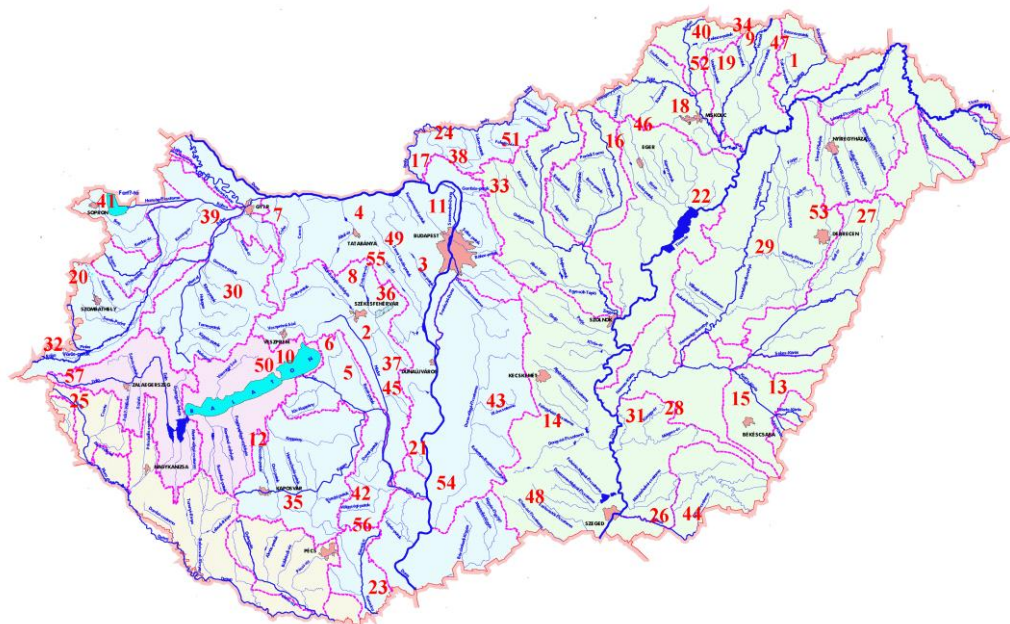
Kutatásom során összesen 57 vízfolyásból (1. ábra) gyűjtött minták feldolgozására került sor. Az 1. táblázat tartalmazza a mintavételek helyét, idejét és a vizsgált vízfolyások földrajzi elhelyezkedését. A III. Függelék tartalmazza a mintavételi helyekről készült fotódokumentációkat (III. Függelék, 1-49. árba) és GPS koordinátákat (I. Függelék, 3. táblázat).

1. táblázat: A mintavételi helyek, a mintavételek időpontja és a vízfolyások földrajzi elhelyezkedése

Vízfolyás neve	Vízfolyás kódja	Mintavételi idő	Elhelyezkedés
Arka-patak	ARK	2010.08.03	Zempléni-hegység
Bella-patak	BEL	2010.08.09	Velencei-hegység
Benta-patak	BEN	2010.08.09	Pilis-hegység
Bikol-patak	BIK	2010.08.11	Vértes-hegység
Bozót-patak	BOZ	2010.08.18	Mezőföld
Csikgát-patak	CKG	2010.08.18	Mezőföld
Cuha-patak	CUH	2010.08.02	Bakony-hegység
Császár-víz	CSA	2010.08.09	Velencei-hegység
Csenkő	CSE	2010.08.11	Zempléni-hegység
Csopaki-séd	CSO	2010.08.14	Balaton-felvidék
Dera-patak	DER	2010.08.11	Pilis-hegység
Deseda-patak	DES	2010.08.02	Dunántúli-dombság
Dió-ér	DIÓ	2010.08.25	Alföld
Félegyházi-vízfolyás	FÉL	2010.08.23	Alföld
Folyás-ér	FOL	2010.08.23	Alföld
Galya-patak	GAL	2010.08.10	Északi-középhegység
Ganád-patak	GAN	2010.08.10	Börzsöny-hegység
Garadna	GAR	2010.08.03	Bükk-hegység
Gönci-patak	GÖN	2010.08.03	Zempléni-hegység
Gyöngyös-patak	GYÖ	2010.08.03	Alpok keleti nyúlványa
Hardi-ér	HAR	2010.08.17	Mezőföld
Hór	HÓR	2010.08.10	Bükk-hegység
Karasica-patak	KAR	2010.08.24	Villányi-hegység
Kemence-patak	KEC	2010.08.10	Börzsöny-hegység
Kerca	KER	2010.08.24	Zalai-dombság

1. táblázat (folytatása): A mintavételi helyek, a mintavételek időpontja és a vízfolyások földrajzi elhelyezkedése

Vízfolyás neve	Vízfolyás kódja	Mintavételi idő	Elhelyezkedés
Királyhegyesi-szárazér	KIR	2010.08.24	Alföld
Kondoros-patak	KON	2010.08.25	Alföld
Kórógy-ér	KÓR	2010.08.24	Alföld
Köstély	KÖS	2010.08.25	Alföld
Köves-patak	KÖV	2010.08.02	Bakony-hegység
Kurca	KUR	2010.08.24	Alföld
Lapincs	LAP	2010.08.03	Alpok keleti nyúlványa
Nagy-patak	NAG	2010.08.10	Mátra
Ósva-patak	OSV	2010.08.10	Zempléni-hegység
Öreg-patak	ÖPA	2010.08.03	Keleti-Mecsek
Pákozdi ér	PÁK	2010.08.16	Velencei-hegység
Perkátai vízfolyás	PER	2010.08.09	Mezőföld
Pokolvölgyi-patak	POK	2010.08.10	Börzsöny-hegység
Rába	RÁB	2010.08.04	Kisalföld
Rakaca-patak	RAK	2010.08.03	Cserhát-hegység
Rák-patak	RÁK	2010.08.02	Soproni-hegyég
Rák-patak	RRR	2010.08.16	Villányi-hegység
Sárvíz	SVZ	2010.08.17	Mezőföld
Sós-ér	SÓS	2010.08.17	Mezőföld
Sámson-Apátfalvi-Szárazér	SSS	2010.08.24	Alföld
Szalajka-patak	SZA	2010.08.02	Bükk
Szerencs-patak	SZE	2010.08.03	Zempléni-hegység
Széksóstói-főcsatorna	SZÉ	2010.08.23	Alföld
Szőlősi-séd	SZŐ	2010.08.04	Balaton-felvidék
Szent-László víz	SZT	2010.08.09	Velencei-hegység
Nagy-szuha-patak	SZU	2010.08.10	Börzsöny-hegység
Telekes-patak	TEL	2010.08.04	Északi-középhegység
Tocó	TOC	2010.08.25	Alföld
Vajas-fok	VAJ	2010.08.17	Mezőföld
Váli-víz	VÁL	2010.08.09	Velencei-hegység
Völgységi-patak	VÖL	2010.08.16	Villányi-hegység
Zala	ZAL	2010.08.03	Zalai-dombság



1. ábra: A mintavételi helyek térképes jelölése

(1.ARK, 2. BEL, 3. BEN, 4. BIK, 5. BOZ, 6. CKG, 7. CUH, 8. CSA, 9. CSE, 10. CSO, 11. DER, 12. DES, 13. DIÓ, 14. FÉL, 15. FOL, 16. GAL, 17. GAN, 18. GAR, 19. GÖN, 20. GYÖ, 21. HAR, 22. HÓR, 23. KAR, 24. KEC, 25. KER, 26. KIR, 27. KON, 28. KÓR, 29. KÖS, 30. KÖV, 31. KUR, 32. LAP, 33. NAG, 34. OSV, 35. ÖPA, 36. PÁK, 37. PER, 38. POK, 39. RÁB, 40. RAK, 41. 42. VÖL, 43. SÓS, 44. SSS, 45. SVZ, 46. SZA, 47. SZE, 48. SZÉ, 49. SZT, 50. SZŐ, 51. SZU, 52. TEL, 53. TOC, 54. VAJ, RÁK, 55. VÁL, 56. RRR, 57. ZAL)

A mintavételekre 2010 augusztusában került sor, melynek során általában a patak sodorvonalából 5 db kőszubsztrátról gyűjtöttem a bevonatmintát. Ettől a módszertől abban az esetben tértem el, ha nem vagy csak nagyon kevés mennyiségben volt megtalálható a helyszínen kő, ekkor 5 db makrofitáról (nád, sás, békabuzogány), fadarabról vagy iszapról vettem a mintát (I. Függelék, 3. táblázat).

A bevonatot fogkefe segítségével eltávolítottam, műanyag tároló edénybe tettem, és a feldolgozásig etanollal tartósítottam. Forró hidrogén-peroxidos módszerrel roncsoltam őket (Ács és Kiss., 2004), melynek során hőálló üvegedénybe 3 cm³ homogenizált mintát pipettáztam. Ehhez hozzámértem 1 cm³ 1N HCl-t és 9 cm³ hidrogén-peroxidot, majd 80-90 °C-on addig melegítettem, amíg az eredeti minta térfogatára vissza nem párolódott. A roncsolás után 3 alkalommal dekantáltam a mintákat, melyet követően a minta egy cseppjét fedőlemezre cseppentettem, szárítottam, majd nagy törésmutatójú (Pleurax) gyantába ágyaztam.

3.2 A bevonatminták határozása és az adatok statisztikai feldolgozása

A preparátumokat fénymikroszkóppal vizsgáltam (Nikon Eclipse E600, és Zeiss Axio Imager A1), 100-as objektívvel, 1000x-es nagyításon, immerziós olaj használata mellett. Mintánként 400 valót számoltam le. Határozásukhoz a Süsserflora von Mitteleuropa (Kammer & Lange Bertalot, 1991, 1997, 1999, 2000), Diatoms of Europe (Lange-Bertalot, 2000-2003) és az Iconographia Diatomologica (Lange-Bertalot, 2000, 2004, 2008), Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa (Lange-Bertalot, 2011) határozókönyveket használtam. Dominánsnak tekintettem azokat a fajokat, melyek relatív gyakorisága 10% felett volt az egyes mintákban. A relatív gyakoriság mellett megállapítottam a fajok konstanciáját is. Azok a fajok, melyek ötös konstanciával rendelkeztek a minták 80-100 %-ában jelen voltak. Négyes konstanciájú taxonok voltak azok, melyek 60-80% -, hármas azok, melyek a minták 40-60%-ban voltak jelen. Kettes konstanciával jellemezhetők azok a fajok, melyek 20-40%-ban, míg egyessel azok

a fajok, melyek a minták kevesebb, mint 20%-ban voltak megtalálhatóak (Ács és mtsai., 1991).

Az egyes vízfolyások taxondiverzitásának számolásához a Shannon-Weaver diverzitás indexet alkalmaztam.

$$H = - \sum_{i=1}^S P_i \cdot \ln P_i$$

ahol,

- P_i az i -edik faj előfordulási gyakorisága
- S a fajszám

A diverzitás mellett egyenletességet is számoltam az alábbi képlettel.

$$E = \frac{H}{\ln S}$$

ahol,

- H az adott diverzitás
- S a fajszám

A vízfolyások kovaalgák alapján történő összehasonlításához cluster-analízist használtam, a SYNTAX (Podani, 2000) program segítségével.

A kovaalga alapú minősítéshez az OMNIDIA 5.1 szoftvert alkalmaztam, mellyel meghatároztam a minták IPS-, SID- és TID indexét (Ács és mtsai., 2009). A három index átlagából számítottam ki az IPSITI multimetrikus indexet, mellyel elvégeztem a vízfolyások ökológiai állapotbecslését. Az IPS index pozitív korrelációt mutat a főionokkal (Cl^- , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , HCO_3^- , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}), a vezetőképességgel, a trofitással, szaprobitással és a szerves tápanyagmennyiséggel (KOI, összes N, TP) (Janina K. és mtsai., 1998), valamint a SID szaprobitási index és a TID pedig trofitási index (Ács és mtsai., 2009).

A vízfolyások fizikai és kémiai paraméterei és a domináns fajok között Spearman rang- korrelációt számoltam R Statistic program (R 2.1.1.0: R Development Core Team, 2010) használatával.

3.3 Fizikai és kémiai paraméterek mérése és az adatok statisztikai feldolgozása

Minden mintavételi helyen helyszíni méréseket is végeztem, melynek során HQ40d multiméter műszerrel meghatároztam: a hőmérsékletet (méréstartomány: 0-100°C), pH-t (méréstartomány: 0-14), az oldott oxigéntartalmat (DO) (méréstartomány: 0-20 mg l⁻¹), az oxigéntelítettséget (DO%) (méréstartomány: 0-200%), és a vezetőképességet (méréstartomány: 0-80.000 µS/cm). A vízfolyások zavarosságát (méréstartománya: 0,000-100 NTU/FNU) TSS PORTABLE műszerrel mértem.

Minden egyes mintavételi helyen 1,5-2 l vízmintát gyűjtöttem, amelyekből laboratóriumban analitikai vizsgálatokat végeztem a Pannon Egyetem Limnológia Intézeti Tanszékén.

A vízminták KOI (kémiai oxigénigény), p - és m-lúgosságát (CO₃²⁻, HCO₃⁻) SO₄²⁻ és Cl⁻ tartalmát titrálással, míg a PO₄³⁻, TP (összfoszfor), NH₄⁺, NO₃⁻, NO₂⁻, SiO₂ meghatározását spektrofotometriás módszerrel (APHA, 1998: Wetzel és Likens, 2000) végeztem.

A felszíni vizek minősítése az MSZ 12749:1993 szabvány (I. Függelék, 7. táblázat), a 10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet és az IPSITI index eredménye alapján történt.

A mért fizikai és kémiai paraméterek közül a fő környezeti változók (I. Függelék, 6. táblázat) meghatározásához főkomponens analízist (PCA) végeztem Minitab 15 programmal (www.6).

4. Eredmények

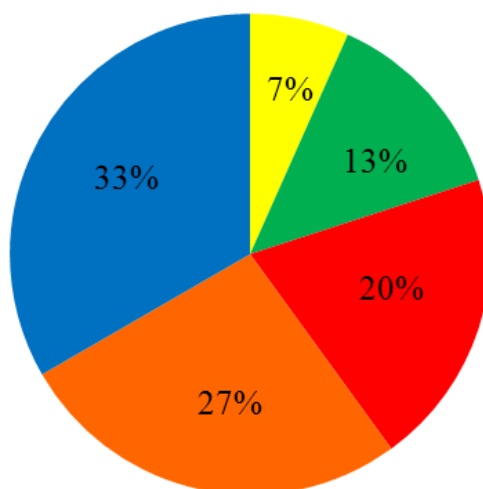
4.1 A patakok kovaalga fajainak vizsgálata

4.1.1 *Shannon-Weaver diverzitás, egyenletesség*

Nagy fajgazdagság jellemezte a vízfolyások többségét (II. Függelék 1-2 táblázat, 1. fotótábla) patakonként átlagosan 17 fajt találtam. Az 57 folyóvíz közül legnagyobb fajszámmal a Bozót-patak (29) rendelkezett, legkisebbel a Kondoros-patak (4). Az átlagos fajszámtól jelentős eltérést négy, alacsony fajszámmal jellemezhető patak, a Sárvíz (6), a Dera-patak (8), a Bella-patak (8) és a Kondoros-patak (4) illetve négy nagyobb taxon számú vízfolyás, a Bozót-patak (29), a Csopaki-séd (28), a Sós-ér (27) és a Nagy-szuha-patak (24) mutatott. A patakok diverzitása (I. Függelék, 1. táblázat) 0,5 - 4,17 tartományban mozgott. Alacsony diverzitást a Dera-pataknál (1,1) a Bella-pataknál (0,9), a Kondoros-pataknál (0,9) és a Sárvíznél (0,5) figyeltem meg. A vizsgált vízfolyások egyenletesség értékei viszonylag magasak voltak (0,6 - 0,9), ez alól kivételt képzett négy vízfolyás, a Sárvíz (0,2), Dera-patak (0,4), valamint a Bella-patak (0,3) és a Kondoros-patak (0,4).

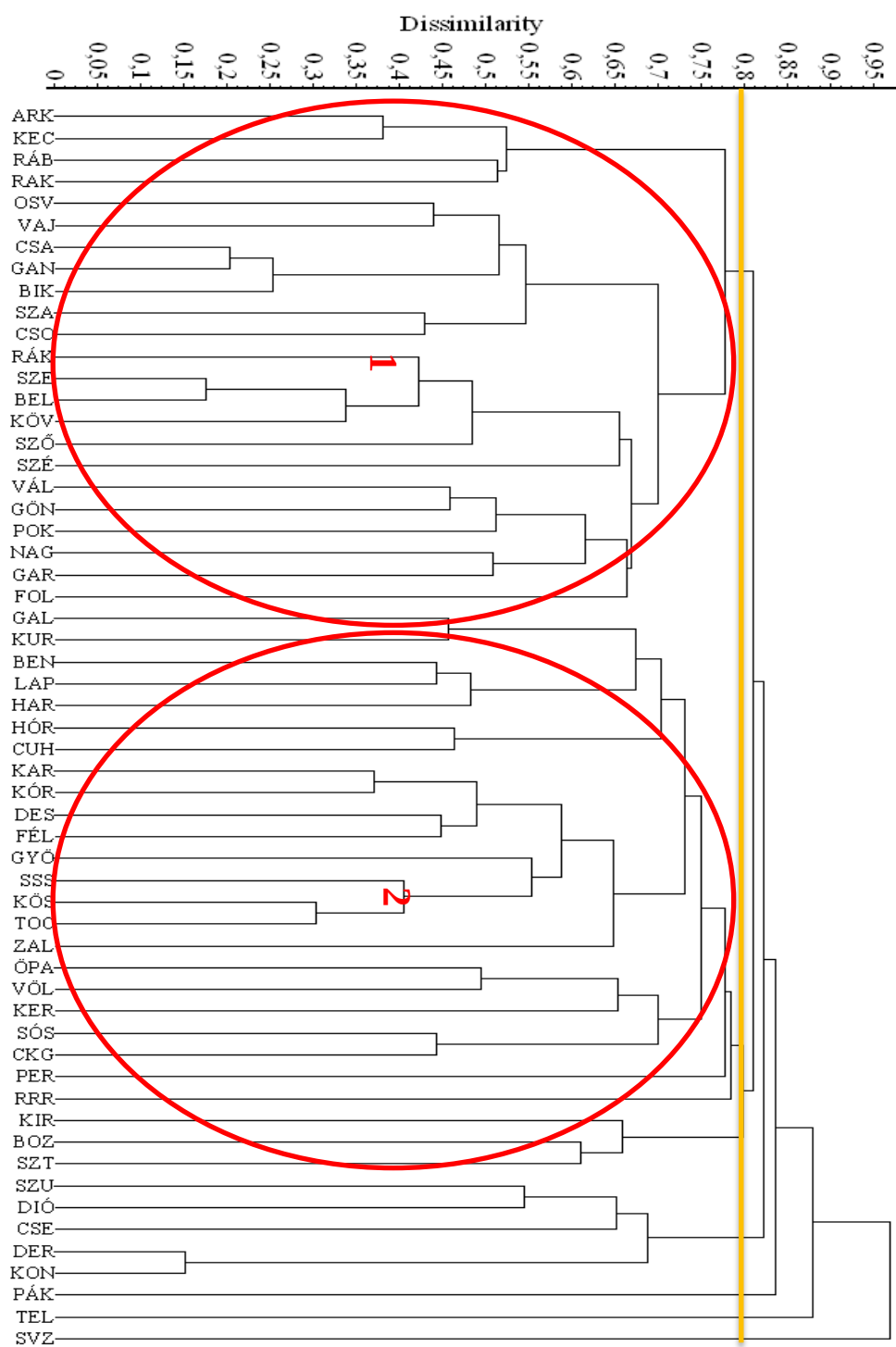
4.1.2 A domináns kovaalga fajok és eloszlásuk

A vizsgált vízfolyások alapján az 5-ös konstanciával (2. ábra) jellemezhető fajok aránya 7% volt. Ilyen konstans fajnak számított például a *Cocconeis placentula*, vagy a *Nitzschia palea*. Négyes konstanciával a fajok 27%-a rendelkezett, köztük az *Achnanthidium minutissimum*, a *Gomphonema parvulum*, a *Navicula cryptotenella*, a *Nitzschia dissipata*, a *Nitzschia frustulum*, a *Planothidium frequentissimum* és az *Eolimna subminuscula*. Hármass konstanciával volt jellemezhető a fajok 20%-a (pl. *Amphora libyca*, *Melosira varians*, *Rhoicosphenia abbreviata*), kettessel a 12%-a (pl. *Gyrosigma acuminatum*, *Navicula tripunctata*, *Encyonema minutum*), míg a legnagyobb arányban (33%) az egyes konstanciájúak (pl. *Aulacoseira granulata*, *Epithemia sorex*, *Fallacia pygmea*) voltak jelen.



2. ábra: A fajok konstanciája (kék: 1-es konstancia, zöld: 2-es konstancia, piros: 3-as konstancia, n.sárga: 4-es konstancia, sárga: 5-ös konstancia)

4.1.3 A vízfolyások fajösszetételének összehasonlítása



3. ábra: A kovaalgák összetételének cluster-analízise mintavételi helyekre lebontva (Bray-Curtis)

Cluster-analízist készítettem a vizsgált vízfolyások kovaalga fajösszetételének összehasonlításához, ennek eredményéül kapott dendogrammon (3. ábra) jól látszik, hogy 2 nagy csoportot lehet elkülöníteni.

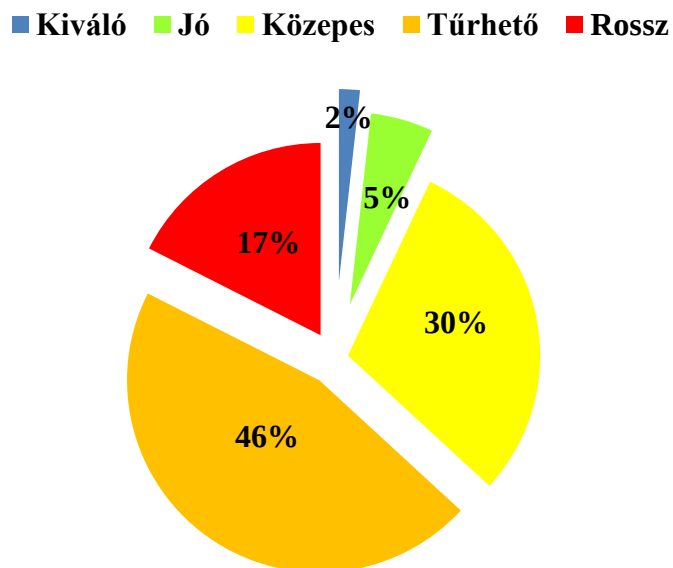
Az első csoportba tartozó (24 db) vízfolyások (pl.: Arka-patak, Rába) összetételét meghatározó kovaalga fajok, melyek domináns fajok is az *Achnanthidium minutissimum*, az *Amphora pediculus*, a *Cocconeis placentula*, az *Eolimna subminuscula*, a *Stauroneis mutabilis*, a *Gomphonema olivaceum*, a *Gomphonema parvulum*, a *Navicula cryptotenella*, a *Navicula gregaria*, a *Nitzschia dissipata*, a *Nitzschia frustulum*, a *Nitzschia palea*, a *Planothidium frequentissimum*, a *Planothidium lanceolatum*, a *Rhoicosphenia abbreviata*.

A cluster analízis által meghatározott második csoportba 22 vízfolyás tartozik, köztük pl. a Királyhegyesi-szárazér és a Csíkgát-patak. A második csoport domináns fajai az *Achnanthidium minutissimum*, *Amphora pediculus*, *Amphora inariensis*, *Cocconeis placentula*, *Eolimna subminuscula*, *Gomphonema olivaceum*, *Gomphonema parvulum*, *Melosira varians*, *Navicula gregaria*, *Nitzschia dissipata*, *Nitzschia frustulum*, *Nitzschia palea*, *Planothidium frequentissimum*.

A csoportokat meghatározó fajok mellett szubdomináns fajként megjelent még az *Aulacoseira granulata*, az *Amphora libyca*, a *Diploneis oculata*, a *Fallacia pygmaea*, a *Staurosira construens*, a *Stauroneis mutabilis*, az *Eunotia bilunaris* var. *bilunaris*, a *Gyrosigma acuminatum*, a *Halamphora montana*, a *Luticola goeppertiana*, a *Meridion circulare*, a *Nitzschia acicularis*, a *Pinnularia brebisonii* is.

A két csoporttól néhány patak (8 db) elkülönült (pl.: a Sárvíz és a Telekes-patak). Ezek jellemző fajai az *Achnanthidium exile*, az *Eunotia bilunaris* var. *bilunaris*, a *Fragilaria ulna*, *Gomphonema capitatum* és a *Gyrosigma acuminatum*.

4.1.4 IPSITI index szerinti vízminősítés



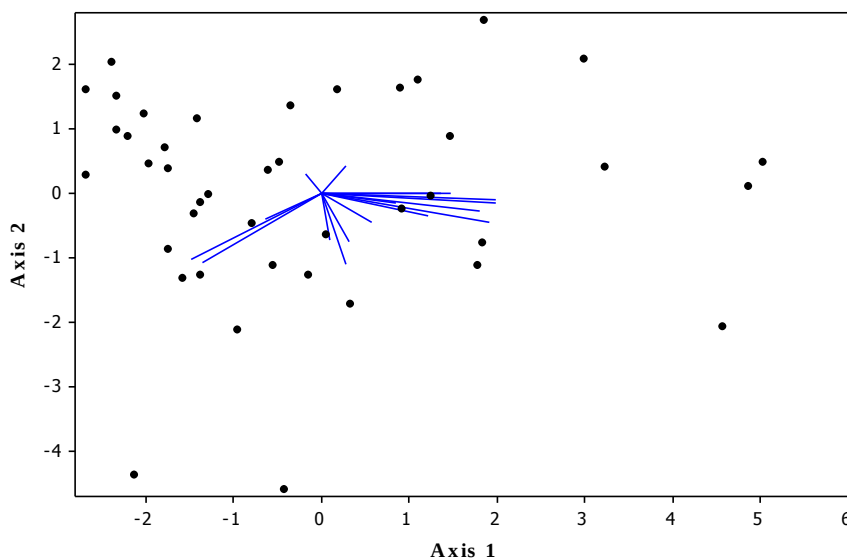
4. ábra: A mintavételi helyek ökológia állapotának százalékos megoszlása

Az IPSITI index eredménye (4. ábra) alapján elmondható (I. Függelék, 1-2. táblázat), hogy a vízfolyások jelentős része (46%) a tűrhető minősítésű kategóriába tartozik, 30%-a közepes, 17%-a rossz, 5%-a jó és 2%-a kiváló ökológiai állapotú.

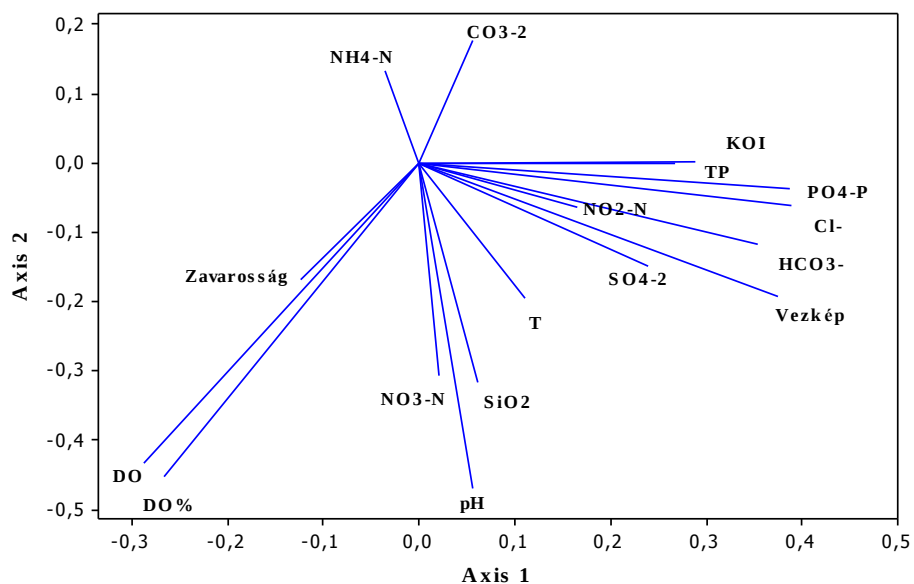
4.2 Fizika-kémiai eredmények

4.2.1 Helyszíni és a laboratóriumi mérések eredményei

Az 57 vízfolyásban történt helyszíni és laboratóriumi fizikai és kémiai vizsgálatának eredményeit a I. Függelék 4-6. táblázata tartalmazza.



5. ábra: Mintavételi helyek ordinációja a fizikai – és kémiai paraméterek alapján (PCA-standardizált Euklideszi távolság)



6. ábra: Mintavételi helyek ordinációja a fizikai - és kémiai paraméterek alapján (PCA-standardizált Euklideszi távolság)

A 5.-6. ábra tartalmazza a mintavételi helyek ordinációját a helyszínen és a laboratóriumban mért fizikai és kémiai paraméterek alapján. A scattergramon jól látszik, hogy a vizsgált vízfolyásoknál a kilenc meghatározó paraméter a DO, a DO%, a $\text{NO}_3\text{-N}$, a SiO_2 , a vezetőképesség, a HCO_3^- , Cl^- , a pH és a $\text{PO}_4\text{-P}$ volt. Az első tengelyen a DO ($r = -0,29$), a DO% ($r = -0,27$), a $\text{PO}_4\text{-P}$ ($r = 0,39$), a Cl^- ($r = 0,38$), a HCO_3^- ($r = 0,35$) és a vezetőképesség ($r = 0,37$) voltak a meghatározó paraméterek, míg a második tengelyen a pH ($r = -0,47$), a $\text{NO}_3\text{-N}$ ($r = -0,31$) és a SiO_2 ($r = -0,32$) voltak a legmeghatározóbb környezeti változók.

A terepen történő mérések alapján elmondható, hogy a patakok hőmérséklete átlagosan $21,3\text{ }^\circ\text{C}$ volt. Magas hőmérsékletet tapasztaltam a Kórógy-ér ($26,8\text{ }^\circ\text{C}$), a Rák-patak ($27,8\text{ }^\circ\text{C}$) és a Kurca ($28,4\text{ }^\circ\text{C}$) esetében. Legmagasabb hőmérséklete a Félegyházi-vízfolyásnak ($30,6\text{ }^\circ\text{C}$), a legalacsonyabb pedig a Szalajka-pataknak ($15,6\text{ }^\circ\text{C}$) volt. A fajlagos vezetőképesség átlag értéke $906,8\text{ }\mu\text{Scm}^{-1}$. Magas vezetőképességet tapasztaltam a Pákozdi-ér ($1452\text{ }\mu\text{Scm}^{-1}$), a Perkátai-vízfolyás ($1572\text{ }\mu\text{Scm}^{-1}$), a Kórógy-ér ($1964\text{ }\mu\text{Scm}^{-1}$) és a Királyhegyesi-szárazér ($2450\text{ }\mu\text{Scm}^{-1}$) esetében. Legmagasabb vezetőképessége a Sámson-Apátfalvi-Szárazérnek ($2640\text{ }\mu\text{Scm}^{-1}$) volt, legalacsonyabb értéket pedig a Csenkő-pataokban ($90\text{ }\mu\text{Scm}^{-1}$) mértem.

Az oldott oxigén és az oxigéntelítettség átlagos értéke a patakokban $6,7\text{ mg l}^{-1}$ és $77,4\%$ volt. A patakok közül alacsony oldott oxigén koncentrációt és oxigén telítettséget a Benta-pataokban ($1,8\text{ mg l}^{-1}$, $20,1\%$), a Csikgát-pataokban ($0,31\text{ mg l}^{-1}$, $3,6\%$), a Tocó-pataokban ($0,48\text{ mg l}^{-1}$, $5,7\%$) a Királyhegyesi-szárazérben ($1,7\text{ mg l}^{-1}$, $19,7\%$), a Rák-pataokban ($1,08\text{ mg l}^{-1}$, $14,1\%$) és a Sámson-Apátfalvi-Szárazérben ($0,79\text{ mg l}^{-1}$, $9,4\%$) tapasztaltam. A legnagyobb értékek a Félegyházi-vízfolyásnál mutatkoztak ($18,18\text{ mg l}^{-1}$, $247,7\%$). A legalacsonyabb értékeket pedig a Dió-ér mutatta ($0,22\text{ mg l}^{-1}$, $2,5\%$).

Az átlagos pH érték $7,9$ volt. Legalacsonyabb értéke a Csenkő-pataknak volt ($\text{pH}=6,1$), a legmagasabb pedig a Galya-pataknak ($\text{pH}=8,6$).

Turbiditás átlagértéke $46,5\text{ FNU}$ volt. $1,58\text{ FNU}$ értéket mértem a Nagy-pataokban, ami a legkisebbnek bizonyult. Legnagyobb zavarossága a Rák-pataknak (180 FNU) volt.

A vízfolyások átlagos $\text{NH}_4\text{-N}$ tartalma $0,13 \text{ mg l}^{-1}$ volt, melyet a Rák-patak $\text{NH}_4\text{-N}$ tartalma ($4,15 \text{ mg l}^{-1}$) jelentősen meghaladta. A $\text{NO}_3\text{-N}$ átlagos koncentrációja a hazai vizsgált vízfolyásokon $0,46 \text{ mg l}^{-1}$ volt. Ezt az értéket több patak is jelentősen meghaladta (Hór-patak $2,36 \text{ mg l}^{-1}$, Dera-pataknak $1,89 \text{ mg l}^{-1}$, a Völgységi-pataknak $1,48 \text{ mg l}^{-1}$, a Szőlősi-sédnek $1,47 \text{ mg l}^{-1}$ és a Császárvíznek $1,34 \text{ mg l}^{-1}$). Kisebb eltérés mutatkozott a Kondoros ($1,07 \text{ mg l}^{-1}$), a Cuha-patak ($0,93 \text{ mg l}^{-1}$), az Öreg-patak ($0,93 \text{ mg l}^{-1}$) és a Kösély-patak ($0,79 \text{ mg l}^{-1}$) esetében. A $\text{NO}_2\text{-N}$ esetében az átlag koncentráció $0,01 \text{ mg l}^{-1}$ volt. Ettől az értéktől a Dera-patak $\text{NO}_2\text{-N}$ koncentrációja ($0,11 \text{ mg l}^{-1}$) tért el.

A foszforformákat tekintve a $\text{PO}_4\text{-P}$ $0,067 \text{ mg l}^{-1}$ míg a TP átlagos értéke $0,39 \text{ mg l}^{-1}$ volt. A Kösély-patak ($0,42 \text{ mg l}^{-1}$), a Sámson-Apátfalvi-Szárazér ($0,39 \text{ mg l}^{-1}$) és a Csíkgát-patak ($0,36 \text{ mg l}^{-1}$) $\text{PO}_4\text{-P}$ értékei jelentősen eltérnek az átlagos koncentrációtól. A fent említett vízfolyások (a Sámson-Apátfalvi-Szárazér $2,54 \text{ mg l}^{-1}$, a Kösély-patak $2,49 \text{ mg l}^{-1}$, a Csíkgát-patak $1,71 \text{ mg l}^{-1}$) valamint a Félegyházi-vízfolyás ($1,46 \text{ mg l}^{-1}$), a Folyás-ér ($1,36 \text{ mg l}^{-1}$), a Kórógy-ér ($1,12 \text{ mg l}^{-1}$), a Dió-ér ($1,00 \text{ mg l}^{-1}$) TP koncentrációja mutatott eltérést az átlagos koncentrációtól. Továbbá kisebb eltérést mutatkozott a TP koncentrációt tekintve a Királyhegyesi-szárazér ($0,82 \text{ mg l}^{-1}$), Dera-patak ($0,79 \text{ mg l}^{-1}$) és a Perkátai-vízfolyás ($0,65 \text{ mg l}^{-1}$) esetében is. Legkisebb ortofoszfát koncentrációja a Kerca-pataknak ($0,0001 \text{ mg l}^{-1}$) volt, míg legkisebb TP koncentrációja a Nagy-pataknak ($0,01 \text{ mg l}^{-1}$) volt.

A kémiai oxigénigény átlag értéke $8,19 \text{ mg l}^{-1}$ volt. A vizsgált patakok közül a legnagyobb kémiai oxigénigénye a Köstélynak ($25,22 \text{ mg l}^{-1}$), legkisebb pedig a Szalajka-pataknak ($1,91 \text{ mg l}^{-1}$) volt.

Szulfát-ion átlagos koncentrációja $127,73 \text{ mg l}^{-1}$ volt. Legnagyobb szulfát-ion koncentrációt a Csíkgát-patakban ($408,73 \text{ mg l}^{-1}$) mértem. Kiemelkedő értéket jelzett még a Kórógy-ér ($406,68 \text{ mg l}^{-1}$) és a Perkátai vízfolyás ($343,14 \text{ mg l}^{-1}$) is.

A klorid-ion átlagos koncentrációja $52,01 \text{ mg l}^{-1}$ volt, mely értéktől jelentős eltérést mutatott a Csenkő-patak ($172,66 \text{ mg l}^{-1}$), a Sámson-Apátfalvi-Szárazér ($237,73 \text{ mg l}^{-1}$) és a Királyhegyesi-szárazér ($252,61 \text{ mg l}^{-1}$).

Karbonát-ion átlagos koncentrációja $0,005 \text{ mg l}^{-1}$ volt, ettől eltérést mutatott a Hardi-ér ($0,3 \text{ mg l}^{-1}$).

Hidrogén-karbonát vizsgálata során az átlagos érték $5,46 \text{ mg l}^{-1}$ volt, ettől az átlagos koncentrációtól jelentősen elkülönült a Perkátai-vízfolyás ($10,70 \text{ mg l}^{-1}$), a Csíkgát-patak ($11,25 \text{ mg l}^{-1}$), a Kórógy-ér ($11,75 \text{ mg l}^{-1}$) a Királyhegyesi-szárazér ($12,25 \text{ mg l}^{-1}$) és a Sámson-Apátfalvi-Szárazér ($17,75 \text{ mg l}^{-1}$), mely a legnagyobb koncentrációt is jelenti. Legkisebb hidrogén-karbonát tartalma a Csenkő-pataknak ($0,7 \text{ mg l}^{-1}$) volt.

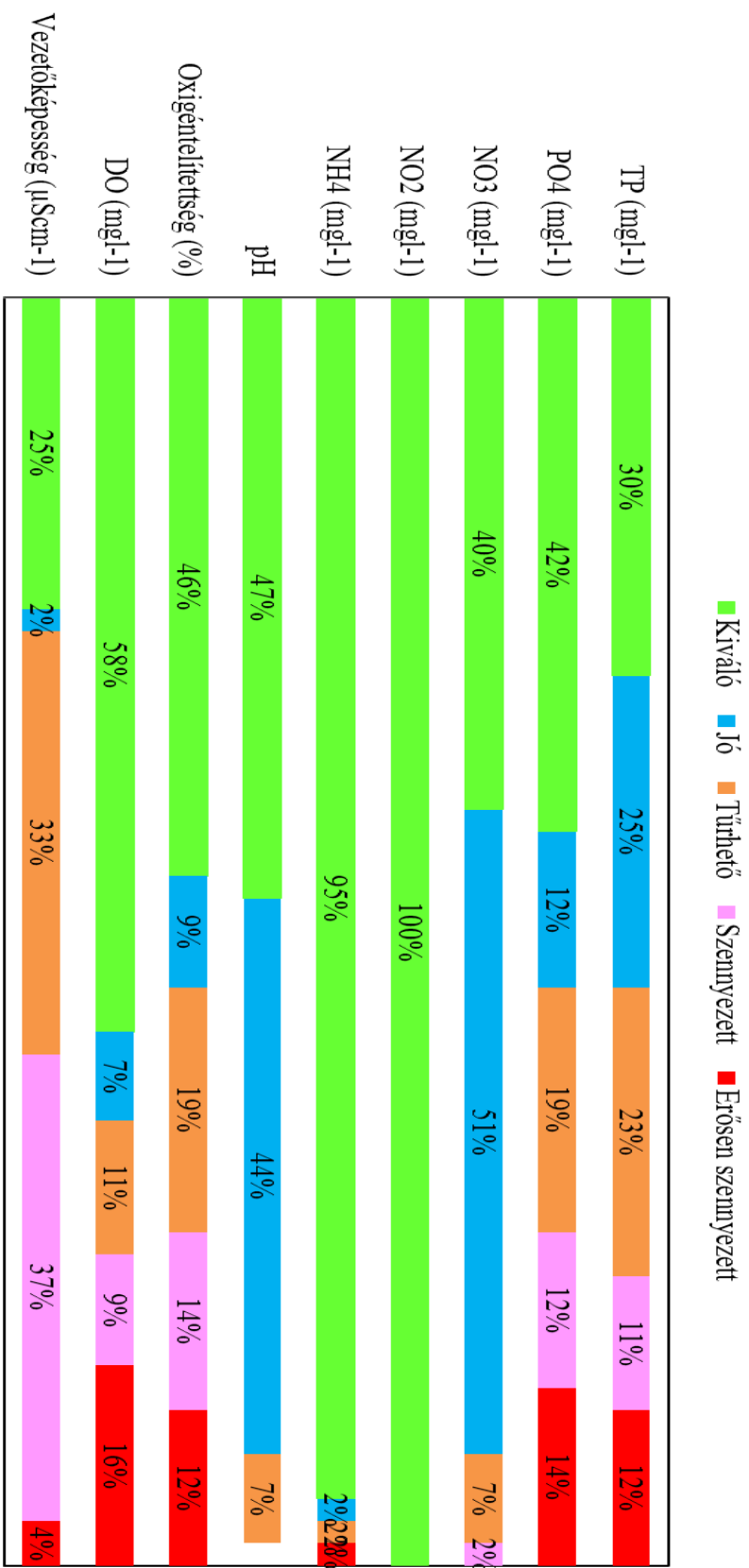
Szilícium-dioxid átlagos koncentrációja $12,64 \text{ mg l}^{-1}$ volt. Legnagyobb koncentrációja a Széksóstói-főcsatornának ($31,45 \text{ mg l}^{-1}$) volt, míg legkisebb koncentrációja a Bella-pataknak ($2,72 \text{ mg l}^{-1}$) volt. Az átlagos koncentrációtól jelentős eltérés mutatkozott az Öreg-patak ($29,13 \text{ mg l}^{-1}$) volt az Arka-patak ($25,39 \text{ mg l}^{-1}$) és a Királyhegyesi-szárazér ($23,74 \text{ mg l}^{-1}$) esetében.

4.2.2 A patakok vízminőségének osztályozása

Az 57 vizsgált vízfolyás MSZ 12749:1993 szabvány (I. Függelék, 7. táblázat) szerinti minősítést az 7. ábra tartalmazza.

A terepi méréseket tekintve a pH alapján a vízfolyások közül 47% a kiváló kategóriába, 44% a jó kategóriába és mindösszesen 7% sorolható a tűrhető kategóriába. Az oxigéntelítettség szerint a vízfolyások 46%-a a kiváló kategóriába, 9%-a a jó, 19%-a a tűrhető, 14%-a a szennyezett és 12%-a az erősen szennyezett kategóriába tartozik. Az oldott oxigén tekintetében a folyóvizek 58% a kiváló minőségű, 7% a jó, 11% a tűrhető, 9% a szennyezett és 16%-a az erősen szennyezett kategóriába sorolható. A vezetőképesség alapján a vízfolyások 25%-a a kiváló kategóriába, 2%-a a jó, 33%-a a tűrhető, 37%-a a szennyezett, míg 4%-a az erősen szennyezett kategóriába sorolható (7. ábra).

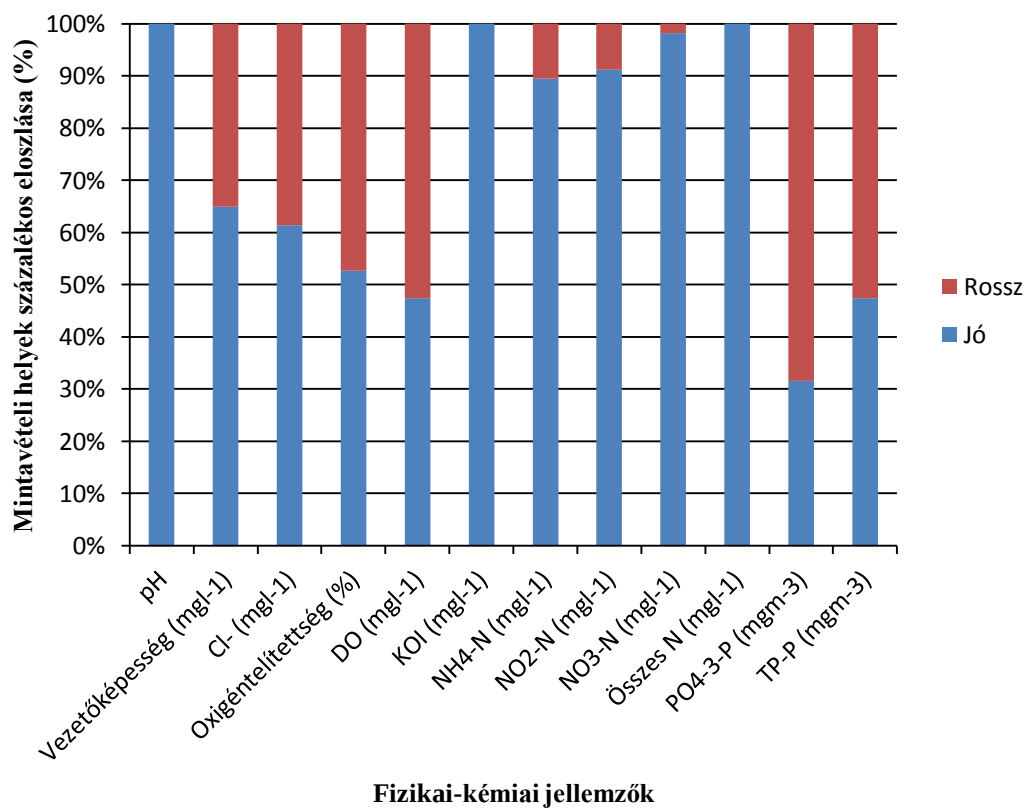
57 vízfolyás laboratóriumi mérési eredménye alapján TP szerint 30% a kiváló kategóriába, 25% a jó, 23% a tűrhető, 11% a szennyezett és 12% az erősen szennyezett kategóriába tartozik. Az ortofoszfát tartalom alapján a vízfolyások 42%-a kiváló, 12%-a a jó, 19%-a a tűrhető, 12%-a a szennyezett, míg 14%-a az erősen szennyezett kategóriába sorolható. Az ammónium értékei alapján a vízfolyások 95%-a kiváló, 2%-a a jó, 2%-a a tűrhető, 2%-a az erősen szennyezett osztályba tartozik. A nitrát értékei alapján 40% a kiváló minőségű, 51% a jó, 7% a tűrhető és 2% a szennyezett típusba tartozik. A nitrit koncentrációja szerint a vízfolyások a kiváló kategóriába sorolhatóak (7. ábra).



Mintavételi helyek százalékos eloszlása a fizikai-és kémiai paraméterek alapján

7. ábra: A mintavételi helyek MSZ 12749:1993 szabvány szerinti minőségi eloszlása

4.2.3 10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet szerinti minősítés



8. ábra: 10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet alapján történő vízminősítés százalékos eloszlása

A 10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet alapján (8. ábra) a vízfolyások 70%-a jó vízminőségű. A pH, a KOI és az összes nitrogén alapján a vízfolyások 100%-a a jó minőségű kategóriába tartozik. A foszforformák alapján a vízfolyások jelentős százaléka a rossz minősítést érte el. Az oldott oxigén és az oxigéntelítettség értékei alapján megállapítható, hogy a patakok 50-50%-a a jó illetve a rossz kategóriába sorolhatók. A klorid-ion koncentráció illetve a vezetőképesség értéke alapján a vízfolyások 70%-a a jó minőségbe tartozik. A nitrogén formák koncentrációja alapján a vízfolyások 90%-a a jó kategóriába sorolható.

4.3 A víz fizikai és kémiai paramétereinek kovaalgákkal mutatott korrelációja

Spearman rang -korreláció számításával összefüggést kerestem a vízfolyások fizikai és kémiai paramétereit, valamint a cluster analízis által kapott 2 csoport domináns bevonatlakó kovaalgáinak relatív gyakoriságai között.

2.táblázat: 1. csoport domináns kovaalgái valamint fizikai és kémiai paraméterek között szignifikáns korreláció ($p < 0,05$) (ahol GOLI: *Gomphonema olivaceum*, GPAT: *Gomphonema parvulum*, LGOE: *Luticola goeppertiana*, MCIR: *Meridion circulare*, NGRE: *Navicula gregaria*, NLAN: *Navicula lanceolata*, NAMP: *Nitzschia amphibia*, NIFR: *Nitzschia frustulum*, NOVA: *Nitzschia ovalis*, PGIB: *Pinnularia gibba*, PLFR: *Planothidium frequentissimum*, PTLA: *Planothidium lanceolatum*)

	NH ₄ -N (mg l ⁻¹)	KOI (mg l ⁻¹)	NO ₃ -N (mg l ⁻¹)	SiO ₂ (mg l ⁻¹)	SO ₄ ⁻² (mg l ⁻¹)
GOLI	-	-	-	-0,49	-0,47
GPAT	-	0,44	-	-	-
LGOE	0,58	-	-	-	-
NGRE	-	0,5	-	-	-
NLAN	-	-	-	0,47	-
NAMP	0,46	-	-	-	-
NIFR	0,61	-	-	-	-
NOVA	0,46	-	-	-	-
PTLA	-	-	-0,59	-	-

	HCO ₃ ⁻ (mg l ⁻¹)	Hőmérséklet (°C)	Vezetőképesség (μScm ⁻¹)	DO (mg l ⁻¹)
MCIR	-	-	-	0,46
NIFR	-	-	0,59	-
PGIB	-0,44	-	-	-
PLFR	-	-0,52	-	-

Az első csoportban (2. táblázat) az NH₄-N-el pozitív korrelációt a *Luticola goeppertiana*, a *Nitzschia amphibia*, a *Nitzschia frustulum*, a *Nitzschia ovalis* mutatott. A kémiai oxigénigény valamint a *Gomphonema parvulum* és a *Navicula gregaria* esetében szintén pozitív korreláció állt fenn. A NO₃-N és a *Planothidium lanceolatum* között negatív korrelációt kaptam. A szilíciummal negatív korrelációt mutatott a *Gomphonema olivaceum*, pozitív korrelációt pedig a

Navicula lanceolata. A szulfát és a *Gomphonema olivaceum* között negatív korreláció állt fenn. Hidrogén-karbonáttal negatívan korrelál a *Pinnularia gibba*. A hőmérséklettel a *Planothidium frequentissimum* mutatott negatív korrelációt. A vezetőképességgel a *Nitzschia frustulum*, az oldott oxigénnel pedig a *Meridion circulare* mutatott pozitív korrelációt.

A legtöbb faj (4) az $\text{NH}_4\text{-N}$ -el mutatott összefüggést, míg a legkevesebb faj (1) a szulfát-ionnal, a nitráttal, a hidrogén-karbonáttal, a hőmérséklettel, a vezetőképességgel és az oldott oxigéntartalommal.

3. táblázat: 2. csoport domináns kovaalgái valamint fizikai és kémiai paraméterek között szignifikáns korreláció ($p < 0,05$) (ahol ESMA: *Eolimna subminuscula*, EBIL: *Eunotia bilunaris* var. *bilunaris*, FCVT: *Fragilaria capucina* var. *vacheriae*, GTRU: *Gomphonema truncatum*, GYAC: *Gyrosigma acuminatum*, AHUN: *Lemnicora hungarica*, NCRE: *Navicula cryptotenella*, NLAN: *Navicula lanceolata*, NZCO: *Nitzschia constricta*, NDIS: *Nitzschia dissipata*, PLFR: *Planothidium frequentissimum* PTLA: *Planothidium lanceolatum*, GPAT: *Gomphonema parvulum*, AVEN: *Halamphora veneta*, AMMO: *Halamphora montana*, NTPT: *Navicula tripunctata*, NPAC: *Nitzschia paleacea*, NREV: *Nitzschia reversa*, NCAP: *Hippodonta capitata*, MVAR: *Melosira varians*, NGRE: *Navicula gregaria*, NIFR: *Nitzschia frustulum*, SANG: *Surirella angusta*)

	$\text{NO}_2\text{-N}$ (mg l^{-1})	$\text{NH}_4\text{-N}$ (mg l^{-1})	KOI (mg l^{-1})	$\text{NO}_3\text{-N}$ (mg l^{-1})	$\text{PO}_4\text{-P}$ (mg l^{-1})
ESBM	-	0,43	-	-	-
EBIL	-	-	-0,51	-	-
FCVT	-	-	0,48	-	-0,5
GTRU	-	-	-	-0,52	-
GYAC	0,5	-	-	0,42	-
AHUN	-	-	-	-	0,53
NCTE	0,5	-	-	-	-
NLAN	-	-0,51	-	-	-0,47
NZCO	0,41	-	-	-	-
NDIS	-	-	0,56	-	-0,51
PLFR	-	-	-	0,42	-
PTLA	-	-	-	-	0,47

	TP-P (mg ^l ⁻¹)	SiO ₂ (mg ^l ⁻¹)	SO ₄ ⁻² (mg ^l ⁻¹)	Cl (mg ^l ⁻¹)	TN (mg ^l ⁻¹)
FCVT	-0,49	-	-	-	-
GPAT	-	-	-	-	0,42
AMMO	-	-	-	-	-0,43
AVEN	-	-	-	0,41	-
AHUN	0,53	-	-	-	-
NCTE	-	-	-	-	0,42
NLAN	-0,42	-	-	-	-
NTPT	-	0,56	-	-	-
NDIS	-0,49	0,5	-	-	-
NPAC	-	-	-	-0,42	-
NREV	-	0,38	-	-	-
PLFR	-	-	0,43	-	-
SANG	-	-	-0,51	-	-

	Hőmérséklet (°C)	DO (mg ^l ⁻¹)	Osat (mg ^l ⁻¹)	Turbiditás (NFU)	pH
NCAP	0,41	-	-	-	-
MVAR	-	-	-	-0,49	-
NGRE	-0,43	-	-	-	-
NLAN	-0,45	-	-	-	-
NDIS	-	-	-	-	-0,43
NFIL	-	-0,57	-0,46	-	-
NPAC	-	-	-	-0,39	-
NREV	0,44	-	-	-	-

A második csoportban (3. táblázat) a nitrittel pozitív korrelációt mutatott a *Gyrosigma acuminatum*, a *Navicula cryptotenella* és a *Nitzschia constricta*. Az NH₄-N és az *Eolimna subminuscule* között pozitív korreláció állt fenn, míg a *Navicula lanceolata*-val negatív korreláció. A kémiai oxigénigénnyel negatívan korrelált az *Eunotia bilunaris* var. *bilunaris*, a *Fragilaria capucina* var. *vacheriae*, míg a *Nitzschia dissipata* pozitívan korrelált. NO₃-N-el negatív korreláció a *Gomphonema truncatum* esetében, a *Gyrosigma acuminatum* és a *Planothidium frequentissimum* esetében viszont pozitív korreláció mutatkozott. Az PO₄-P-vel két faj mutatott pozitív korrelációt a *Lemnicora hugarica* valamint a *Planothidium frequentissimum*. Három faj, a *Fragilaria capucina* var. *vacheriae*, a *Navicula lanceolata* és a *Nitzschia dissipata* viszont negatív korrelációt mutatott. A TP-vel

negatívan korrelált a *Fragilaria capucina* var. *vacheriae*, a *Navicula lanceolata* és a *Nitzschia dissipata*, ezzel ellentétben a *Lemnicora hungarica* pozitív korrelációt mutatott. Szilíciummal három faj korrelált pozitívan: a *Navicula tripunctata*, a *Nitzschia dissipata* és a *Nitzschia reversa*. A szulfát-ionnal a *Planothidium frequentissimum* pozitív, a *Surirella angustum* viszont negatív korrelációt mutatott. Klorid- ionnal a *Halamphora veneta* pozitívan korrelált, ellenben a *Nitzschia paleaceae* negatívan. Az össznitrogénnel pozitív korrelációt két faj mutatott, a *Gomphonema parvulum* és a *Navicula cryptotenella* illetve negatív korrelációt egy faj, a *Halamphora montana* mutatott. A hőmérséklet tekintetében négy faj esetében tapasztaltam korrelációt. Negatívan korrelált a *Navicula gregaria* és a *Navicula lanceolata*, pozitív korrelációt a *Halamphora capitata* és a *Nitzschia reversa* mutatott. DO-val és a DO%-al egy faj, a *Nitzschia frustulum* mutatott negatív korrelációt. A turbiditást tekintve a *Melosira varians* és a *Nitzschia paleaceae* mutatott negatív korrelációt, míg a pH-val a *Nitzschia dissipata* jelzett negatív korrelációt.

A $\text{PO}_4\text{-P}$ jelentősen befolyásolta a kovaalga összetételt, egyes fajok (pl.: *Lemnicora hungarica*, *Planothidium lanceolatum*) a magas $\text{PO}_4\text{-P}$ -t tartalmazó helyeket, míg mások (pl.: *Fragilaria capucina* var. *vacheriae*, *Navicula lanceolata*, *Nitzschia dissipata*) az alacsony $\text{PO}_4\text{-P}$ -vel jellemző vízfolyásokat részesítették előnyben. A kovaalga összetételt kevésbé befolyásolta a DO, DO% és a pH, e paraméterek csak 1-1 fajjal mutattak szignifikáns korrelációt.

5. Értékelés

A kijelölt mintavételi helyek lefedik hazánk jellegzetes földrajzi területeit. Jellegüket tekintve (magassági viszonyok, terepesés) igen eltérőek (pl. a Zempléni-hegység, Bükk, Balaton-felvidék, Velencei-középhegység, Pilis-hegység, Bakony, Dunántúli-dombság, Északi-középhegység, Börzsöny, Mezőföld, Villányi-hegység).

A vízfolyásokban a PCA analízis alapján kilenc paraméter (a DO, a DO%, a $\text{NO}_3\text{-N}$, a SiO_2 , a vezetőképesség, a HCO_3^- , Cl^- , a pH és a $\text{PO}_4\text{-P}$) volt meghatározó.

A vizsgálat alapján elmondható, hogy a patakok hőmérséklete az évszaknak megfelelően alakult. Legalacsonyabb hőmérséklete ($15,6\text{ }^\circ\text{C}$) a Szalajka-pataknak volt. Ez a vízfolyás cseppkőbarlangból ered, egy tipikus karsztforrás, melynek közelében helyezkedett el a mintavételi pontunk, ennek köszönhetően alacsonyabb volt a hőmérséklete a többi vízfolyáshoz képest (www.3.). A Félégyházi-vízfolyásnak kiugróan magas hőmérséklete ($30,6\text{ }^\circ\text{C}$) a jellegéből (növényzettel benőtt, sodrása nincs és kiszáradás előtt áll) és a közelben található termálvizes területből ered.

Magyarországi vízfolyásokra jellemző a semleges-lúgos pH érték (Kovács és mtsai., 2006), mely köszönhető a meszes alapkőzetnek (Kiss, 2004). Az általam vizsgált patakok pH értékei 7,1-es és 8,6 között voltak, melyek megfelelnek a magyarországi átlagnak (Kiss és mtsai., 2004). A pH befolyásolta legkevésbé a kovaalga összetételt és a fajok relatív gyakoriságát.

Az oldott oxigén értéke jelentős, mely a vízben végbemenő életfolyamatokhoz nélkülözhetetlen. Méréseim során az oldott oxigén értéke $0,22\text{ mg l}^{-1}$ - $18,18\text{ mg l}^{-1}$ között változott. Kritikus oxigénhiány áll fenn $2\text{-}3\text{ mg l}^{-1}$ oxigénkoncentráció esetén (Padisák, 2005). Ebben az esetben a legalacsonyabb oldott oxigén koncentrációja a Dió-érnek ($0,22\text{ mg l}^{-1}$) volt. Legnagyobb oldott oxigén koncentrációja a Félégyházi-vízfolyásnak volt ($18,18\text{ mg l}^{-1}$), melyet a növényzet dúsán benőtt illetve lassú sodrású volt.

A vízfolyások vezetőképességének átlagos értéke $735,5\text{ }\mu\text{Scm}^{-1}$. A legnagyobb fajlagos vezetőképesség értéke a Sámson-Apátfalvi-Szárazérnek volt ($2640\text{ }\mu\text{S/cm}$), ilyen magas érték antropogén szennyezésre utal (Padisák és

mtsai., 2006). A magas vezetőképességű vízfolyások indikátora a *Nitzschia frustulum* volt.

A zavarossági érték a Rák-patak (180 FNU) esetében volt rendkívül magas az átlag értékhez képest, 46,5 FNU. Ezt több tényező okozhatja, például a szennyvizek bevezetése vagy a talaj bemosódása (www.4.) a patakba. A turbiditás két fajjal mutatott negatív korrelációt. A zavarosság növekedésével a *Melosira varians* és a *Nitzschia paleaceae* relatív gyakorisága csökken.

A nitrogénformák közül az $\text{NH}_4\text{-N}$ friss szennyeződésre, az $\text{NO}_3\text{-N}$ pedig a vízgyűjtőn bekövetkezett korábbi szennyezésre (Kiss és mtsai., 2004) utal. A vízfolyások $\text{NH}_4\text{-N}$ tartalma átlagosan $0,13 \text{ mg l}^{-1}$ volt, ettől eltérő értéket tapasztaltam a Kösély esetében ($0,56 \text{ mg l}^{-1}$). Az $\text{NH}_4\text{-N}$ korrelált a legtöbb fajjal (6db) pl.: az *Eolimna subminuscula*val és a *Navicula lanceolata*val. Az $\text{NH}_4\text{-N}$ koncentrációjának növekedésével az *Eolimna subminuscula* relatív gyakorisága nőtt, míg a *Navicula lanceolata* relatív gyakorisága csökkent. A $\text{NO}_3\text{-N}$ két fajjal negatív, két fajjal pedig pozitív korrelációt mutatott. A $\text{NO}_3\text{-N}$ növekedésével a *Gomphonema truncatum* és *Planothidium lanceolatum* relatív gyakorisága nőtt, míg a *Gyrosigma acuminatum* és *Planothidium frequentissimum* relatív gyakorisága csökkent. A $\text{NO}_3\text{-N}$ koncentrációja átlagosan $2,09 \text{ mg l}^{-1}$ volt. A Szőlősi-sédnél magasabb értéket mértem az átlagnál (38 mg l^{-1}), mely a környezetben zajló szőlőtermelésnek és mezőgazdasági tevékenységek köszönhető. Az előbb említett patak 2004-es és 2008-as kutatások során is erős szennyezettséget mutatott a nitrát értékre (Kiss és mtsai., 2004) (Stenger-Kovács és mtsai., 2008) mely feltehetően a mezőgazdasági tevékenységekkel volt összefüggésben (Padisák és mtsai., 2006).

A kutatás során a vizsgált vízfolyások $\text{PO}_4\text{-P}$ koncentrációja különböző volt az egyes vízfolyásokban ($0,001 \text{ mg l}^{-1}$ - $0,422 \text{ mg l}^{-1}$), ez a paraméter pozitívan két fajjal, negatívan három fajjal korrelált. A magas $\text{PO}_4\text{-P}$ koncentrációjú helyeket a *Lemnicora hungarica* és a *Planothidium lanceolatum* preferálták, míg a *Fragilaria capucina* var. *vacheriae*, *Navicula lanceolata*, *Nitzschia dissipata* az alacsony $\text{PO}_4\text{-P}$ koncentrációjú helyeket részesítették előnyben. A patakok $\text{PO}_4\text{-P}$ átlagértéke $0,07 \text{ mg l}^{-1}$ volt. Kimagasló értékek arra utalnak, hogy az említett patakokban a trofitás igen magas. A vizsgált vízfolyások közül az alföldi patakok

ortofoszfát értékei nagyobbak voltak, mint az ország más területén. Ennek megfelelően a legnagyobb $\text{PO}_4\text{-P}$ ($0,42 \text{ mg l}^{-1}$) és TP ($2,49 \text{ mg l}^{-1}$) tartalma a Kösélynél volt. A TP pozitív és negatív korrelációt is mutatott. A 2004-es vizsgálatok alkalmával is kiugró $\text{PO}_4\text{-P}$ illetve összesfoszfor koncentrációja volt a Kösélynél ($1,16\text{-}2,4 \text{ mg l}^{-1}$, illetve $2,39\text{-}4,52 \text{ mg l}^{-1}$) (Kovács és mtsai, 2005). A Szőlősi-séd esetében $0,10 \text{ mg l}^{-1}$ értéket kaptam, ami magasabb a korábban mérteknél ($0,01 \text{ mg l}^{-1}$) (Kiss és mtsai., 2004). A Zala esetében a 2006-ban mért érték tized részét kaptam (Soróczki-Pintér és mtsai., 2006).

A patakok SiO_2 értékeit (átlagosan $12,64 \text{ mg l}^{-1}$) tekintve öt faj esetében tudtam kimutatni szignifikáns korrelációt. Egy faj esetében negatív korreláció, míg négy faj esetében pozitív korreláció állt fenn. A SiO_2 növekedése esetén a *Navicula lanceolata*, a *Navicula tripunctata*, a *Nitzschia dissipata* és a *Nitzschia reversa* relatív gyakorisága nőtt, míg a *Gomphonema olivaceum* relatív gyakorisága csökkent. $500 \mu\text{g l}^{-1}$ az a koncentráció, mely felett biztosan nem áll fenn Si limitáció (Padisák és mtsai., 2006). A hazai vízfolyások jórészt olyan mennyiségben tartalmaznak Si-ot, ami a kovaalgák számára nem limitáló (Padisák és mtsai., 2006).

A Cl^- ion koncentrációja a Királyhegyesi- szárazér esetében volt a legmagasabb ($252,61 \text{ mg l}^{-1}$) az átlagos értékhez képest ($52,01 \text{ mg l}^{-1}$), mely antropogén hatást, elsősorban ipari szennyezést jelezhet (Padisák és mtsai., 2006). 2004-ben történő vizsgálat alkalmával a Kösély esetén mérték a legnagyobb klorid-ion koncentrációt (510 mg l^{-1}) (Kovács és mtsai., 2004). 2010-ben történő vizsgálatok esetében ezen vízfolyás klorid-ion koncentrációja jelentősen lecsökkent, de még mindig az átlag érték felett van ($125,06 \text{ mg l}^{-1}$). A Cl^- -ion egy fajjal pozitív, egy fajjal pedig negatív korrelációt mutatott. A magas Cl^- -ion koncentrációjú helyeket a *Halimnophora veneta*, míg az alacsony Cl^- -ion koncentrációjú helyeket a *Nitzschia paleaceae* preferálta.

A szulfát-ion átlagos koncentrációja $127,74 \text{ mg l}^{-1}$ volt. Szulfát-ion gyakran ipari és háztartási szennyvizek útján kerül a vízfolyásokba (www.5). Az átlag értéktől legnagyobb eltérést a Benta-patak mutatta, melynek partján a Dunamenti Erőmű található. A szulfát-ion egy faj esetében pozitív és két faj esetében negatív korrelációt mutatott. A szulfát-ion koncentrációjának növekedésével a

Planothidium frequentissimum relatív gyakorisága nőtt, míg a *Gomphonema olivaceum* és a *Surirella angusta* relatív gyakorisága csökkent.

A vízfolyások MSZ 12749:1993 szabvány szerinti osztályozása megmutatja, hogy a vizek 60%-a a kiváló és a jó kategóriába tartozik. Kis százalékban találni szennyezett és erősen szennyezett vízfolyást is. A 10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet alapján a vízfolyások 70%-a jó vízminőségűek.

57 preparátumban összesen 111 kovaalga fajt azonosítottam. A legfajgazdagabb vízfolyások a Bozót-patak (29), melynek diverzitása 3,2 és a Karasica-patak, melynek fajszáma 23, diverzitása pedig 3,1. A legkevesebb fajt pedig a Sárvízben (6) találtam. A patakok Shannon-Weaver diverzitása 0,5-4,17 volt, mely megfelel más irodalmi adatoknak (1,12-4,65) (Kovács és mtsai., 2005). A diverzitásban bekövetkező változás jó indikátora lehet a vízfolyások fizikai – és kémiai paramétereinek megváltozásának (Ács, 2003).

A domináns fajok alapján a cluster-analízis által két csoportot tudtam elkülöníteni. Az első csoportba azok a mintavételi helyek tartoznak, melyek dombvidéki jellegűek. Míg a második nagyobb csoportot a sík és dombvidéki jellegű helyek egyaránt alkotják.

A leggyakrabban előforduló domináns faj az *Achnanthes minutissimum*, melyet a vízfolyások biológiai sértetlenségének megállapítására javasolnak (Ács, 2003), érzékeny a szerves terhelésre (Janina K. és mtsai., 1998), valamint r-stratégista gyomfajnak tartják (Ács, 1998; Ács és mtsai., 2001), továbbá a fajt a természetes diszturbancia karakterfajaként (Stenger-Kovács és mtsai., 2006) tartják számon.

A leggyakoribb fajok autökológiájukat tekintve az eutróf és a β -mezoszaprób vizeket preferálják, valamint nagy toleranciával rendelkeznek. Egy-egy mintában képviselteti magát az *Eolimna subminuscula* és a *Planothidium frequentissimum*, melyek az alfa-mezo-poliszaprób vizeket kedvelik.

Az IPSITI index eredménye alapján elmondható, hogy a vízfolyások ökológiai állapota a tűrhető és a közepes kategóriába tartozik. Alacsony index értéket szerves anyaggal szennyezett Kösély vízfolyásban kaptam (Janina K. és mtsai., 1998). A Félégyházi-vízfolyásban volt a legalacsonyabb az IPSITI index

értéke, mely jól tükrözi a patak mentén folyó mezőgazdasági és állattartási tevékenység hatásait.

Összességében elmondható, hogy az általam vizsgált 57 hazai vízfolyások ökológiai állapota a bentikus kovaalga csoport alapján főként jónak és mérsékeltnek tekinthető, míg a víz fizikai - és kémiai paramétereit vizsgálva a patakok a jó, a közepes és a tűrhető kategóriába sorolhatók.

6. Összefoglalás

Az EU programjának a Víz Keretirányelvnek (VKI) a célja, hogy a felszíni vizek állapota 2015-re jó ökológiai állapotúak legyen. Irányt és szemléletrendszert ad, melyet minden ország a saját helyi adottságoknak megfelelően dolgoz ki. Felszíni vizeink minősítésére az EU a kovaalgákon alapuló minősítési rendszert javasolja, mivel ez az élőlénycsoport kiválóan és gyorsan reagál a környezet változására.

A kutatás elsődleges célja volt, hogy a 2010 nyarán az 57 különböző magyarországi folyóvizekből gyűjtött kovaalga bevonat minták és vízkémiai mérések alapján feltárjam a vízfolyások kovaalga összetételét valamint a fizikai és kémiai paramétereit. A kapott eredmények alapján elvégeztem a vizek ökológiai állapotbecslését illetve minősítését az MSZ 12749 szabvány és a 10/2010. (VIII.18.) VM rendelet határértékeinek megfelelően.

Az 57 mintában 111 fajt határoztam meg, a domináns fajok alapján a cluster-analízis által két csoportot tudtam elkülöníteni. Az első csoportot a dombvidéki jellegűek vízfolyások, a másik csoportot a sík és dombvidéki jellegű vízfolyások egyaránt alkotják. A leggyakrabban előforduló domináns faj az *Achnanthydium minutissimum*, melyet a vízfolyások biológiai sértetlenségének megállapítására javasolnak. A fajok konstanciáját vizsgálva a vízfolyások 80%-ban megtalálható fajok a *Cocconeis placentula* és a *Nitzschia palea*. A leggyakoribb fajok autökológiájukat tekintve az eutróf és a β -mezoszaprób vizeket preferálják, valamint nagy toleranciával rendelkeznek. Az IPSITI index eredménye alapján elmondható, hogy a vízfolyások ökológiai állapota a közepes és a tűrhető kategóriába tartozik.

A PCA analízis alapján kilenc paraméter (a DO, a DO%, a $\text{NO}_3\text{-N}$, a SiO_2 , a vezetőképesség, a HCO_3^- , Cl^- , a pH és a $\text{PO}_4\text{-P}$) volt meghatározó a vízfolyásokban. A vízfolyások MSZ 12749:1993 szabvány szerinti osztályozása megmutatja, hogy a vizek 60%-a a kiváló és a jó kategóriába tartozik. Kis százalékban találni szennyezett és erősen szennyezett vízfolyást is. A 10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet alapján a vízfolyások 70%-a jó vízminőségű.

7. Irodalomjegyzék

- AMBRUS A., CSÖRGITS G., DR. FÜLÖP S., HAVASNÉ SZILÁGYI E., KIS F. (2003): A víz keretirányelv természetvédelmi vonatkozásai, MTVSZ.
- ÁCS É. (1998): Short-term fluctuations in the benthic algal compositions on artificial substratum in a large river (River Danube, near Budapest). Verh. Internat. Verein. Limnol. 26: 1653-1656.
- Ács, É., Buczkó, K., Lakatos, Gy. (1991): A Velencei-tó és a Fertő-tó nádbevonatának összehasonlító algológiai elővizsgálata. Bot. Közlem. 78: 1-2 füzet.
- ÁCS É. (2003): Az ökológiai minősítés kérdései 2003. Epilithikus kovaalgák. VKI jelentés.
- ÁCS É., KISS T. (2004): Algológiai Praktikum, ELTE Kiadó, Budapest
- ÁCS É., LAKATOS GY., RESKÓÉ NAGY M. (2001): A Velencei-tó nádbevonatában bekövetkezett változások. Hosszútávú algológiai vizsgálatok. Hidrológiai Közlöny 81: 308-310.
- ÁCS É., BORICS G., KISS G., RESKÓÉ NAGY M., VÁRBÍRÓ G., KISS K. T. (2007): Fitobenton vizsgálatok tanulságai a Balaton és vízgyűjtője patakjainak példáján. XXV. Országos Vándorgyűlésre benyújtott előadásokról. 7. szekció, Vízbőlógia
- ÁCS É., BORICS G., FEHÉR G., KISS KEVE T., RESKÓÉ NAGY M., STENGER-KOVÁCS CS., TÓTH A., VÁRBÍRÓ G. (2009): A fitobenton élőlénycsoport zárójelentése, I. vízfolyások
- BRIAN A., WHITTON, MARTYN G., KELLY (2006): Use of algae and other plants for monitoring rivers. Article first published online: 28 JUL 2006. DOI: 10.1111/j.1442-9993.1995.tb00521.x.
- KOVÁCS CS., MARIA K., ÉS PADISÁ J. (2006): Benthic diatom communities analog pH and TP gradients in Hungarian and Swedish streams: Journal of Applied Phycology (2006) 18: 105-117.
- DUDINSZKY LÁSZLÓNÉ (1996): A víz és a vizi környezetvédelem a Kárpát-medencében, Eger.
- DUKAY I. (2000): Kézikönyv a kisvízfolyások komplex vizsgálatához, Göncöl Alapítvány és Szövetség

- ENTZ B. (1953): Horizontális kémiai vizsgálatok az 1950 és 1952 nyarán a Balaton különböző biotópjaiban és néhány beömlő patak torkolatánál. *Annal. Bio1. Tihany* 21 29-48,
- ENTZ B. (1958): Az Aszófői-séd továbbá a Pécsely-patak és az Aszófői-séd torkolata közt a Balatonba ömlő patakok hőmérsékleti és vízkémiai viszonyai. - A patakok elsődleges termeléséről. *Annal. Biol. Tihany*, 25: 1 09-136.
- IRENE ÁLVAREZ – BLANCO, CRISTINA CEJUDO – FIGUEIRAS, ELOY BÉCARES, SAÚL BLANCO (2011) :Spatiotemporal changes in diatom ecological profiles: implications for biomonitoring. *Limnology* 12: 157-168.
- JANINA K., PERTTI E., BARBARA K., KRZYSZTOF W. (1998): Use of benthic diatom communities to evaluate water quality in rivers of southern Poland. *Journal of Applied Phycology* 10: 193-201.
- KISS K.T. (1998): Bevezetés az algológiába, ELTE Eötvös Kiadó, Budapest
- KISS ZS., KOVÁCS CS., PADISÁK J., SCHMIDT A. ,(2004): Hidrogeográfiai és vízkémiai vizsgálatok néhány Közép-magyarországi kis vízfolyásban, *Hidrológiai Közöny* 2004. 84.
- KOL E., TAMÁS G. (1954): A Pécsely-patak mikrovegetációja. *Annal. Bio1. Tihany* 22:87- 1 03,
- KOVÁCS CS., PADISÁK J., ÁCS É. (2005): A bevonatlakó kovaalgák alkalmazása a hazai kisvízfolyások ökológiai minőségében. *Hidrobiológiai Közöny* 85: 64-67.
- KOVÁCS CS., KISS ZS., PADISÁK J. (2004): Balaton környéki kis vízfolyások diatómáinak florisztikai és mennyiségi vizsgálatai, *Hidrobiológiai Közöny* 2004 84.ÉVF.
- KOVÁCS CS.,KAHLER M.,& PADISÁK J. (2006): Benthic diatom communities along pH and TP gradients in Hungary and Swedish stream, *Journal of Applied Phycology* (2006) 18: 105-117
- KOVÁCS M., FELFOLDY L. (1958): Vegetációtanulmányok az Aszófői-séd mentén. *Annal. Biol. Tihany* 25,, 137-163.
- KRAMMER K., LANGE-BERTALOT H. (1991): Bacillariophyceae 4. Teil: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula und Gomphonema. In:

- Pascher, a Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 2/4, Gustav Fischer Verlag, Heidelberg Berlin.
- KRAMMER K., LANGE-BERTALOT H. (1991, 2000): Bacillariophyceae 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In: Pascher, a Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 2/3, Gustav Fischer Verlag, Heidelberg Berlin. 25
- KRAMMER K., LANGE-BERTALOT H. (1997, 1999): Bacillariophyceae 1. Teil: Naviculaceae. In: Pascher, a Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 2/1, Gustav Fischer Verlag, Heidelberg Berlin.
- KRAMMER K., LANGE-BERTALOT, H. (1997, 1999): Bacillariophyceae 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. In: Pascher, a Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 2/2, Gustav Fischer Verlag, Heidelberg Berlin.
- LANGE-BERTALOT, H (2000): Iconographia Diatomologica. Annotated Diatom Micrographs Volume 9. Diatomeen der Anden. Koeltz Scientific Books. 673 pp.
- LANGE-BERTALOT, H. (2004): Iconographia Diatomologica. Annotated Diatom Micrographs Volume 13. Ecology – Hidrogeology – Taxonomy. Koeltz Scientific Books. 480 pp.
- LANGE-BERTALOT, H. (2008): Iconographia Diatomologica. Annotated Diatom Micrographs Volume 17. Diatoms of North America. Koeltz Scientific Books. 649 pp.
- LANGE-BERTALOT, H. (2000): Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats. Volume 1: Krammer, Kurt: The genus PINNULARIA. 2000. 217 plates of micrographs. 703 p. gr8vo. Hardcover. (ISBN 978-3-904144-24-7).
- LANGE-BERTALOT, H. (2001): Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats. Volume 2: Lange-Bertalot, Horst: Navicula sensu stricto, 10 Genera Separated from Navicula sensu stricto, Frustulia. 2001. 140 photographic plates. 526 p. gr8vo. Hardcover. (ISBN 978-3-904144-78-0)
- LANGE-BERTALOT, H. (2002): Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats. Volume 3: Krammer, Kurt: Cymbella. 2002. 194 photographic plates. 584 p. gr8vo. Hardcover. (ISBN 978-3-904144-84-1)
- LANGE-BERTALOT, H. (2003): Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats. Volume 4: Krammer, Kurt: Cymboplectra, Delicata,

- Navicymbula, Gomphocymbellopsis, Afrocymbella Supplements to cymbelloid taxa. 2003. Many figures in the text. 164 photogr. plates. IV, 530 p. gr8vo. Hardcover. (ISBN 3-904144-99-5)
- LANGE-BERTALOT, H. (2011): Diatomeen im Süßwasser - Benthos von Mitteleuropa. Bestimmungsflora Kiesalgen für die ökologische Praxis. Über 700 der häufigsten Arten und ihre Ökologie. Von Gabriele Hofmann, Marcus Werum und Horst Lange-Bertalot. 2. korrigierte Aufl. 2012. 3522 Fig. auf 133 Tafeln. 908 S. gr8vo. Hardcover. - In German, with Latin nomenclature and Latin species index. (978-3-906166-92-6)
- LUKÁCS D (1950): Adatok az egri melegvizek állatföldrajzi és állatökológiai viszonyaihoz. Hidrológiai Közöny 3 0.
- LUKÁCS D. (1956): Adatok a Vöröskövölgyi csermely állatökológiájához és állatföldrajzához. Acta Acad. Paedag. Aegriensis 2.
- LUKÁCS D. (1957): Állatföldrajzi állatökológiai vizsgálatok a Hidegkővölgy és a Peskővölgy (a Bükk hegység déli része) vizeiben. Acta Acad. Paedag. Aegriensis 3.
- LUKÁCS D. (1958): Az egri langyosvíz zoocönológiai viszonyai. ÁllattantKözI.46.
- LUKÁCS D. (1959) Rheobiológiai vizsgálatok a bükk-hegység dél-nyugati részében. Hidrológiai Közöny 3 9.
- LUKÁCS D., VAJON L. (1955): Jegyzetek a Bükk vizeinek állatökológiai és állatföldrajzi viszonyaihoz
- PADISÁK J. (2005): Általános Limnológia, ELTE Eötvös Kiadó, Budapest
- PADISÁK J. (2006): Magyarország patakjainak diatóma (Bacillariophyceae) flórája, annak geomorfológiai, vízkémiai és antropogéneredetű meghatározói. OTKA
- PÁSZTÓ P. (1998): vízminőségvédelem, vízminőségsszabályozás, Veszprémi Kiadó, Veszprém
- PÉTERFI I. (1977): Az algák biológiája és gyakorlati jelentősége, Ceres Könyvkiadó, Budapest
- PÓNYI J., BANKÓS L. (1978): Különböző növényvédő szerek hatása a *Gammarus roeseli* Gervais nevű Amphipoda fajaira. Állatt. Közlem. 65: 115-126

- PÓR G., SÁRA Z., PADISÁK J., GRIGORSZKY I., BORBÉLY GY. (2000): Előzetes vizsgálatok az Aszófői-séd kovaalgáinak felméréséhez. *H idrológiai Közlöny* 80 : 377 -378.
- PRETTI ELORANTE ÉS JANNE SOININEN (2002): Ecological status of some Finnish rivers evaluated using benthic diatom communities. *Journal of Applied Phycology* 14: 1-7.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM (2010): R: A language and environment for statistical computing, reference index version 2.11.0. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0.
- SÁRA Z., PÓR G., PADISÁK J., GRIGORSZKY L, BORBÉLY GY. (2000) Az Örvényesi-séd (Pécsely-patak) kovaalgáinak összehasonlító vizsgálata. *Hidrológiai Közlöny* 80: 380-382.
- SORÓCZKI-PINTÉR É., KIRÁLYKÚTI I., KOVÁCS ZS., PADISÁK J., VARANKA I. (2006): Balatoni befolyók vízkémiai jellegének vizsgálata, *Hidrobiológiai Közlöny*, 86: 113-115
- STENGER- KOVÁCS CS., BUCZKÓ K., HAJNAL É., PADISÁK J. (2006): Epiphytic, littoral diatoms as bioindicators of shallow lake trophic status: Trophic Diatom Index for Lakes (TDIL) -developed in Hungary
- STENGER-KOVÁCS CS., BÍRÓ P., SORÓCZKI-PINTÉR É. (2008): A Balaton befolyóinak ökológiai állapota a bevonatalkotó kovaalgák alapján *Hidrológiai Közlöny* 88: 192-195.
- SZABÓ K. É. (2004): Egyes hazai vizeink bevonatlakó kovaalgáinak összehasonlító értékelése, Szent István Egyetem
- SZÁNTÓ P. (1998): *Vízminőségvédelem, vízminőségsszabályozás*, Veszprémi Kiadó, Veszprém
- VÍZKELETY É., LENTI L.NÉ. (1977): A Zala biológiai vízminősége, különös tekintettel az antropogén hatásokra. *Hidrológiai Közlöny* 9: 413-417.
- WETZEL R.G. AND LIKENS G.E. (2000): *Limnological Analysis*, Third Edition. Springer-Verlag New York, Inc. p.429

Internet hivatkozások:

www.

1. <http://www.euvki.hu/> (2012.03.26.)
2. http://vizeink.hu/files2/Orszagos_VGT.pdf (2012.03.26.)
3. <http://oktatas.barlang.hu/alapfoku-jegyzet/geol4.html> (2011.11.04.)
4. <http://enfo.agt.bme.hu/drupal/sites/default/files/A%20v%C3%ADz%20fizikai%20jellemz%C5%91i.pdf> (2011.11.04.)
5. <http://enfo.agt.bme.hu/drupal/sites/default/files/A%20v%C3%ADz%20k%C3%A9rtelm%20jellemz%C5%91i.pdf> (2012. 04.11.)
6. <http://www.minitab.com/en-ES/default.aspx> (2012. 05.02.)

8. Köszönetnyilvánítás

Szeretnék köszönetet mondani témavezetőimnek Dr. Stenger-Kovács Csillának és Lengyel Edinának a dolgozat elkészítésében nyújtott segítségükért. Köszönettel tartozom Dr. Üveges Viktóriának, Kovács Katának, Biró Ritának, Pálmai Tamásnak, Szabó Beátának és a Limnológia Intézeti Tanszék összes munkatársának, akik a vízminták gyűjtésében és a laboratóriumi mérésekben részt vettek.

I. Függelék

1. táblázat: Mintavételi helyek fajszám, diverzitás, egyenletesség és IPSITI index eredményei

Vízfolyás neve	Fajszám	Diverzitás	Egyenletesség	IPSITI
ARK	17	2,75	0,66	6,6
BEL	8	0,85	0,27	10,1
BEN	16	3,07	0,75	6,2
BIK	14	2,3	0,59	7,9
BOZ	29	3,23	0,65	6,6
CKG	15	2,7	0,68	4,9
CUH	16	2,84	0,69	8,4
CSA	16	2,5	0,61	9,5
CSE	18	3,34	0,79	9,8
CSO	28	3,67	0,76	9,8
DER	8	1,1	0,35	13,1
DES	21	2,82	0,63	6,5
DIÓ	19	2,92	0,68	7,8
FÉL	13	1,91	0,5	4,0
FOL	21	2,94	0,66	6,5
GAL	23	2,9	0,66	10
GAN	17	2,4	0,58	9,8
GAR	22	3,62	0,8	9,1
GÖN	15	2,95	0,74	8,6
GYÖ	24	3,76	0,8	9
HAR	14	2,82	0,72	5
HÓR	21	2,96	0,66	7,7
KAR	23	3,1	0,68	5,2
KEC	17	2,72	0,65	4,8
KER	23	2,36	0,52	7,7
KIR	20	3,28	0,75	7,1
KON	4	0,87	0,37	14,7
KÓR	25	3,01	0,64	4,6
KÖS	17	3,8	0,77	4,4

1. táblázat (folytatása): Mintavételi helyek fajszám, diverzitás, egyenletesség és IPSITI index eredményei

Vízfolyás neve	Fajszám	Diverzitás	Egyenletesség	IPSITI
KÖV	16	2,08	0,51	9,7
KUR	20	3,35	0,76	6,7
LAP	19	2,9	0,67	6,3
NAG	20	2,91	0,66	11,2
OSV	20	3,07	0,71	8,9
ÖPA	20	3,65	0,83	7,6
PÁK	18	3,22	0,76	8,5
PER	16	3,22	0,79	4,8
POK	16	2,97	0,73	9,4
RÁB	23	3,52	0,77	6,8
RAK	19	3,17	0,73	7,7
RÁK	21	2,94	0,66	9,8
RRR	20	3,11	0,71	6,2
SÓS	27	3,56	0,74	8,3
SSS	19	3,51	0,81	5,2
SVZ	6	0,51	0,18	16,2
SZA	13	2,78	0,73	9,9
SZE	15	1,44	0,35	10,1
SZÉ	20	3,05	0,69	7,2
SZŐ	20	3,2	0,73	10,4
SZT	23	3,05	0,67	9,4
SZU	24	2,9	0,62	8,3
TEL	10	2,11	0,52	11,3
TOC	10	2,75	0,63	4,5
VAJ	9	3,32	0,77	8,8
VÁL	11	3,71	0,82	6,9
VÖL	12	4,17	0,86	8,2
ZAL	15	3,11	0,71	6,5

2. táblázat: IPSITI hazánkban használatos értékei

Kategória	Érték	Osztály
V.	≥ 16	kiváló
IV.	12,8 – 15,9	jó
III.	8,9 – 12,7	közepes
II.	5,4 - 8.8	tűrhető
I.	$\leq 5,4$	rossz

3. táblázat: A vízfolyások GPS koordinátái és a mintavételi szubsztrát típusok

Vízfolyás kódja	GPS koordináta (N)	GPS koordináta (E)	Szubsztrát típus
ARK	48,3567°	21,2525°	kő
BEL	47,1331°	18,3149°	kő
BEN	47,2110°	18,5136°	sás
BIK	47,44398°	18,25584°	kő
BOZ	46,51534°	18,26424°	nád
CKG	46,58527°	18,13146°	nád
CUH	47,2255°	17,5049°	kő
CSA	47,1224°	18,3019°	kő és nád
CSE	48,4827°	21,3568°	kő
CSO	46,59246°	17,54415°	kő
DER	47,41062°	18,55081°	kő
DES	46,2735°	17,4714°	kő
DIÓ	46,54013°	21,15073°	kő
FÉL	46,44295°	19,49490°	kő
FOL	46,65515°	21,00000°	sás
GAL	47,59003°	19,55355°	kő
GAN	47,55452°	18,46350°	kő és iszap
GAR	48,4847°	21,2934°	kő
GÖN	48,4847°	21,2934°	kőről
GYÖ	47,2359°	16,3213°	kő
HAR	46,48552°	18,38339°	nád
HÓR	47,45292°	20,36308°	kő
KAR	45,55596°	18,2749°	kő és növény
KEC	48,02482°	18,55054°	kő és iszap
KER	46,4716°	16,2213°	kő
KIR	46,17073°	20,36452°	nád
KON	47,38048°	21,40158°	egyéb
KÓR	46,36262°	20,17460°	sás
KÖS	47,25017°	21,24292°	nád
KÖV	47,1326°	17,3312°	kő

3. táblázat (folytatása): A vízfolyások GPS koordinátái és mintavételi szubsztrát típusok

Vízfolyás kódja	GPS koordináta (N)	GPS koordináta (E)	Szubsztrát típus
KÚR	46,37590°	20,14167°	nád
LAP	46,5730°	16,1628°	kő
NAG	47,4937°	19,55371°	kő
OSV	48,4947°	21,2934°	kő
ÖPA	46,14346°	18,28507°	kő
PÁK	47,1322°	18,3332°	kő
PER	47,06093°	18,43364°	nád
POK	47,53071°	18,55537°	kő
RÁB	46,5705°	16,2157°	kő
RAK	48,4034°	20,7228°	kő
RÁK	47,4041°	16,3231°	kő
RRR	46,20004°	18,35008°	nád
SVZ	46,46086°	18,36572°	nád
SÓS	46,46275°	19,06581°	nád
SSS	46,16348°	20,33049°	nád
SZA	47,05179°	17°54,164	kő
SZE	48,3396°	21,2386°	békabuzogány
SZÉ	46,13146°	19,53528°	nád
SZŐ	46,57227°	17,52231°	kő
SZT	47,2005°	18,4537°	iszap
SZU	48,03194°	18,55463°	kő és iszap
TEL	48,42335°	20,6503°	kő
TOC	47,31285°	21,35401°	egyéb
VAJ	46 29 59,4	18 58 25,0	nád
VÁL	47,1802°	18,4437°	nád
VÖL	46,22380°	18,40190°	fa
ZAL	46,5037°	16,3518°	kő

4. táblázat: A vízfolyások helyszíni méréseinek eredményei, (na= nincs adat)

Víz- test	Hőmérséklet (°C)	Vezetőképeség (μScm^{-1})	DO (mg l^{-1})	Oxigéntelí- -tettség (%)	Turbiditás (NTU)	pH
ARK	20,9	299	8,4	97,4	na	7,5
BEL	17,6	566	8,1	90,1	11,2	8,2
BEN	19,9	1213	1,8	20,1	64,3	7,8
BIK	21,7	744	7,4	86,8	52,9	8,5
BOZ	21,6	1291	3,6	43,1	35,1	8,4
CKG	20,3	1758	0,3	3,6	2,28	7,9
CUH	18,9	777	8,8	99,7	38,8	7,4
CSA	19,1	1296	7,9	88,6	95,2	8,4
CSE	18,7	90	8,7	97,2	na	6,5
CSO	17,6	832	8,6	93,3	16,1	8,2
DER	19	1183	5,3	58,9	8,8	8,2
DES	21,5	907	5,4	63,3	48,8	8
DIÓ	19,7	1229	0,2	2,5	7,3	7,4
FÉL	30,6	928	18,2	247,7	188	8,5
FOL	24,2	1251	3,3	40,5	20,4	7,9
GAL	21,3	474	9,9	116,8	2,3	8,6
GAN	18,9	813	8,4	94,4	102	8,3
GAR	15,9	435	9,1	95,8	na	8
GÖN	23	247	8,9	107,5	na	7,5
GYÖ	19,7	319	8,7	99,1	44,7	7,5
HAR	20,3	1259	2,6	28,9	15,8	8,1
HÓR	18,5	1247	7,9	85,3	22,6	7,9
KAR	24,7	740	6,6	81,2	126	8,2
KEC	18,9	813	8,4	94,4	102	8,3
KER	19,2	179,3	7,1	79,9	39,7	7,4
KIR	22,8	2450	1,67	19,7	8,2	na

4. táblázat (folytatása): A vízfolyások helyszíni méréseinek eredményei, (na= nincs adat)

Víz- test	Hőmérséklet (°C)	Vezetőképeség (μScm^{-1})	DO (mg l^{-1})	Oxigénteli- tettség (%)	Turbiditás (FNU)	pH
KON	23	1199	11,9	142,8	10,2	8,2
KÓR	26,8	1964	5,4	69,6	12,4	8,6
KÖS	24,2	1251	3,3	40,5	20,4	7,9
KÖV	19,8	677	8,2	92,3	52,5	7,4
KUR	28,4	1058	4,5	59,5	11,9	8,4
LAP	21	244	7,1	82,7	27,9	7,9
NAG	19,4	312	9,1	102,6	1,6	8,3
OSV	18,3	224	8,7	95,4	na	7,2
ÖPA	22,8	701	8,0	95,9	11,3	8,2
PÁK	19	1452	10,7	118,6	2,2	8,4
PER	20,8	1572	6,1	69,7	10,5	8,3
POK	18,9	813	8,4	94,4	102	8,4
RÁB	21,8	398	7,8	91,8	35,3	7,7
RÁK	20,4	579	8,1	93,8	28,7	7,1
RAK	19,8	605	6,6	74,4	-	7,3
RRR	27,8	1109	1,1	14,1	180	7,7
SÓS	24,1	883	2,6	32,2	12,7	7,9
SSS	22,7	2640	0,8	9,4	9,4	8,3
SVZ	22,3	1215	3,4	40	32,4	8,0
SZA	15,6	404	9,3	98,2	na	7,5
SZE	22,3	724	7,9	93	na	7,5
SZÉ	25,6	1158	14,9	186	40,6	8,6
SZŐ	18,3	947	8,8	96,5	17,4	8,4
SZT	19,8	1088	7,4	83,3	202	8,3
SZU	20,7	407	7,6	87,2	12,6	7,8
TEL	22,8	565	4,2	51,1	na	7,3
TOC	23,3	1145	0,5	5,7	8,9	7,9
VAJ	24,8	739	3,0	37,5	40,6	7,9
VÁL	19,8	1183	6,1	68,6	150	8,3
VÖL	23,4	849	5,8	67,6	118	8,2
ZAL	21	244	7,1	82,7	27,9	7,9

5. táblázat: Laboratóriumban mért nitrogén és foszforformák (na=nincs adat)

Vízfolyás	NO ₂ -N (mg l ⁻¹)	NO ₃ -N (mg l ⁻¹)	NH ₄ -N (mg l ⁻¹)	PO ₄ -P (mg l ⁻¹)	TP (mg l ⁻¹)
ARK	0,00	0,27	0,00	0,01	0,08
BEL	0,00	0,81	0,00	0,02	0,03
BEN	0,01	0,15	0,11	0,29	0,34
BIK	0,02	0,34	0,04	0,05	0,19
BOZ	0,03	0,50	0,12	0,14	0,37
CKG	0,03	0,81	0,16	1,16	1,71
CUH	0,02	0,94	0,01	0,06	0,25
CSA	0,01	1,34	0,02	0,06	0,13
CSE	0,00	0,06	0,02	0,032	0,08
CSO	0,00	0,34	0,02	0,01	0,06
DER	0,12	1,88	0,13	0,57	0,79
DES	0,06	0,33	0,03	0,06	0,22
DIÓ	0,01	0,07	0,09	0,94	1,00
FÉL	0,00	0,14	0,13	0,23	1,47
FOL	0,00	0,05	0,03	0,99	1,36
GAL	0,00	0,16	na	0,02	0,07
GAN	0,00	0,62	0,01	0,03	0,16
GAR	0,05	0,33	0,04	0,02	0,06
GÖN	0,01	0,74	0,00	0,01	0,09
GYÖ	0,00	0,29	0,01	0,01	0,05
HAR	0,00	0,12	0,04	0,13	0,40
HÓR	0,02	2,36	0,02	0,15	0,27
KAR	0,01	0,31	0,01	0,04	0,17
KEC	0,00	0,55	na	0,09	0,15
KER	0,01	0,16	0,01	0,00	0,11
KIR	0,00	0,06	0,00	0,67	0,83

5. táblázat (folytatása): Laboratóriumban mért nitrogén és foszforformák (na=nincs adat)

Vízfolyás	NO ₂ -N (mg l ⁻¹)	NO ₃ -N (mg l ⁻¹)	NH ₄ -N (mg l ⁻¹)	PO ₄ -P (mg l ⁻¹)	TP (mg l ⁻¹)
KON	0,00	1,07	0,00	0,02	0,02
KÓR	0,00	0,05	0,01	1,03	1,12
KÖS	0,09	0,79	0,56	1,35	2,49
KÖV	0,00	0,64	0,00	0,04	0,05
KUR	0,00	0,03	0,03	0,23	0,34
LAP	0,00	0,31	0,01	0,02	0,08
NAG	0,00	0,14	0,00	0,01	0,01
SZU	0,00	0,59	0,00	0,13	0,19
OSV	0,00	0,32	0,03	0,13	0,29
ÖPA	0,04	0,94	0,31	0,03	0,17
PÁK	0,01	0,57	0,03	0,03	0,08
PER	0,03	0,39	0,12	0,31	0,43
POK	0,00	0,08	0,00	0,08	0,11
RÁB	0,00	0,33	0,02	0,01	0,09
RÁK	0,00	0,15	0,00	0,00	0,05
RRR	0,00	0,06	4,15	0,02	0,25
SÓS	0,00	0,05	0,01	0,02	0,03
SSS	0,00	0,06	0,05	1,27	2,54
SVZ	0,03	0,68	0,16	0,32	0,46
SZA	0,01	0,34	0,00	0,11	0,11
SZE	0,02	0,62	0,02	0,28	0,47
SZÉ	0,00	0,09	0,03	0,21	0,29
SZŐ	0,00	1,47	0,03	0,05	0,10
SZT	0,01	0,37	0,04	0,12	0,29
TDO	0,00	0,04	0,02	0,04	0,36
TEL	0,00	0,06	0,03	0,08	0,16
TOC	0,02	0,14	0,40	0,14	0,32
VAJ	0,00	0,13	0,05	0,06	0,18
VÁL	0,01	0,31	0,03	0,11	0,36
VÖL	0,03	1,48	0,01	0,11	0,36
ZAL	0,01	0,29	0,02	0,01	0,14

6.táblázat: A vízfolyások főionjainak eredményei

Vízfolyás	Cl ⁻ (mg l ⁻¹)	SO ₄ ⁻² (mg l ⁻¹)	CO ₃ ⁻² (mg l ⁻¹)	HCO ₃ (mg l ⁻¹)	SiO ₂ (mg l ⁻¹)
ARK	7,14	59,81	0,00	1,95	25,39
BEL	6,40	77,34	0,00	7,55	2,73
BEN	54,19	446,64	0,00	5,50	16,85
BIK	19,60	113,63	0,00	5,15	3,80
BOZ	70,23	134,01	0,00	9,35	12,47
CKG	106,21	408,73	0,00	11,25	13,44
CUH	33,50	49,99	0,00	4,50	7,49
CSA	92,81	212,43	0,00	7,50	14,34
CSE	172,66	309,38	0,00	0,70	21,56
CSO	20,20	16,93	0,00	5,60	5,29
DER	82,63	233,68	0,00	5,20	16,15
DES	20,20	27,67	0,00	6,75	9,84
DIÓ	85,11	224,31	0,00	7,65	17,08
FÉL	39,95	68,73	0,00	2,40	15,45
FOL	91,07	227,96	0,00	6,85	17,35
GAL	16,50	55,56	0,00	2,60	10,27
GAN	17,73	130,72	0,00	4,10	15,89
GAR	8,13	27,67	0,00	3,00	6,52
GÖN	10,59	35,71	0,00	1,85	23,79
GYÖ	15,63	kha	0,00	2,35	9,38
HAR	72,46	58,07	0,30	9,40	3,52
HÓR	84,97	183,01	0,00	4,25	13,69
KAR	26,55	91,18	0,00	4,15	5,37
KEC	13,55	32,68	0,00	2,95	15,73
KER	17,73	16,96	0,00	1,50	14,01
KIR	252,61	486,61	0,00	12,25	23,74
KON	47,40	250,15	0,00	6,60	13,01
KÓR	130,53	406,68	0,00	11,75	21,30
KÖS	125,07	55,62	0,00	8,10	13,61
KÖV	13,55	26,78	0,00	3,85	8,61
KUR	54,59	20,97	0,00	8,15	13,88
LAP	20,60	kha	0,00	1,75	8,46
NAG	15,52	40,31	0,00	1,60	10,00
OSV	5,91	37,04	0,00	1,85	15,08
ÖPA	17,62	61,78	0,00	3,60	29,13
PÁK	58,62	62,32	0,00	8,25	8,94
PER	60,55	343,15	0,00	10,70	7,17
POK	44,33	75,94	0,00	4,25	13,66
RÁB	34,24	31,59	0,00	1,95	3,96

6.táblázat (folytatása): A vízfolyások főionjainak eredményei

Vízfolyás	Cl ⁻ (mg l ⁻¹)	SO ₄ ⁻² (mg l ⁻¹)	CO ₃ ⁻² (mg l ⁻¹)	HCO ₃ (mg l ⁻¹)	SiO ₂ (mg l ⁻¹)
RAK	24,14	1,82	0,00	4,40	6,99
RÁK	30,79	45,53	0,00	3,35	13,79
RRR	29,53	46,42	0,00	7,00	13,15
SÓS	100,00	6,70	0,00	4,10	6,99
SSS	237,73	81,52	0,00	17,75	6,67
SVZ	72,21	338,15	0,00	7,35	21,85
SZA	5,66	314,93	0,00	2,90	9,70
SZE	28,82	23,21	0,00	5,25	5,51
SZÉ	49,88	49,94	0,00	9,50	31,45
SZŐ	23,40	126,19	0,00	6,55	16,70
SZT	57,39	59,25	0,00	5,35	5,45
SZU	6,90	236,39	0,00	0,00	5,88
TEL	19,70	75,88	0,00	4,50	10,43
TOC	73,45	85,99	0,00	6,90	15,02
VAJ	53,60	67,01	0,00	4,65	10,03
VÁL	44,09	289,77	0,00	6,50	13,43
VÖL	26,80	11,85	0,00	4,70	7,75
ZAL	14,04	23,21	0,00	2,15	12,19

7. táblázat: MSZ szabvány szerinti határértékek

	Kiváló	Jó	Tűrhető	Szennyezett	Erősen szennyezett
NH ₄ ⁺ (mg l ⁻¹)	<0,2	0,2-0,5	0,5-1	1-2	>2
NO ₂ (mg l ⁻¹)	<10	10-30	30-100	100-300	>300
NO ₃ (mg l ⁻¹)	<1	1-5	5-10	10-25	>25
TP (μg l ⁻¹)	<100	100-200	200-400	400-1000	>1000
Ortofoszfát (μg l ⁻¹)	<50	50-100	100-200	200-500	>500
KOI (mg l ⁻¹)	<5	5-8	8-15	15-20	>20
DO (mg l ⁻¹)	>7	6-7	4-6	3-4	<3
DO% (%)	80-100	70-80 és 100-200	50-70 és 120-150	20-50 és 150-200	<20 és >200
Vezetőképesség (μS cm ⁻¹)	500	700	1000	2000	>2000
pH	6,5-8	8-8,5	6-6,5	5,5-6 és 9- 9,5	<5,5 és >9,5

II. Függelék

1.táblázat: Mintavételi helyek fajai és a fajok kódjai

Kód	Fajnév
AEXG	<i>Achnanthes exigua</i> Grunow
AMIN	<i>Achnanthes minutissima scotica</i> Lange-Bertalot
AEXI	<i>Achnanthidium exile</i> Round&Bukhtiyarowa
ADMI	<i>Achnanthidium minutissimum</i> Czarnecki
APEL	<i>Amphipleura pellucida</i> Kützing
AINA	<i>Amphora inariensis</i> Krammer
ALIB	<i>Amphora libyca</i> Ehrenberg sensu Krammer& Lange-Bertalot
AOVA	<i>Amphora ovalis</i> Kützing
APED	<i>Amphora pediculus</i> Grunow
ASPH	<i>Anomoeoneis sphaerophora</i> Pfitzer
AUGA	<i>Aulacoseira granulata</i> Simonsen
CAMP	<i>Caloneis amphisbaena</i> Cleve
CBAC	<i>Caloneis bacillum</i> Cleve
CPED	<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg
CPLA	<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg
CDUB	<i>Cyclostephanos dubius</i> Round
CCOM	<i>Cyclotella comta</i> Kützing
CMEN	<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing
CRAD	<i>Cyclotella radiosa</i> Lemmermann
CSOL	<i>Cymatopleura solea</i> W. Smith
CAFF	<i>Cymbella affinis</i> Kützing
CHEL	<i>Cymbella helvetica</i> Kützing
CSLE	<i>Cymbella silesiaca</i> Bleish
CTUM	<i>Cymbella tumida</i> Van Heurck
DMES	<i>Diatoma mesodon</i> Kützing
DMON	<i>Diatoma moniliformis</i> Kützing
DVCA	<i>Diatoma vulgaris</i> Bory
DMIN	<i>Diploneis minuta</i> Petersen
DOCU	<i>Diploneis oculata</i> Cleve
DPSO	<i>Diploneis pseudovalis</i> Hustedt
CMIN	<i>Encyonema minutum</i> D.G. Mann
ESBM	<i>Eolimna subminuscula</i> Moser, Lange-Bertalot & Metzeltin
EADN	<i>Epithemia adnata</i> Brébisson
ESOR	<i>Epithemia sorex</i> Kützing
EBIL	<i>Eunotia bilunaris</i> var. <i>bilunaris</i> Schaarschmidt
EBLL	<i>Eunotia bilunaris</i> var. <i>linearis</i> Lange-Bertalot & Nörpel- Schempp
NPYG	<i>Fallacia pygmaea</i> A. J. Stickle & D. G. Mann
FARC	<i>Fragilaria arcus</i> Lange-Bertalot
FCPE	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>perminuta</i> Lange-Bertalot

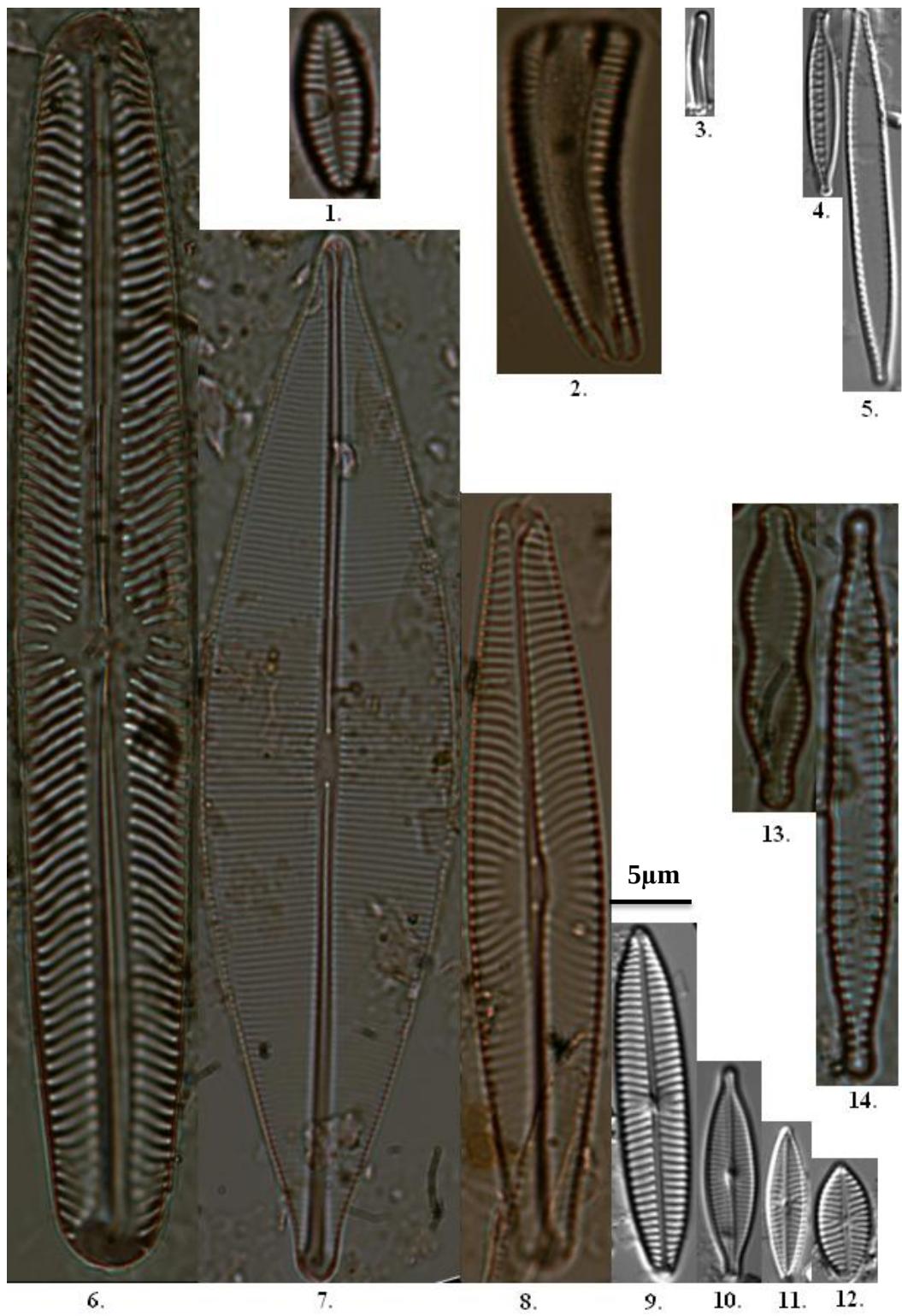
1.táblázat (folytatása): Mintavételi helyek fajai és a fajok kódjai

Kód	Fajnév
FCAP	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>capucina</i> Desmazières
FCDI	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>distans</i> Lange-Bertalot
FCRU	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>rumpens</i> Lange-Bertalot
FCVT	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>vacheriae</i> Lange-Bertalot
FCRO	<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton
FGRA	<i>Fragilaria gracilis</i> Hustedt
FTEN	<i>Fragilaria tenera</i> Lange-Bertalot
FULT	<i>Fragilaria ulna</i> Lange-Bertalot
FVUL	<i>Frustulia vulgaris</i> De Toni
GACU	<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg
GANG	<i>Gomphonema angustatum</i> Rabenhorst
GANT	<i>Gomphonema angustum</i> C. Agardh
GCAP	<i>Gomphonema capitatum</i> Ehrenberg
GGRA	<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg
GMIN	<i>Gomphonema minutum</i> C. Agardh
GOLI	<i>Gomphonema olivaceum</i> Brébisson
GPAT	<i>Gomphonema parvulum</i> Kützing
GPUM	<i>Gomphonema pumilum</i> Reichard & Lange-Bertalot
GTRU	<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg
GYAC	<i>Gyrosigma acuminatum</i> Rabenhorst
GSCA	<i>Gyrosigma scalproides</i> Cleve
AMMO	<i>Halamphora montana</i> (Krasske) Levkov
AVEN	<i>Halamphora veneta</i> Levkov
HAMP	<i>Hantzschia amphioxys</i> Grunow
NCAP	<i>Hippodonta capitata</i> Lange-Bertalot, Metzeltin & Witkowski
AHUN	<i>Lemnicora hungarica</i> Round & Basson
LGOE	<i>Luticola goeppertiana</i> D. G. Mann
MVAR	<i>Melosira varians</i> C. Agardh
MCIR	<i>Meridion circulare</i> C. Agardh
NMEG	<i>Navicula antonii</i> Lange-Bertalot
NATO	<i>Navicula atomus</i> Grunow
NCRY	<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing
NCFA	<i>Navicula cryptofallax</i> Lange-Bertalot & G. Hofmann
NCTE	<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot

1.táblázat (folytatása): Mintavételi helyek fajai és a fajok kódjai

Kód	Fajnév
NCTO	<i>Navicula cryptotenelloides</i> Lange-Bertalot
NCUS	<i>Craticula cuspidata</i> Kützing
NGRE	<i>Navicula gregaria</i> Doukin
NLLT	<i>Navicula lanceolata</i> Ehrenberg
NMEN	<i>Navicula menisculus</i> Schumann
NOBL	<i>Navicula oblonga</i> Kützing
NRAD	<i>Navicula radiosa</i> Kützing
NTPT	<i>Navicula tripunctata</i> Bory
NVEN	<i>Navicula veneta</i> Kützing
NACI	<i>Nitzschia acicularis</i> W. Smith
NAMP	<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow
NZCO	<i>Nitzschia constricta</i> Ralfs
NDIS	<i>Nitzschia dissipata</i> Grunow
NFIL	<i>Nitzschia filiformis</i> Van Heurck
NFON	<i>Nitzschia fonticola</i> Hustedt
NIFR	<i>Nitzschia frustulum</i> Grunow
NIGR	<i>Nitzschia gracilis</i> Hantzsch
NOVA	<i>Nitzschia ovalis</i> Arnott
NPAL	<i>Nitzschia palea</i> W. Smith
NPAC	<i>Nitzschia paleaceae</i> Grunow
NREV	<i>Nitzschia reversa</i> W. Smith
NTER	<i>Nitzschia terrestris</i> Hustedt
PBRE	<i>Pinnularia brebissonii</i> Kützing
PGIB	<i>Pinnularia gibba</i> Ehrenberg
PLFR	<i>Planothidium frequentissimum</i> Lange-Bertalot
PTLA	<i>Planothidium lanceolatum</i> Lange-Bertalot
RABB	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> Lange-Bertalot
SPPU	<i>Sellaphora pseudopupula</i> Lange-Bertalot
NPUP	<i>Sellaphora pupula</i> Mereschkowsky
FCON	<i>Staurosira construens</i> Grunow
FCBT	<i>Staurosira construens</i> f. <i>binodis</i> Hustedt
STAN	<i>Stauroneis anceps</i> Ehrenberg
FPIN	<i>Stauroneis mutabilis</i> Ehrenberg
SHAN	<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grunow
SANG	<i>Surirella angusta</i> Kützing
SBRE	<i>Surirella brebissonii</i> Krammer & Lange-Bertalot

1.Fotótábla: A mintavételi helyek jellemző kovaalga fajai



1.Fotótábla (folytatása): A mintavételi helyek jellemző kovaalga fajai



22.



23.



17.



18.



19.



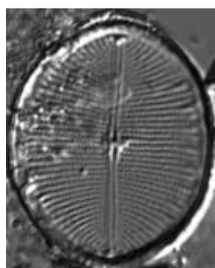
20.



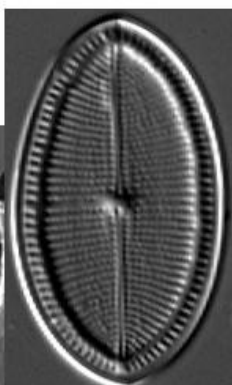
21.



24.



15.



16.



25.



26.

2. táblázat: 1. Fotótábla jelmagyarázat: Mintavételi helyek jellemző kovaalga fajai

Sorszám	Fajnév
1.	<i>Planothidium frequentissimum</i>
2.	<i>Rhoichosphenia abbreviata</i>
3	<i>Achnanthidium minutissimum</i>
4.	<i>Nitzschia dissipata</i>
5.	<i>Nitzschia palea</i>
6.	<i>Navicula oblonga</i>
7.	<i>Craticula cuspidata</i>
8.	<i>Navicula lanceolata</i>
9.	<i>Navicula tripunctata</i>
10.	<i>Navicula gregaria</i>
11.	<i>Navicula cryptotenella</i>
12.	<i>Navicula antonii</i>
13.	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>distans</i>
14.	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>vaucheriae</i>
15.	<i>Cocconeis pediculus</i>
16.	<i>Cocconeis placentula</i>
17.	<i>Hantzschia amphioxys</i>
18.	<i>Caloneis bacillum</i>
19.	<i>Amphora pediculus</i>
20.	<i>Halapmhora veneta</i>
21.	<i>Amphora libyca</i>
22.	<i>Surirella angusta</i>
23.	<i>Amphipleura pellucida</i>
24.	<i>Frustulia vulgaris</i>
25.	<i>Gomphonema parvulum</i>
26.	<i>Gomphonema acuminatum</i>

III. Függelék

Zempléni-hegység vízfolyásai:



1. ábra: Arka-patak



2. ábra: Ósva-patak



3. ábra: Gönci-patak



4. ábra: Szerencs-patak



5. ábra: Csenkő-patak

Börzsöny-hegységben található:



6. ábra: Nagy-szuha-patak



7. ábra: Pokolvölgyi-patak



10. ábra: Dera-patak

Északi-középhegység vízfolyásai:



8. ábra: Kemence-patak

Pilis-hegység vízfolyásai:



11. ábra: Galya-patak



9. ábra: Benta-patak



12. ábra: Telekes-patak

Velencei-középhegység vízfolyásai:



13. ábra: Váli-víz



14. ábra: Szent-László víz



15. ábra: Császár-víz



16. ábra: Bella-patak



17. ábra: Pákozdi-ér

Mezőföldön található:



18. ábra: Sárvíz



19. ábra: Vajas-fok



20. ábra: Hardi-ér



21. ábra: Bozót-patak



22. ábra: Csikgát-patak



23. ábra: Perkátai vízfolyás

Bükk-hegység vízfolyása:



24. ábra: Hór



25. ábra: Szalajka-patak

Cserhát-hegység vízfolyása:



26. ábra: Rakaca-patak

Alföldön található:



27. ábra: Királyhegyesi-szárazér



28. ábra: Félegyházi-vízfolyás



29. ábra: Széksóstói-főcsatorna



30. ábra: Folyás-ér



33. ábra: Dió-ér



31. ábra: Kórógy-ér



34. ábra: Kondoros



32. ábra: Kurca



35. ábra: Kösély



36. ábra: Tocó

Villányi-hegység vízfolyása:



39. ábra: Völgységi-patak

Mátrában található:



37. ábra: Karasica-patak



40. ábra: Nagy-patak

Soproni-hegység vízfolyása:



38. ábra: Rák-patak



41. ábra: Rák-patak

Vértess-hegységben található:



42. ábra: Bicol-pata

A Kisalföld vízfolyása:



43. ábra: Rába

Bakonyban található:



44. ábra: Cuha-patak

Alpok alja vízfolyása:



45. ábra: Lapincs

Mecsekben található:



46. ábra: Öreg-patak

Balaton-felvidéken található:



47. ábra: Szőlősi-séd

Zalai-dombság vízfolyása:



48. ábra: Zala

