



Felső-Tisza-vidéki holtmedrek hínár- és mocsárinövényzetének összehasonlító elemzése

Doktori (PhD) értekezés

Lukács Balázs András

**Debreceni Egyetem
Természettudományi Doktori Tanács
Környezettudományi Doktori Iskola**

Debrecen, 2009



Felső-Tisza-vidéki holtmedrek hínár- és mocsárinövényzetének összehasonlító elemzése

Doktori (PhD) értekezés

Lukács Balázs András

**Debreceni Egyetem
Természettudományi Doktori Tanács
Környezettudományi Doktori Iskola**

Debrecen, 2009

Témavezető:

Dévai György, Dr.

Egyetemi tanár

Debreceni Egyetem, Hidrobiológia Tanszék

Kiss Béla Ph.D.

Igazgató

Bio Aqua Pro Kft.

Ezen értekezést a Debreceni Egyetem TEK Környezettudományi Doktori Iskola Hidrobiológia programja keretében készítettem a Debreceni Egyetem TEK doktori (PhD) fokozatának elnyerése céljából.

Debrecen, 2009. június 6.

.....
Lukács Balázs András

Tanúsítom, hogy LUKÁCS BALÁZS ANDRÁS doktorjelölt 2003-2006 között a fent megnevezett Doktori Iskola Hidrobiológia programjának keretében irányításommal végezte munkáját. Az értekezésben foglalt eredményekhez a jelölt önálló alkotó tevékenységével meghatározóan hozzájárult. Az értekezés elfogadását javasolom.

Debrecen, 2009. június 6.

.....
Dr. Dévai György

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	3
2. Irodalmi áttekintés	7
3. Anyag és módszer	11
3.1. A vizsgált holtmedrek.....	11
3.1.1. <i>Ducskósi-morotva (Tarpa)</i>	12
3.1.2. <i>Báka-szegi-morotva (Olcsvaapáti, Panyola)</i>	13
3.1.3. <i>Rózsás-dűlői-Holt-Tisza (Mátyus)</i>	14
3.1.4. <i>Boroszló-kerti-Holt-Tisza (Gulács)</i>	15
3.1.5. <i>Ispán-szegi-Holt-Tisza (Nagyvarsány)</i>	16
3.2. A mintavételi módszerek	17
3.2.1. <i>A Felső-Tisza-menti holtmedrek florisztikai felmérése</i>	17
3.2.2. <i>A cönológiai felvételezés</i>	17
3.2.3. <i>A Kohler-módszer</i>	20
3.3. Vízkémiai elemzések	23
3.4. Statisztikai eljárások	24
4. Eredmények	25
4.1. A Felső-Tisza- menti holtmedrek florisztikai felmérése	25
4.2. A cönológiai felvételezés eredményei	26
4.2.1. <i>Boroszló-kerti-Holt-Tisza</i>	26
4.2.2. <i>Rózsás-dűlői-Holt-Tisza</i>	27
4.2.3. <i>Báka-szegi-morotva</i>	28
4.2.4. <i>Ducskósi-morotva</i>	29
4.2.5. <i>Ispán-szegi-Holt-Tisza</i>	30
4.3. A Kohler-módszeren alapuló felmérés eredményei	32
4.3.1. <i>Boroszló-kerti-Holt-Tisza</i>	32
4.3.2. <i>Rózsás-dűlői-Holt-Tisza</i>	33
4.3.3. <i>Báka-szegi-morotva</i>	34
4.3.4. <i>Ducskósi-morotva</i>	35
4.3.5. <i>Ispán-szegi-Holt-Tisza</i>	36
4.4. A növényállományok és a víz fiziko-kémiai tényezői közötti kapcsolat vizsgálatának eredménye.....	37
5. Diskusszió	43
5.1 A holtmedrek összehasonlítása.....	43
5.1.1. <i>A florisztikai felmérés alapján</i>	43
5.1.2. <i>A cönológiai elemzés alapján</i>	44
5.1.3. <i>A Kohler-elemzés alapján</i>	51
5.2. A felmérési eredmények összehasonlítása	56
5.3. A növényállományok kapcsolata a víz fiziko-kémiai összetevőivel ..	58
5.4. Eredmények a víztér-tipológia szempontjából	59
5.4.1. <i>Kopolya</i>	59
5.4.2. <i>Kistó</i>	60
5.4.3. <i>Mocsár</i>	60
6. Következtetések	61
7. Összefoglalás	64
7.1. Bevezetés és célkitűzés.....	64

7.2. Anyag és módszer.....	64
7.3. Eredmények és értékelésük	65
7.3.1. A víztérpolitológia összekapcsolhatósága a botanikai vizsgálatok eredményeivel	65
7.3.2. A módszerek összehasonlítása.....	67
7.3.3. A növényállományok kapcsolata a víz fiziko-kémiai összetevőivel	67
8. Summary.....	69
8.1. Introduction	69
8.2. Materials and methods.....	69
8.3. Results and discussion.....	70
8.3.1. The prospect of connecting water-typology with the results of botanical survey.....	70
8.3.2. Comparing methods	71
8.3.3. The relations of macrophytes and physico-chemical parameters of water	72
9. Köszönetnyilvánítás	73
10. Irodalomjegyzék.....	74
10.1. Az értekezésben hivatkozott irodalmak jegyzéke	74
10.2. Lukács Balázs András tudományos tevékenységének jegyzéke	82
10.2.1. Az értekezés témakörében megjelent vagy közlésre elfogadott referált publikációk jegyzéke.....	82
10.2.2. Az értekezés témakörében megjelent vagy közlésre elfogadott nem referált publikációk jegyzéke.....	82
10.2.3. Egyéb megjelent vagy közlésre elfogadott publikációk jegyzéke.....	82
10.2.4. Az értekezés témakörében elhangzott előadások jegyzéke	83
10.2.5. Egyéb előadások jegyzéke.....	83
10.2.6. Az értekezés témakörében készült poszterelőadások jegyzéke.....	84
10.2.7. Egyéb poszterelőadások jegyzéke	84
10.2.8. Az értekezés témakörében készült szakmaspecifikus alkotások jegyzéke.....	85
10.2.9. Egyéb szakmaspecifikus alkotások jegyzéke	85
11. Függelék	87

1. Bevezetés

Az ökológia alapvető törvényei vízben és szárazföldön egyaránt egységesek. A vízi környezet mégis másnak tűnik a megfigyelő szemében: vizsgálata eltérő módszereket és más eszközöket igényel, amint pár deciméterrel a víz felszíne alá kerülünk. Bár a fotoszintézis biokémiai folyamatai épp úgy zajlanak a víz alatt is, mint a felszínen, mégis a széndioxid több helyről történő felvételével a szén körforgásának folyamata komplexebbé válik. Ez a vízi ökoszisztémák egyik fő jellegzetessége.

A legfontosabb élet- és növekedési formákat már régen leírták, de a növények morfológiai bélyegeinek még mélyebb vizsgálatával azonnal szembetűnik, hogy milyen óriási is a vízi vegetáció azon adaptív bélyegeinek a száma, amivel a vízi környezethez idomul. Nem kérdéses, hogy a víz, mint sűrű közeg, milyen alkalmas a hidrofita növények számára: a hinaraknak nem kell komoly anyag- és energia befektetéseket tenniük ahhoz, hogy „állva” maradjanak, egyedüli feladatuk a minél magasabb klorofill koncentrációjú sejtek létrehozása. Ez a magyarázata gyors növekedésüknek és hatalmas biomassza termelésüknek, és magyarázata a gyakran fellépő gradációjuknak is. A vízi növényeket élet és növekedési formáinak többféle csoportosítása is van (Du Rietz 1921, 1930; Raunkiaer 1934; Iversen 1936; Poplowskaja 1948; Luther 1949; Hejný 1957, 1960; den Hartog & Segal 1964; Segal 1965, 1968; Hogeweg & Brenkert 1969; Hutchinson 1975; Mäkarinta 1978; Søndegaard 1979; Søndegaard & Sand-Jensen 1979; Keeley 1982; Sand-Jensen et al. 1982; Roelofs et al. 1984; Madsen 1985; den Hartog 1986). Ezek részletezésével itt nem akarunk foglalkozni.

Magának a vízi növénynek az irodalomban sok definíciója van. Ezek mindegyike a vízben és vizek partján élő növények fogalmával operál. Összességében vízi növénynek kell nevezni azokat a makroszkópikus edényes növényeket, amelyek a vizek litorális régiójában és a mocsarakban megélni és szaporodni képesek (Best 1988). Ez teljesebb definíció, mint amit den Hartog és Segal (1964) adott. Méretük alapján, két nagy csoportra bontják őket: mikrofítákra és makrofítákra. Számunkra most a makrofíták fontosak, ők képezik doktori dolgozatom alapját.

A vízi makrovegetáció közé az alábbi növénycsoportok tartoznak: zöld-, vörös- és barna moszatok, zuzmók, mohák és májmohák, hidrofita (vízi) életformájú edényes növények (többnyire alámerült, úszó levelű és lebegő növekedési formájú növények) és a helofita edényesek (beleértve a kúszó növényeket és a magas növésű egy- és kétszikűeket). A vízterek azon szakaszait, ahol a víz fizikai és kémiai tényezői lehetővé teszik a makrofita életformájúak számára a megmaradás lehetőségét “makrofita régió”-nak nevezzük (Roll 1938). “Makrofíták dominálta ökoszisztémának” is hívjuk den Hartog (1979) után. A makrofita élőlények az ökoszisztéma egyéb tagjaival sokféleképpen kapcsolódnak (Dahl és Wiegand 1984):

- A fotoszintetizáló baktériumok és algák mellett nagyon fontos elsődleges termelők, amelyek összekapcsolják a szerves környezetet a biotikus oldallal. A termelt szerves anyagokat többnyire nem a növényevők fogyasztják el, hanem a táplálék lánc detritusz-állomására kerül.

- A makrofita élőlények tápanyagot és élőhelyet biztosítanak a makrofauna számára, amelyek számos funkcionális kapcsolatban vannak a növényekkel. Továbbá kapcsolatuk az epifita baktériumokkal és algákkal úgy, mint a fitoplanktonokkal is bizonyított.
- A makrofita élőlények erős befolyással vannak a víz kémiai viszonyaira. Ezen kívül az oxigén termelése, valamint a toxikus anyagok és mikróbák eliminálása fontos tényező.
- A makrofita élőlények fizikailag is befolyásolják környezetüket. Különösen az üledék stabilizálásában, az áramlási sebesség megváltoztatásában, a mikroklima befolyásolásában, a fény mennyiségi és minőségi megkötésében játszott szerepüket kell itt megemlíteni.

Az alkalmazott ökológia területén számos koncepció a makrofita életformájú növények használatán alapszik. Kohler (1978a) az emberi zavarások bioindikátoraként, főleg szennyezések esetén hangsúlyozta használatukat. Dahl és Wiegler (1984) a makrofita életformát mutató növényeknek a vízterek rehabilitációjában játszott szerepére mutatott rá. E mellett a folyók képeinek alakításában is óriási részt vállalnak (Nunnally és Keller 1979). A fentebbi koncepcióknak különösen nagy fontossága van olyan területeken, ahol az emberi zavaró tevékenység hatalmas méreteket ölt, és ahol a vegetáció használatának, védelmének és fenntartásának kérdései speciális figyelmet igényelnek.

Kutatások esetében a vízterek vegetációját, mint minden vegetáció típust, különböző célok esetében különböző földrajzi léptékben lehet tanulmányozni. Ezt a léptéket azonban nem önkényesen határozzuk meg, hanem az a vizsgálat céljától függ (Bouxin és LeBoulenger 1983). A legnagyobb földrajzi lépték (amelyben kutatások zajlanak) a biogeográfiai régió. Ilyen régió belül olyan tényezők, mint klíma, geológia és tektonika lehetnek leginkább befolyással a recens növények előfordulására. Kisebb entitás a természetföldrajzi régió, amelyre a nagyjából egységes geomorfológiai viszonyok jellemzőek, és ebből következően a geológiai tényezők itt kisebb léptékben változnak. Az ilyen földrajzi léptéken belül a vizek bizonyos részeinek a florisztikai összetételét és a vegetáció szerkezetét is összehasonlíthatjuk egy szomszédos víztest hasonló részével. Még kisebb léptékben a növények elterjedését vizsgálhatjuk adott hosszúságú szakaszon belül is. Ilyen kutatások során a vízterek különféle sajátosságai miatt olyan akadályokba ütközhetünk, mint pl. a vegetáció mélységi rétegződése, beleértve az alámerült rétegek komplex geometriájának speciális problémáját, és a fizikai környezet kis léptékű változását is. Ez utóbbi egyfajta térbeli heterogenitást okoz, és nem követi az állóvizekre jellemző stabil zonációs mintázatot.

A hidrobotanika főbb kutatási céljainak Wiegler (1988) a következőket határozta meg:

- A vízterek florisztikai felmérése, a növényfajok elterjedésének feltérképezése. Ez a cél alapvetően leíró jellegű és a vegetáció komplexebb kérdéseire nézve semmilyen következtetést nem lehet levonni.
- A vegetáció osztályozása. A klasszifikációs megközelítés már következtetések létrehozását szolgálja (hierarchikus), amelyet egy vizsgált jelenség pontos leírására használhatunk.

- Mind a fajok, mind a vegetáció típusok földrajzi elterjedésének vizsgálata legtöbb esetben elterjedési térképek segítségével történik. Első benyomásra talán ez is leíró jellegű, azonban hipotézisek felállítására használható.
- A vegetációdinamika vizsgálata. A vegetáció dinamikája legjobban a populáció egy folyamataként értelmezhető legjobban, itt a fajok jelenléte és borítása a fő vizsgálati szempont. Bár gyakran a vegetációtípusok is szukcessziós stádiumhoz köthetők. Ez a fajta cél vagy leíró jellegű, vagy az eredményeket az élőhely paramétereivel kapcsoljuk össze.
- **A növények és élőhelyük kapcsolatának vizsgálata. A faj elterjedését és a vegetáció típusát összevetjük az élőhely környezeti tényezőivel. Ez a megközelítés olyan kérdéseket vet fel, hogy miért fordul elő egy faj egy adott élőhelyen.**

Doktori dolgozatom kutatástervezésekor a fenti irányelveken túl azokat az alapelveket tartottam szem előtt, amelyek a faj és környezetének folyamatos kapcsoltságát vizsgálják. Olyan kérdéseket igyekeztem felvetni, amelyek a jelenkori természetvédelemnek és ökológiának is aktuális ügyei. Minden igyekezetem arra irányult, hogy alkalmazott természetvédelmi-, illetve hidrobiológiai munkák mindennapjaiban is felmerülő problémákat válaszoljak meg.

Témavezetőm javaslatára, az általa kidolgozott (Dévai 1992) víztér-tipológia holtmedrekre vonatkozó részeinek létezését terveztük az edényes növények oldaláról megvizsgálni. Már csak a holtmedrek darabszámát tekintve is fontos kérdés, hogy lehet ezeknek a medreknek a vegetációját valamiképpen osztályozni. Ebben az időben zajlottak az EU VKI-hoz kapcsolódó vizsgálati, felkészülési munkálatok is. Így az alap-kérdéskört kiegészítettem a hazai VKI alkalmazásában is fontos szereppel bíró makrofita alapú minősítési rendszerben szereplő metodikai problémák feltárásával és azok megválaszolásával. Nem kellett sokat kutakodnom ahhoz, hogy kiderítsem, a szárazföldi botanikával összehasonlítva is irreálisan kevés információval rendelkezünk a hínár-, és mocsárinövényeink élőhely-igényeivel kapcsolatban. A hidrobotanikának nemcsak taxonómiai, növényfiziológiai, de rengeteg társulástani megválaszolandó kérdése is nyitva állnak, amelyek megoldására, főleg explicit módon történő bizonyítására ez idáig nem került sor. Kevés információval rendelkezünk a víztér-típusok jellegzetes növényformációinak meglétéről, vagy hiányáról.

2003-ban részt vettem az Európai Unió első nemzeti VKI minősítés makrofita felmérésében (ECOSURV program). E munka keretében vált világossá számomra, hogy az EU-s STAR- protokollban előírt terepi felvételezés milyen nehézségekkel és buktatókkal jár a hazai állóvizek, különösen holtmedreink esetében. Ezekre az állóvizekre jellemző ugyanis a nagyfokú növényzeti mozaikosság, amely jelentősen megnehezíti a medrek minősítéséhez szükséges terepi felmérés kivitelezését, ugyanis a protokoll alapvetően atlantikus folyóvizek minősítésére lett kidolgozva. A nem megfelelően megtervezett és kivitelezett felmérések félrevezető, legrosszabb esetben ellentmondó eredményeket adhatnak.

Doktori témám a fentieknek megfelelően kettős céllal készült, részben módszertani, részben növényökológiai indíttatással. A módszertani részben kísérletet teszek a hagyományos cönológiai- és a Nyugat-Európában használatos mennyiségbecslési módszer összehasonlítására hazai holtmedrek esetében. A növényökológiai részben a cönológiai

felmérés eredményeit értékelem ki a különböző víztértípusú holtmedrekben és vetem össze őket a víz fiziko-kémiai háttérváltozóival, rávilágítva ezzel a holtmedrek növényzetének különbözőségeire, azok „igényeinek” egy kisebb szeletére.

Kutatásunk célja az alábbi kérdések megválaszolása:

1. Az edényes növények mintázata és fajösszetétele alapján valósak-e a holtmedrek víztér-tipológiai variációi?
2. Ha igen, ez a különbség körülírható-e jellemző vagy konstans fajokkal, társulásokkal?
3. Különböző eredményt adnak-e, és ha igen, milyen mértékű ez a különbség az egyes felmérési módszerek között?
4. Ha igen, ezek a különbségek mutatnak-e változást a víz fiziko-kémiai viszonyai között?
5. Van-e összefüggés a növénytársulások és a víz fiziko-kémiai változói között?

2. Irodalmi áttekintés

Növény és élőhelye elemforgalmáról, a tápanyag limitációról, a fajok elterjedését meghatározó élettelen környezeti tényezők kapcsolatáról óriási számú publikáció áll rendelkezésünkre. Végláthatatlan az olyan kísérletek sora, amelyek egy elem hatását igyekeznek felderíteni egy fajra tekintve. A téma átfogó szintézisét Schultrope (1967), Hutchinson (1975) Wetzel (1983a, 1983b) és Symoens (1988) művei tartalmazzák. Már a növényökológia kezdeti időszakában, a 20. század korai éveiben kialakult az a tudományos szokás, hogy a florisztikai adatok mellett a külvilág tényezőiről is igyekeztek adatokat gyűjteni. A kutatók számára kezdetben a pH és a víz alapvető elemtartalmának meghatározása volt lehetséges. Ezekből az adatokból származnak a limitáció jelenségére irányuló legelső tanulmányok. A legkorábbi munka, amely növény és környezete kapcsolatát a hidrobotanikában tárgyalja Iversen (1929) műve volt, aki olyan dán tavakat vizsgált, amelyeknek a pH-ja igen széles skálán változott. Eredményei alapján öt fő-típust különített el anélkül, hogy konkrét skála értékeket rendelt volna a pH-értékekhez. A kategóriákon belül a fajok mellé százalékos értékekkel jelezte a fajok megjelenésének valószínűségét. Az általa vizsgált többnyire savanyú tavakban a pH és kalcium koncentráció között kevés korrelációt vélt felfedezni. Eredményei alapján azt a következtetést vont le, hogy a fajok megjelenését, illetve eloszlását leginkább a pH értéke befolyásolta.

Elteltekintve Iversen cikkétől kevés olyan tanulmány született, amely a vízkeménység különböző fokozatainak a növényekre való hatásait sikeresen magyarázza. Tudománytörténeti szempontból igen fontos eredménynek számít Lohammar (1938) svéd tavakból származó kémiai és florisztikai megfigyelései. Az adatok elemzéséhez Edmondson (1944) módszerét találta a legalkalmasabbnak, amellyel a pH és más, pH-függő vízkémiai változók együttes hatását volt képes vizsgálni a fajok eloszlására. A Lohammar (1938) által gyűjtött adatok közül a *Carex*, *Potamogeton* és *Myriophyllum* géuszokra vonatkozó florisztikai és vízkémiai adatok akkor példaértékű összevetésekre adtak lehetőséget. Nemzetség szinten elemezve a florisztikai és a kémiai adatokat, relatív elterjedési határokat lehetett felállítani a víz kémiai összetevőinek függvényeiben (Iversen és Olsen 1946).

Az újvilági növényfajok élőhely igényeire Moyle (1945) szolgáltatott széleskörű adatokat. Az adatok minnesotai kemény vizű tavakon végzett vizsgálatából származtak. A fajokat kategóriák sorába rendezte a pH, hidrogénkarbonát egyenérték lúgosság és szulfát tolerancia alapján. Hasonló módon, Spence (1967) a leggyakoribb skót hínárnövényeket rendezte kategóriákba a hidrogénkarbonát egyenérték lúgosság alapján. A víz kémiai összetétele és növény kapcsolatáról szóló első átfogó tanulmány Seddon (1972) munkája volt. Hetven walesi tavat vont be gondosan kidolgozott vizsgálatába. Az eredmények kiértékeléséhez főkomponens analízist (Orlóczy 1966) használt. *(A kapott eredményeket ő ordinálta először úgy, ahol is minden pont egy tavat reprezentál egy háromdimenziós térben és a pontok közötti távolság a florisztikai különbségeket érzékelteti.)* A legteljesebb skálát azonban, amely Európa több régiójából származó adatsoron alapul, Pietsch (1982) hozta létre. Ez a mű a növények vízkémiai igényeinek az eddigi legteljesebb összefoglalása.

Napjainkban újra felértékelődni látszik a növényfajok háttérváltozókhoz kötődő indikációs tulajdonsága. Az Európai Unió Víz Keretirányelveinek alkalmazásakor is jelentős szerepet tulajdonítanak ennek, amit mi sem bizonyít jobban, mint a REBECCA projekt létrejötte. Ez kimondottan az élőlények, közöttük a makrofíták indikációs képességeit hivatott kutatni és feltárni.

A legújabb vizsgálatok a vízkémiai változók mellett már a meder morfológiai sajátosságait, illetve a mederanyag összetételét is számításba veszik. Madsen (2001) úgy véli, hogy a hidrodinamikai folyamatok hatása a növényekre igen összetett. A vízi környezet, az üledék jelentette környezet és az interakciók sokasága együttesen hatnak a növényekre, amelyek viszont közvetlenül hatnak a fizikai környezetre. A komplexitásuk ellenére ezeket az alapvető hatásokat már kis léptékben is érzékelni lehet.

Az élőhelyi feltételek és a vízi növények előfordulásának összefüggéseit Khedr és El-Demerdash (1995) a Nílus-delta csatornáin vizsgálta, amelyekkel a nílusi csatornák kezeléséhez szolgáltatott irányelveket. Olyan tényezőket, mint a csatorna szélessége, mélysége, a víz hőmérséklete, az árnyékoltság mértéke és még néhány vízkémiai paramétert vetett össze biotikai adatokkal. Vizsgálatához kanonikus korrespondencia analízist használt. A környezeti háttérváltozók közül az árnyékoltságot találta kiemelt fontosságúnak a makrofíták elterjedése tekintetében. Barendregt és Bio (2003) hét esettanulmányon keresztül bizonyította, hogy a háttérváltozók közül nem lehet egy-két tényezőt kiválasztani az általános értelemben vett hatásértékeléskor. Szerintük minden egyes fajnak megvan az általa preferált háttérváltozója. Legkevesebb néhány jellegzetesen összekapcsolódó tényezőcsoportot lehet csak kiemelni a makrofita közösségek modellezésekor. Ezeket két nagyobb csoportba lehet sorolni. Az első csoportba tartoznak azok a változók, amelyek a növények fiziológiai tulajdonságain keresztül képesek befolyásolni azok elterjedését. Olyan elemek tartoznak ide, mint a talajtípus, a vízmélység, a vízszélesség, a sótartalom. Ezek a tényezők csak nagyobb földrajzi léptékben változnak. Egy egyszerű modellben egyesítve ezt a csoportot a taxonómiai faj alatti kategóriák (subspecies, varietas, forma) létezésének jelentős része meg is magyarázható (Bootsma and Wassen, 1996; Riis et al., 2000). A kettesszámú csoportba tartoznak a fizikai és kémiai tényezők, azok a változók, amelyeket a növény adott időpontban leginkább „érezni” képes. Ez párhuzamba állítható azzal a nézettel, amelyek az aktuális termőhelyi viszonyokat helyezik előtérbe a növények előfordulása szempontjából (Mitsch és Reeder, 1991; Fitz et al., 1996; Wigand et al., 1997; Sklar et al., 2001).

Hazai viszonyok között Tóth és Braun (1995) végzet összehasonlító elemzést a kállósemlényi Nyárias mocsárban. Kutatásuk során különbséget mutattak ki a különböző láp jellegű növényállományok között a kálium, vas és foszfor tekintetében. Eredményeiket úgy magyarázták, hogy a kálium az elhaló növényi részekből, míg a vas és foszfor az üledékből származik. Ezen kívül finom különbséget mutattak ki a víz és az üledék redoxpotenciál értékei között.

Meg kell említeni, hogy a hidrobotanikát napjainkban uraló angolszász nézet nem fitocönológiai kategóriákban vizsgálódik. Helyette más növényösszetevői entitásokat / élőhely-osztályozási kategóriákat (communities) használnak. Azonban a legfrissebb irodalomból sem hiányoznak a klasszikus cönológiai munkák. Társulástani szinten Kłodowski (2006) igen részletesen, nagyon nagy mintaszámban vizsgálta a Potametea társulástani

családba tartozó asszociációk vízkémiai igényeit lengyelországi vizekben. Ez a munka ékesen bizonyítja, hogy a fitocönológiának igenis szerepe van a modern hidrobiológiában, hiszen a vízi társulások jellegükből (u.i. sok esetben monodomináns állományok) következően ténylegesen is létező ún. „jó társulások”. Ugyanígy kell tekinteni azokra az ökológiai mérőszámokra is, amelyeket egykor a fitocönológiai eredmények kiértékelésére készítettek. A fajok indikációs tulajdonságaival párhuzamosan a növényzeti mérőszámok és életforma rendszerek szerepe is felértékelődött.

Az indikátor értékek (Ellenberg 1974) vízi növényekre alkalmazásának nem megfelelő mivoltára Wiegler (1984a) hívta fel a figyelmet. Az értékeknek ezt a hibáját később Ellenberg és mtsai (1991) pótolta. Borhidi (1995) a magyarországi viszonyokra való alkalmazásakor, pontosan a vízi növények kategóriáit jelentősen kiegészítette. Megjegyezzük, hogy Schmidt (1981) korábban kifejlesztett egy indikátorérték rendszert, amely sokban különböző paramétereket használ. Ez idáig azonban Schmidt munkájának gyakorlati alapjai kizárólag helyi tapasztalatokra szorítkoznak, így túl kevés ahhoz, hogy általános érvényű értékeket szolgáltatson az egyes fajokra.

Szárazföldi vegetáció strukturális elemzéséhez elengedhetetlen a Raunkiaer-féle életforma rendszer (Ellenberg és Mueller-Dombois 1967) ismerete. Ennek alkalmazása vízi viszonyokra azonban nem ad megfelelő eredményt. Az ok, hogy a vízi növényekre a szárazföldi életforma-típusok elviekben nem megfelelőek. A vízi növények, életciklusuk sokszínűsége miatt más osztályozást igényelnek. Továbbá a korábbi szerzőktől származó információk sokszor hibásak, vagy nem pontosak és így félreértésekhez vezethetnek, mint pl. a *Najas*- vagy a *Potamogeton*- fajok esetében (Brux et al. 1987). A vegetációkutatások kezdetekor már Gams (1918) is hangsúlyozta a színúziális megközelítés fontosságát (*Szinúziium: azonos életformájú fajokból álló társulástani egység*). Ezt az elvet a vízi növényzet egységeinek leírására később Vaarama (1938), den Hartog és Segal (1964) valamint Mäkirinta (1981) is alkalmazta. A fő probléma a színúziális megközelítéssel, hogy nehéz létrehozni hozzá egy jól használható növekedési-forma rendszert (Weber 1976, Mäkirinta 1978, Schmidt 1981 és Schuyler 1984). Sok faj igen nagy morfológiai változatosságot mutat, emiatt nehéz őket növekedési forma rendszerbe csoportosítani. A megoldás mindenképpen egy sok-kategóriával operáló rendszer lenne, amely a lehető legjobban tükrözi a vízi makrofitonok élőhelyhez való alkalmazkodásának sokszínűségét. Ilyen rendszert (ami a vízi növényeket is nagyobb számú kategóriában tárgyalja) Viszockij (1915) is és iskolájának követőiként számon tartott Klimeš és mtsai (1997) már létrehoztak, azonban a magyar flórára ezek egyelőre nem használhatóak. (megj.: A magyar flórára máig nincs egy, a vízi fajokat is kellőképpen diverzifikáló életforma, illetve növekedési-forma rendszer.)

Wiegler (1984b) volt az első, aki a színúziális megközelítést a florisztikai (gyakorisági) és a dinamikus (stabilitás) feltételekkel kombinálta. Így ő az általa vizsgált folyóvízi vegetációt számos kisszámú típusra tudta felosztani (ezek lettek nála a fő típusok). Ezeknek jellegzetes földrajzi elterjedésük is volt. A színúziális megközelítés a közepes földrajzi léptékű mintázat helytálló leírását adta, minek értelmében a földrajzilag távol eső, de érezhetően hasonló élőhely-típusokat gyakran hasonló növekedési formájú, de más fajhoz, illetve nemzetséghez tartozó egyedek kolonizálják.

Minden vegetációtípust fel lehet osztani számos regionális altípusra. A vízi társulások ilyen megközelítés szerinti osztályozásának figyelembeveendő szempontjai alább következnek. Ha következetesen használjuk őket, akkor azok a növényközösségek egy használható definíciójához és a vízi társulások egyfajta azonosító kulcsához vezethetnek, amelyek segítségével még kisebb léptékű különbségek is elemezhetővé válnak.

(a) *Dominancia / borítás* (Jakucs 2000). Egy domináns faj jelenlétét adott víztérben súlyozottan kell figyelembe venni, mint a többiét. Alacsony borítási érték és kis egyedszám esetén ez esetleg a felső vagy a szomszédos vizezterekből történő bevándorlásnak köszönhető.

(b) *Növekedési forma* (Bagi 1993). Állandó kvadrátokból történő megfigyelésekből megállapítható, hogy a predomináns növekedési formák sokkal inkább stabil elemei a közösségnek, mint a faji összetétel.

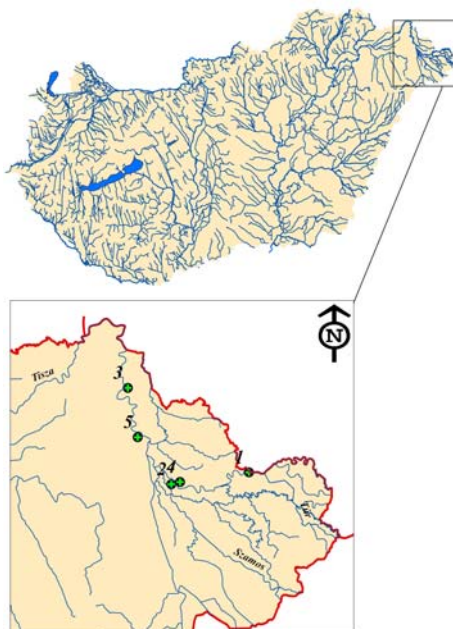
(c) *Frekvencia / gyakoriság* (Jakucs 2000). Amennyiben lehetséges csoportokat vagy klasztereket kell felállítani, amelyeket adott számú fajok nagy gyakorisággal képviselnek. Ezt nem lehet mindig az a) és b) kombinációjával elérni.

Ezek közül a feltételek közül én az a) és a c) feltételeket tudtam kutatásomhoz felhasználni. A b) feltétel használatának mellőzésének oka annak a magyar flórára való teljes hiánya volt.

3. Anyag és módszer

3.1. A vizsgált holtmedrek

Az általunk részletes vizsgálatba bevont medrek mindegyike a Kárpát-medencében, a Tisza felső szakaszának magyarországi részén helyezkednek el. A mintaterületek kiválasztását egy, a régió összes holtmedrét érintő felmérés előzte meg, amely során 35 holtmeder florisztikai felmérését végeztük el a Felső-Tisza-mentén, Tiszabecstől Dombrádig (lásd melléklet). A felmérés florisztikai adataiból a holtmedrek víztér-típológiai típusainak létezését terveztük megvizsgálni. Fontos szempont volt a mintaterületek kiválasztásakor a víztér-típusok teljes spektrumának szerepeltetése, a növényzeti mozaikosság a földrajzi távolság és a Kiskörei erőműtől való megfelelő távolság, amellyel kiküszöböltük a magasabb talajvízszint okozta vegetációs különbséget. Ezeket figyelembe véve öt medret jelöltünk ki a Felső-Tiszán.



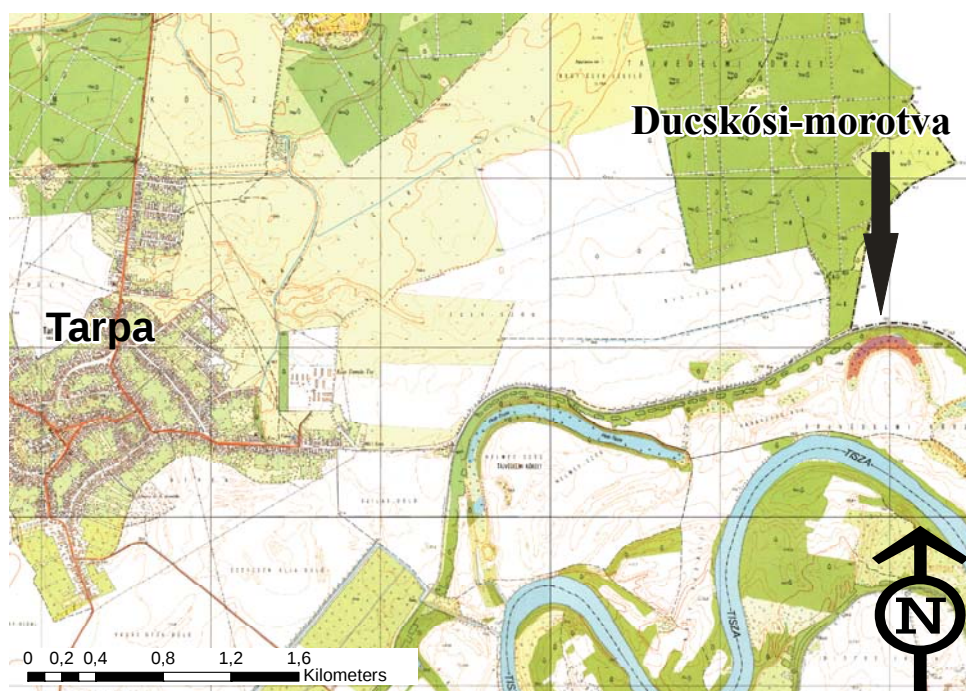
1. térkép. A részletes vizsgálatba bevont holtmedrek földrajzi elhelyezkedése

1. táblázat. A részletes vizsgálatba bevont holtmedrek alapadatai (*saját mérések alapján*)

	típusa	Átl. Mélység / min-max (m)	terület (ha)
1. Ducskósi-morotva	Kistó	0,5 / 0,1-1	4,07
2. Báka-szegi-morotva	Kistó	0,6 / 0,1-1,2	6,78
3. Rózsás-dűlői-Holt-Tisza	Kistó	0,9 / 0,3-3,7	14,45
4. Boroszló-kerti-Holt-Tisza	Kopolya	2,2 / 0,6-4,9	13,4
5. Ispán-szegi-Holt-Tisza	Mocsár	0,4 / 0,1-1	4,88

3.1.1. Ducskósi-morotva (Tarpa)

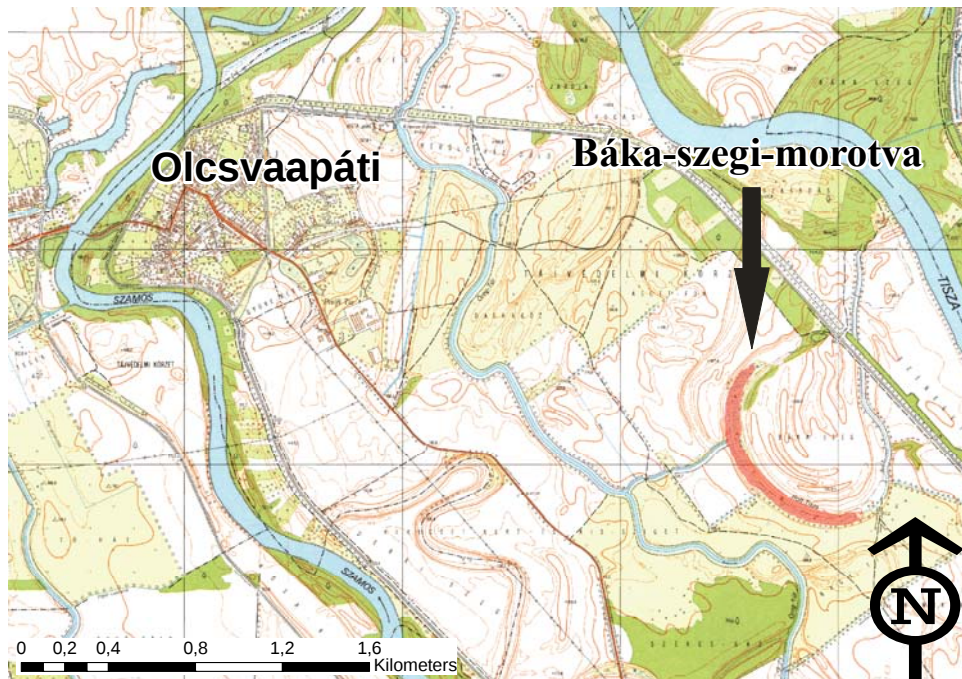
Hullámtéri, kistó típusú holtmeder, erősen asztatikus vízjárással. Szárazabb időben teljesen kiszárad. Mederprofilja szabálytalan, mélyebb és sekélyebb mederrészek váltják egymást, ezért a hínár- és mocsárinövény vegetáció mozaikosan helyezkedik el. Lejtési viszonyait tekintve lassan mélyülő meder. Közvetlen környezetében gyomos ártéri vegetáció, szántó és ligeterdő szegélyezi.



2. térkép. A Ducskósi-morotva földrajzi elhelyezkedése

3.1.2. Báka-szegi-morotva (Olcsvaapáti, Panyola)

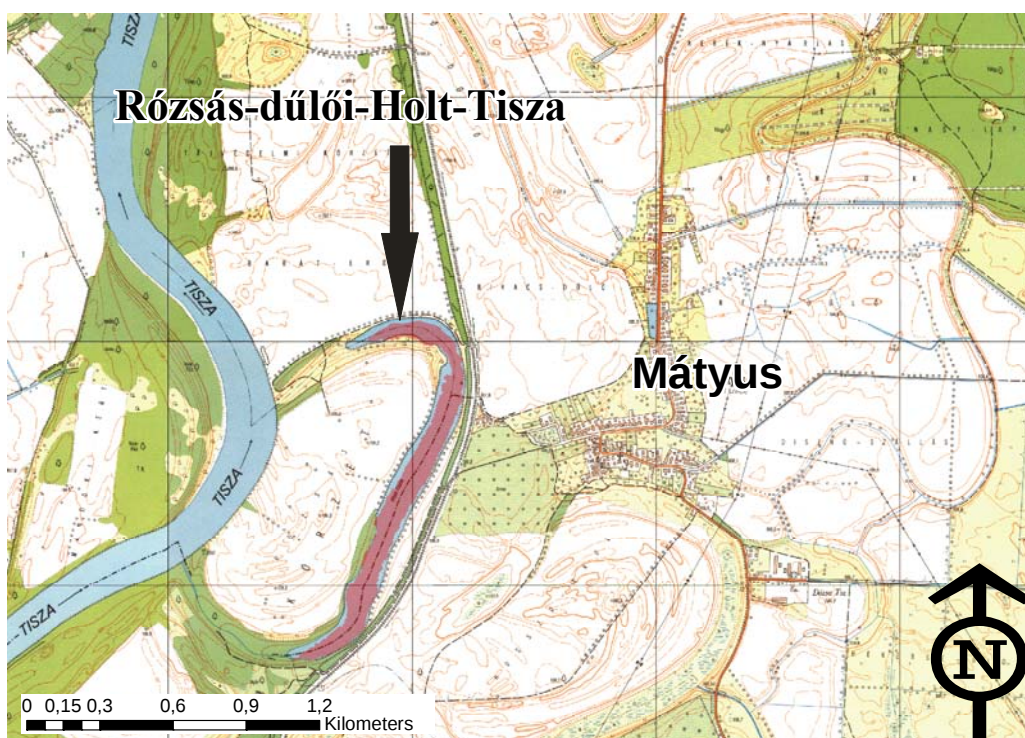
Mentett oldali kistó típusú holtmeder, erősen asztatikus vízjárással. Lassan mélyülő partja miatt a mocsárinövény-állományok dominálják a meder nagy részét. A morotva közepén azonban ezek hínárnövény állományokkal mozaikosan keverednek. Közvetlen környezetét szántók szegélyezik.



3. térkép. A Báka-szegi-morotva földrajzi elhelyezkedése

3.1.3. Rózsás-dűlői-Holt-Tisza (Mátyus)

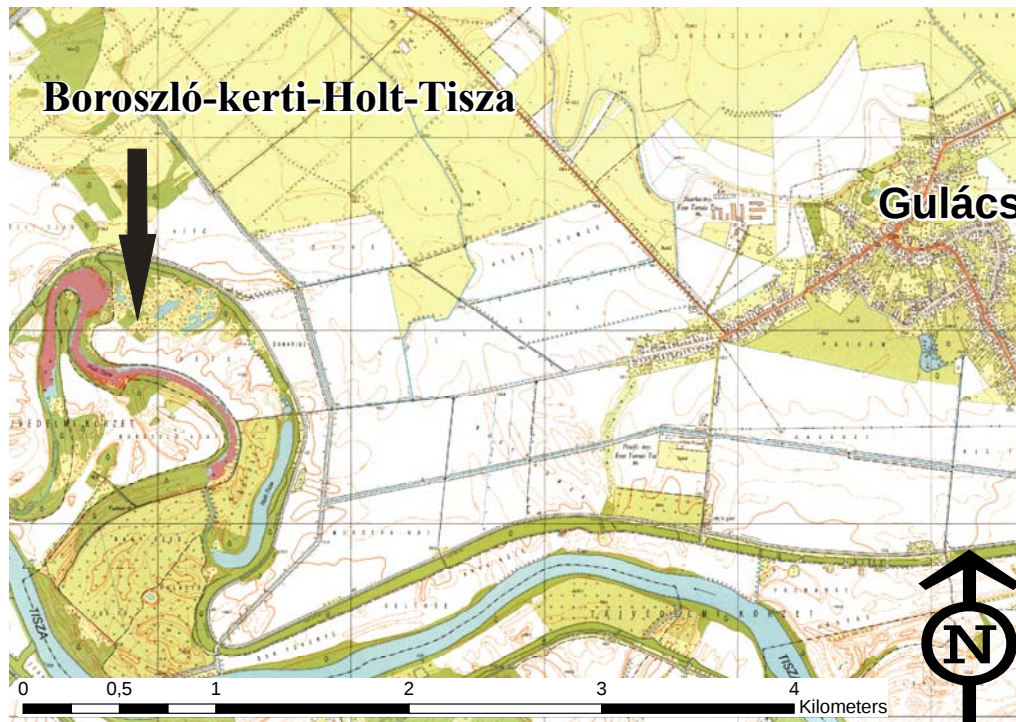
Hullámtéri kistó típusú meder, amelynek közel felét mocsárinövényzet (*Sparganietum erectii*) másik felét hínárnövényzet (*Potametum lucentis*) foglalja el. A meder lejtési viszonyait tekintve sekély, egyenletesen mélyül, erősen iszapoldott, eutróf vizű. A két végében található egy-egy mélyebb, növényzetmentes folt. A medret szántók és egy ligeterdő határolják.



4. térkép. A Rózsás-dűlői-Holt-Tisza földrajzi elhelyezkedése

3.1.4. Boroszló-kerti-Holt-Tisza (Gulács)

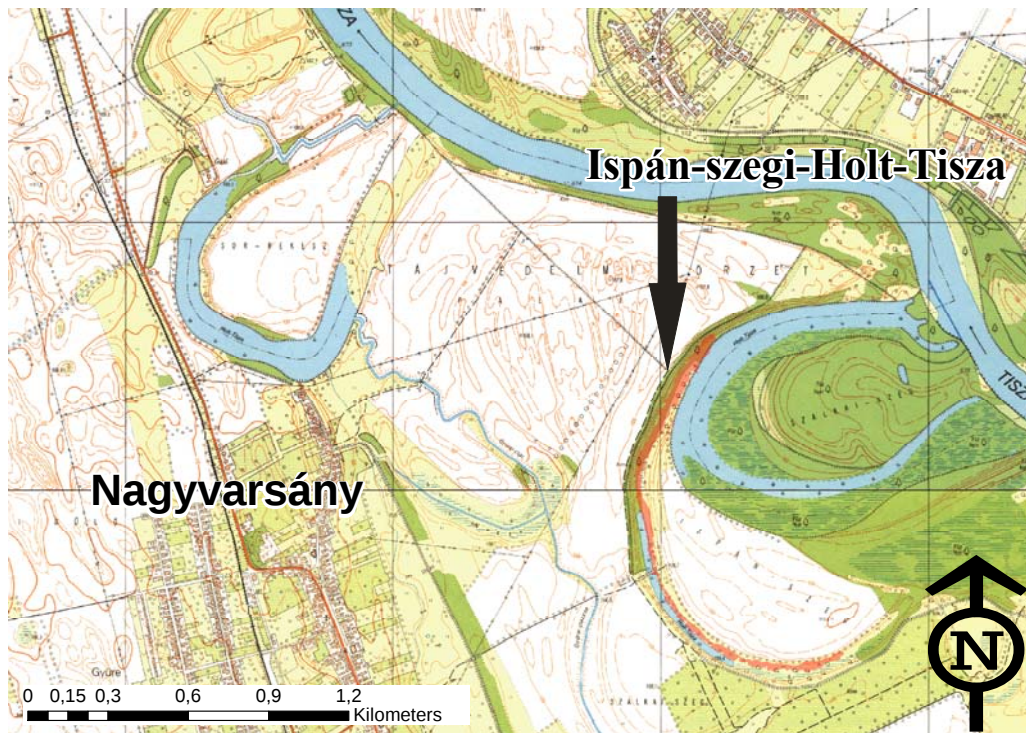
Hullámtéri kopolya típusú meder. Alakja 'S' alakot ír le, amelyben 80%-ban sekély, mintegy 1,5 -2 m mély, 20%-ban viszont nagyon mély, az 5-6 m-es mélységet is eléri. A mederprofilja szabálytalan, magán hordozza az egykori folyómeder sajátosságait. A növényzeti borítottság magas, de a legmélyebb részeken, ill. az árnyékolt területeken elég nagy kiterjedésű szabad víztükör is található. A vegetáció mozaikos, fajgazdag. A széleit ligeterdő határolja, azon túl viszont szántók.



5. térkép. A Boroszló-kerti-Holt-Tisza földrajzi elhelyezkedése

3.1.5. Ispán-szegi-Holt-Tisza (Nagyvarsány)

Mocsár típusú holtmeder, amely a nyári gáton belüli hullámtéren helyezkedik el. Alakja kiflire emlékeztet, mederprofilját tekintve egyenletesen mélyülő medrű. A medret egy gát két egyenlő részre osztja. Üde mocsár, vagyis a mederben az év elején vízben áll, de a nyár közepére kiszárad és a meder 90%-át mozaikosan elhelyezkedő mocsárinövény-állományok foglalják el. Közvetlen környezetében ligeterdők és egy másik holtmeder helyezkedik el.



6. térkép. Az Ispán-szegi-Holt-Tisza földrajzi elhelyezkedése

3.2. A mintavételi módszerek

3.2.1. A Felső-Tisza-menti holtmedrek florisztikai felmérése

A holtmedrek florisztikai felmérése során a medreket 2003 nyarán többször is megkerestük, azokról részletes fajlistát készítettünk. Előzetes megegyezés alapján, csak a hínár- és mocsárinövények kerültek feljegyzésre, illetve azok az edényes növényfajok, amelyek a felmérés időpontjában a mocsárinövények zónájában voltak fellelhetőek. A növényfajok tudományos nevei Simon (2000) nevezéktanát követik.

3.2.2. A cönológiai felvételezés

A cönológiai felvételek Braun-Blanquet (1964) kvadrát módszerén alapultak. A felmérés során az AD értékek helyett Tansley és Chipp (1926) százalékos borításbecslési eljárását használtuk. Azoknál a fajoknál, ahol ez lehetséges volt, az egyed- illetve a tőszámot is feljegyeztem. A felvételezés térbeli elrendezése Dubois et al. (1984) kvadrátos transzekt módszerét követte, ahol is a kvadrátokat a partra merőleges transztek mentén helyeztük el. A transztek kezdőpontjaként a mocsárinövényzet part felőli határát jelöltem ki, záró pontként pedig a nyílt víz határát. Azokon a helyeken, ahol nyílt víz nem volt, ott a túlsó part mocsárinövény zónájának part menti vége jelentette a transzekt végpontját. A transztek helyzetét random táblázat segítségével jelöltem ki, csökkentve a szubjektivitás adta hibalehetőséget.

A kvadrátok a transzekten belül egymással érintkező sort alkottak. Méretük és elhelyezkedésük megfelelt Mueller-Dombois és Ellenber (1974) illetve Jensen (1977) által megfogalmazott legfontosabb irányelveknek, miszerint:

(1) A vizsgált közösségre jellemző összes faj előfordult bennük. A minimum-areára vonatkozó irányelveket betartva a mintavételi négyzet mérete homogén/monodomináns kvadrátok esetében 2x2, míg mozaikos kvadrátok esetében 5x5 m-es volt.

(2) A növényzeti felszínének homogenitására vonatkozó kitétel (miszerint ne legyen homogén, összefüggő, ne legyenek „üres”, növényzetmentes felszínek, de ne legyenek benne teljesen egy faj által alkotott monodomináns foltok sem) nem teljesült, mivel ezek a tulajdonságok a hínár és mocsári közösségek jellemző sajátosságai.

A holtmedrekben készített cönológiai felvételek számát a 2. táblázat tartalmazza. Az eredmények fejezetben medrenként mutatjuk be e felvételekből származtatható eredményeket.

2. táblázat. A holtmedrekben készített cönológiai felvételek és transzektek száma

	Kvadrátok száma (db)	Transzektek száma (db)
Boroszló-kerti-Holt-Tisza	42	15
Rózsás-dűlői-Holt-Tisza	14	4
Báka-szegi-morotva	30	4
Ducskósi-morotva	23	5
Ispán-szegi-Holt-Tisza	17	6

A felvételek elemzéséhez a szociális magatartás típusokat (SzMT), a Soó-féle cönoszisztematikai kategóriákat (COENOS), a flóraelem kategóriákat használtam fel. Ezen mérőszámok kategóriáinak százalékos borítási értékben kifejezett értékeinek segítségével jellemzem majd a medrek természetességi és vegetációtörténeti viszonyait.

A felvételek rendezésekor a fajok flóraelem- és cönoszisztematikai (Soó 1964-1980) kategóriáit a vízigény- és a szociális magatartás típus (Borhidi 1995) értékszámaikat vettem figyelembe.

3.2.2.1. A szociális magatartás típus

A növények szociális magatartás típusai (SzMT) a növényfajoknak a társulásban betöltött szerepén alapulnak. Kifejezik a növénynek a termőhelyéhez való kapcsolódási módját, a kapcsolódás információtartalmát és a kapcsolódás természetességét. A társulásban előforduló típusok arányából következtethetünk a társulás ökológiai információkban való gazdagságára, stabilitására, természetességi állapotára, a niche-terek feltöltöttségére, a társulás regenerációs készségére, ill. kapacitására, valamint a zavartság, átalakítottság, ill. a természetes állapottól való eltérés mértékére.

Ez az értékszám szorosan kapcsolódik Grime (1979) C-S-R stratégiai modelljéhez, ahol is a termőhely zavartságának és a termőhelyi stressz intenzitásának alacsony, vagy magas volta határoz meg négy kategóriát az alábbi módon:

3. táblázat. Grime (1979) három-stratégias ökológiai rendszerének kiindulási modellje

A termőhely zavartsága	A termőhelyi stressz intenzitása	
	<i>alacsony</i>	<i>magas</i>
<i>alacsony</i>	Kompetitorok (C)	Stressz-tűrők (ST)
<i>magas</i>	Ruderálisok (R)	-

Ezen a modellen belül az SzMT-k a következőképpen helyezkednek el:

I. Természetes kompetitorok: **C**

II. Stressz-tűrők: **ST**

Szűk ökológiájú stressz-tűrők = specialisták: **S**

Tág ökológiájú stressz-tűrők = generalisták: **G**

III. Ruderálisok: **R**

A természeti tényezőktől zavart termőhelyek növényei = természetes pionírok: **NP**

Emberi tényezőktől zavart termőhelyek növényei

Természetes termőhelyek zavarástűrő növényei: **DT**

A honos flóra antropofil elemei (honos gyomok): **W**

Antropogén tájidegen elemek

Meghonosított és kivadult haszonnövények: **I**

Behurcolódott gyomok (adventív elemek): **A**

Másodlagos termőhelyek kompetitorai

A honos flóra ruderalis kompetitorai: **RC**

Tájidegen, agresszív kompetitorok: **AC**

Az egyes típusok részletes jellemzését itt mellőzzük, ezek megtalálhatóak Borhidi (1995) művében.

3.2.2.2. A flóraelem

A flóra és vegetáció közvetlen fejlődéstörténeti rendszerét, rokonsági kapcsolatait a flóraelemek hivatottak tükrözni. Magyarország növényzetének flóraelem besorolását Soó Rezső és id. Máthé Imre munkái alapozták meg (Soó 1933, 1939; Máthé 1940, 1941). Soó (1964-1980) munkájában olyan részletességgel jellemzi, hogy az adatbázisban való kezeléshez alkalmatlannak bizonyult. Jelen esetben cönológiai felvételeim elemzéséhez a Flóra adatbázis (Horváth et al. 1995) rendszerezését vettem alapul.

3.2.2.3. A Soó-féle cönoszisztematikai kategória

A Soó-féle cönoszisztematikai kategória- (COENOS) rendszer Soó Rezső és iskolájának az elmúlt közel 70 évben kidolgozott rendszere. Leírta és rendszerezte Magyarország növénytársulásait, és a hazai flóra szinte valamennyi fajának megállapította az egyes cönotaxonokhoz való tartozását, hűségét vagy éppen indifferenciáját. Ha figyelembe vesszük a növényfajok élőhely- igényeiben rejlő ökológiai kapcsoltságot a cönoszisztematikai rendszerek az élőhelyek ökológiai viszonyainak is fokmérői lehetnek. Ebben a típusú kategória rendszerben a fajok élőhely- preferencián túl azok növekedési és életforma sajátosságai is benne foglaltatnak. Gyakorlati szempontból jól alkalmazható összehasonlító cönológiai elemzések csoportrészesedéseinek számolásakor.

3.2.2.4. A relatív talajvíz-, talajnedvesség indikátor értékek

Az ökológiai indikátorszámok használata a klasszikus botanikában nem új keletű dolog. Használatuk azonban az alkalmazott kutatásokban és azok értékeléseiben érthetetlen módon nem kerültek előtérbe.

Ellenberg (1950, 1952, 1963, 1974) Ellenberg és mtsai (1991) koncepciójának hazai adaptációjára már igen korán sor került (Zólyomi & Précsényi 1964; Zólyomi et al. 1967; Kárpáti és Kárpáti 1972; Kárpáti 1978; Soó 1964-1980; Borhidi 1995). Ezen munkák közül Zólyomi Bálint munkái komoly tereptapasztalatokon nyugvó, explicit mérési eredményekre támaszkodhatott. Az ő általa létrehozott TWR értékek az egyes taxonokat hőmérsékleti-,

vízháztartási- és talaj-igényei szerint csoportosítják. Ez a munka olyan jól sikerült, hogy a későbbi rendszerezők (Soó Rezső és Borhidi Attila) is ezt vették alapul.

Az indikátor értékekkel kapcsolatban felmerülő kétkedés, miszerint a jelenség regionális szinten változik (Horváth et al. 1995) az én értékelésemben semmilyen hibát nem okozhatnak, mivel az általam vizsgált holtmedrek ugyanazon flórajárásban helyezkednek el. Az értékek szubjektív besorolásának hibalehetősége természetesen ebben a munkában is fennáll. Azonban ha következetesen ugyanazon szerző által készített értékeket használjuk fel területek összehasonlítására, ez a szubjektivitásból eredő hiba eltűnik, illetve jelentősen mérséklődik. Az értékek nem-metrikusságából adódó hibalehetőséget teljesen kiküszöbölni nem lehet. Ebben a hazai botanika még jelentős hátrányokkal küzd. Doktori dolgozatomban a legszélesebb körű terepi tapasztalatokon és méréseken nyugvó Zólyomi-rendszert és a vizes kategóriákat finomabban tagoló Borhidi-féle értékeket is alkalmaztam.

3.2.3. A Kohler-módszer

Közép-Európában a vízi állományok vizsgálatát, a szárazföldi vegetációkutatásokhoz hasonlóan, hosszú ideig csak a kvadrát módszerrel végezték. Az 1960-as évektől kezdődően több európai országban (Németország, Ausztria, Svédország) tért hódított az a szemlélet, hogy a vízi növény- állományokat ne cönológiai egységekhez (asszociáció, stb.) kötve, hanem a gyakorlati céloknak (pl. vízminőség- és természetvédelem) jobban megfelelő, könnyen elsajátítható, jól reprodukálható, egyszerű módszerrel vizsgálják. Mindezen kívánalmakat szem előtt tartva Alexander Kohler a hohenheimi egyetem botanika professzora 1978-ban publikálta módszerét (Kohler 1978b; Kohler és Janauer 1995), amely egy könnyen alkalmazható, nem cönológiai kategóriákkal dolgozó terepi felvételező módszer a vegetáció felmérésére. Ezt a módszert kimondottan vizes élőhelyek felmérésére találta ki. A módszer lényege igen egyszerű, hatékony, kivitelezése gyors és megfelelő. Jellemzői:

- Társulásokat nem ír le, csak az előforduló fajokat állapítja meg
- A fajok mennyiségi becslését nem próbanégyzeten, hanem ismert hosszúságú szakaszokon, a szakaszokhoz rendelhető, a felmérő által belátható teljes vízfelületéhez viszonyítva végzi
- Mennyiségi becslés az ún. tömegbecslés, amely nem a vizekben erősen ingadozó borításon, hanem a fajok előfordulási gyakoriságának becslésén nyugszik
- A fajokról elterjedési térképet készít, amit felhasznál a folyóvizek florisztikai-ökológiai zónákra való tagolásánál

Lényege, hogy a vizsgálat alá vont folyót, a mederpartot hosszában, ismert hosszúságú szakaszokra osztják fel, és a szakaszok határait egy térképre nagy pontossággal felviszik. Minden szakasz minden egyes fajtát egy 5-fokú skála alapján kell besorolni és rögzíteni.

Mennyiségbecslő skála (Kohler 1978b- féle 5-fokú skála)

1 = igen ritka
2 = ritka
3 = elterjedt

4 = gyakori
5 = tömegesen előforduló

Ezeket a gyakorisági értékeket ezt követően egyszerű köbre emeléssel tömegességi adatokra alakíthatjuk Melzer (1988) szerint.

1 = igen ritka	1
2 = ritka	8
3 = elterjedt	27
4 = gyakori	64
5 = tömegesen előforduló	125

Egy elterjedési grafikonon megjeleníthetők az egyes makrofita fajok mennyiségi előfordulásai a vizsgálati terület mentén. A jellemző elterjedési minták alapján egyes fajok és fajcsoportok növényzeti, ökológiai folyózónákat határolnak el egymástól. Ezek kihangsúlyozzák a folyók elkülönülő termőhely- viszonyait. *(Ilyen elterjedési mintázat-térképet mi is készítettünk, azonban jelen dolgozatban azt nem közöljük.)*

A származtatott értékekből mennyiségi paraméterek is számolhatóak (Kohler és Janauer 1995), illetve egyéb statisztikai próbák végezhetőek.

3.2.3.1. Mennyiségi jellemzők

A különböző folyóvizek és a folyókon belüli szakaszok, zónák makrovegetációinak mennyiségi összehasonlításakor használt értékek a „**relatív növénymennyiség**” (RPM), „**relatív előfordulási hossz**” ($L_r\%$, **d-értékek**) és a „**átlagos mennyiségindex**” (MMT, **MMO**) meghatározása. Ezeket az értékeket medrenkénti bontásban minden egyes fajra kiszámítottuk, a képletnek megfelelően. A kapott értékeket az elemzés során a cönológiai értékelésekhez is használt növényzeti értékszámok segítségével csoportosítva elemeztük. Az értékek természetesen nemcsak fajokra, hanem fajcsoportokra, illetve fajcsoportokat reprezentáló ökológiai értékszámokra is megadható. A kiértékelés menete a következő volt:

1. A megfelelő képlet segítségével kiszámítottuk, minden egyes faj mennyiségi paraméterét minden egyes mederben.
2. A fajokat értékszámaik alapján csoportokba rendeztük.
3. Az értékszám-csoportokon belül a mennyiségi értékeket összeadtuk és számoltuk azok %-os részesedését a teljes mennyiségből.
4. A grafikonokon ezeknek az értékszámoknak a részesedését ábrázoltuk. Az ordinálás során pedig az egyes fajok mennyiségi értékeit elemeztük.

3.2.3.1.1. A „relatív növénymennyiség” (Relative Pflanzenmenge, RPM)

Az általunk használt legfontosabb paraméter. Kifejezi, hogy az összes figyelembe vett faj mennyiségéből mekkora részt tesz ki az egyes faj mennyisége, tehát egy faj hány százalékot tesz ki az összes felmért faj mennyiségéből.

Ezzel a paraméterrel látványosan kimutatható az, hogy melyik faj viselkedik dominánsan. Az adatokból készített RPM diagramm pedig egyértelművé teszi, hogy dominál-e valamelyik faj az élőhelyen, avagy az adott vízínövény színező elemként van jelen. Az RPM számítása Pall

és Janauer-től származik (Pall és Janauer 1995). Ezen értékek számítása általában vízínövényekre alkalmazható.

Az RPM értékét a következő képlet alapján számíthatjuk ki:

$$\text{RPM}[\%] = \frac{\sum_{i=1}^n (M_i^3 \cdot L_i) \cdot 100}{\sum_{j=1}^k \left(\sum_{i=1}^n (M_{ji}^3 \cdot L_i) \right)}$$

RPM = a vizsgált terület relatív növény mennyisége

M_i = az „i” folyószakaszon a fajnak becsült mennyisége (skála)

L_i = az „i” folyószakasz hossza

j = különböző növényfajok folyamatos indexe

A „fajok száma” egy igen fontos paramétere egy holtmeder vagy egy folyószakasz flórájának, mert annak sokszínűségéről (a diverzitásáról) árulkodik. A fajok számának meghatározásakor minden kritikus családnál megjelöljük a szerzői eredetet is.

3.2.3.1.2. A „átlagos mennyiségindex” (MMT, MMO)

Lehetővé teszi minden egyes fajnak a folyóban illetve a folyóhoz közeli elterjedésének mennyiségben (db számban) és arányszámban történő kifejezését. A diagramm egyértelművé teszi, hogy egy faj egyenletes elterjedést mutat-e, vagy egyenetlen elterjedés jellemző rá.

MMT (*Mittlerer Mengenindex einer Art über alle Abschnitte*) (T=total) esetében minden vizsgált szakaszt összevonunk, és a teljes területre vonatkoztatva vizsgáljuk a megoszlást.

MMO (*Mittlerer Mengenindex einer Art über die Abschnitte ihres Auftretens*) (O=occurence) előfordulás esetén csak azokat a szakaszokat vesszük figyelembe, amelyekben a növény előfordul (Kohler & Janauer 1995).

$$\text{MMT} = \sqrt[3]{\frac{\sum (M_i^3 \cdot L_i)}{L}}$$

$$\text{MMO} = \sqrt[3]{\frac{\sum (M_i^3 \cdot L_i)}{\sum L_i}}$$

M_i = az „i” folyószakaszon a fajnak becsült mennyiség (skála)

L_i = az „i” folyószakasz hossza

L = a folyószakaszok összesített hossza

$$d = \frac{\text{MMT}^3}{\text{MMO}^3}$$

d = elterjedési hányados (Verbreitungsquotient)

4. táblázat. A holtmedrekben készített Kohler szakaszok és a talált fajok száma

	Szakaszok száma	Talált fajok száma	RPM% skála
Boroszló-kerti-Holt-Tisza	14	36	0,006-15,39

Rózsás-dűlői-Holt-Tisza	8	30	0,01-25,2
Báka-szegi-morotva	7	38	0,01-12
Ducskósi-morotva	3	25	0,25-17,1
Ispán-szegi-Holt-Tisza	14	23	0,04-23,4

A kapott eredmények értékeléséhez a relatív növény mennyiség index (RPM) százalékos értékeit és az elterjedési hányados (d) értékeit vettem alapul. Ezen két érték alapján megmondható, hogy mely fajok dominálják, illetve jellemzik leginkább a medret, és hogy ezek a fajok milyen egyenletességgel fordulnak elő a mederben. A növény mennyiség- indexet a szociális magatartás értékek függvényében is elemeztem.

3.3. Vízkémiai elemzések

A víz kémiai elemzéséhez 5 literes edényekben minimum 5 mintát vettem holtmedrenként. Az 5 liter minta a mintavételi pont alatt lévő vízoszlopból származik. A minták számát az 5. táblázat tartalmazza. A Boroszló-kerti-Holt-Tisza esetében a mintaszámot jelentősen megnöveltem egy részletesebb, medren belüli kapcsolat felderítése céljából.

A vízmintákat a Nyírségvíz ZRt. nyíregyházi laboratóriumában a következő elemekre vizsgálták meg: *Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na, NH₄, NO₂, NO₃, klorofill-a, hidrogén-karbonát, karbonát, Kjeldahl-N, klorid, KOI(Cr), KOI(sMn), vezetőképesség, oldott oxigén, összes foszfor, oldott orto-PO₄, szulfát, p-lúgosság, m-lúgosság*. Helyszíni méréseket is végeztem pH, vezetőképesség és oldott O₂ változókra Hydrolab 4a szonda segítségével (Hach LDO™)

A minták laboratóriumi vizsgálata az érvényben lévő hazai szabványok szerint készült: (MSZ 1484-3: 1998, MSZ 448-12: 1982, MSZ 448-13: 1983, MSZ 448-15: 1982, MSZ 448-18: 1977, MSZ 448-20: 1990, MSZ 448-22: 1985, MSZ 448-32: 1977, MSZ EN 25663: 1998, MSZ ISO 10260: 1993, MSZ ISO 6060: 1991, MSZ ISO 7150-1: 1992).

A klorofill-a meghatározása fotométerrel történt (Athelie, Secoman, France). A Na-, K-, Ca-, Mg-, Fe- és Mn- ionok mennyiségi meghatározása ICP-OES spektrométer (Vista-Pro, Varian Inc., USA) segítségével készült. A szulfát, ammónium, nitrit és nitrát valamint az orto-foszfát koncentrációt spektrofotométer segítségével (Cary 1-E, Varian Inc., USA) mérték. A pH és a vezetőképesség értékeit laboratóriumban is ellenőrizték SenTix elektród (inoLAB, WTW GmbH, Germany) vezetőképességmérő (Radelkis Ltd., Hungary) segítségével.

5. táblázat. A holtmedrekből vett vízkémiai minták száma

	Vízkémiai minták száma (db)
Boroszló-kerti-Holt-Tisza	14
Rózsás-dűlői-Holt-Tisza	5
Báka-szegi-morotva	5
Ducskósi-morotva	5
Ispán-szegi-Holt-Tisza	5

3.4. Statisztikai eljárások

A cönológiai és a Kohler-módszer eredmények adatainak rendezését MS-Office Excel 2003 táblázatkezelő szoftver segítségével készítettem. Az adatok alapstatisztikáit Sigma Stat 3.10 szoftverrel készítettem. A cönológiai és Kohler adatok nem metrikus többdimenziós skálázásához (Kruskal 1964, Shepard 1962) és a főkoordináta-analízishez (Gower 1966) az R 2.3.1. (R Development Core Team, 2006) programot használtam a vegan (Oksanen et al. 2006), MASS (Venables and Ripley 2002) és ade4 (Chessel et al. 2005) csomagok felhasználásával. A cönológiai felvételek és a környezeti háttérváltozók kanonikus korrespondencia analíziséhez (Ter Braak 1986) és ordinálásához a Canoco 4.5 és az R 2.3.1. statisztikai programot (R Development Core Team, 2006) hívtam segítségül. A kanonikus korrespondencia analízis során a háttérváltozók és a kapott eloszlások kapcsoltóságának szignifikancia- szint elemzését Monte-Carlo teszttel végeztem (Lepš és Šmilauer 2003).

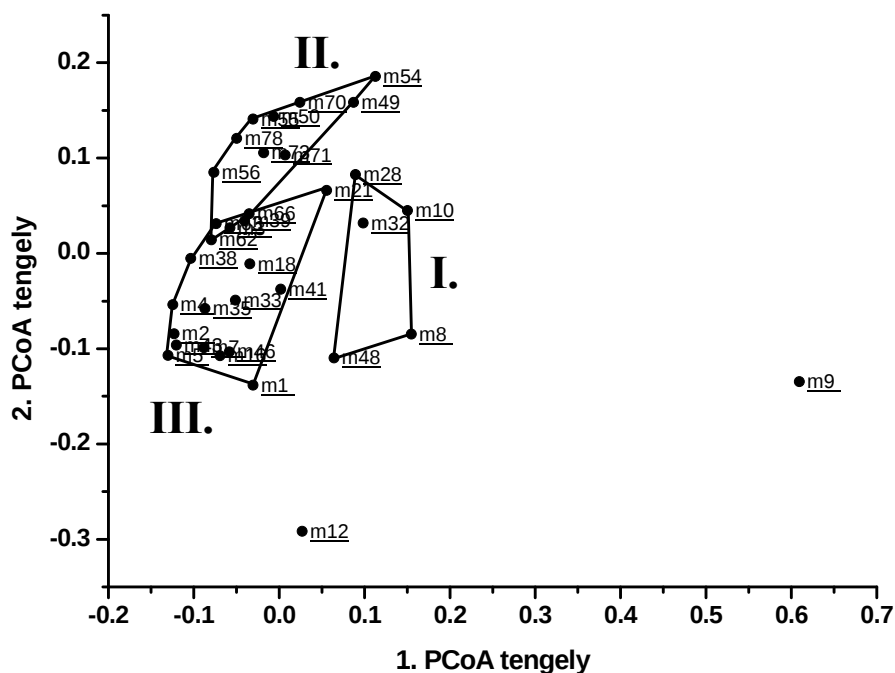
A mérőszámok egyes értékeinek módszerek közötti normál eloszlást Kolmogorov-Szmirnov teszttel (Sokal és Rohlf 1995) elemeztem. Chi négyzet-próbát használtam a módszerek közötti különbségek felfedéséhez.

A kapott statisztikai eredményeket OriginPro 7.5 ábrakeresztő program segítségével alakítottam grafikus ábrává.

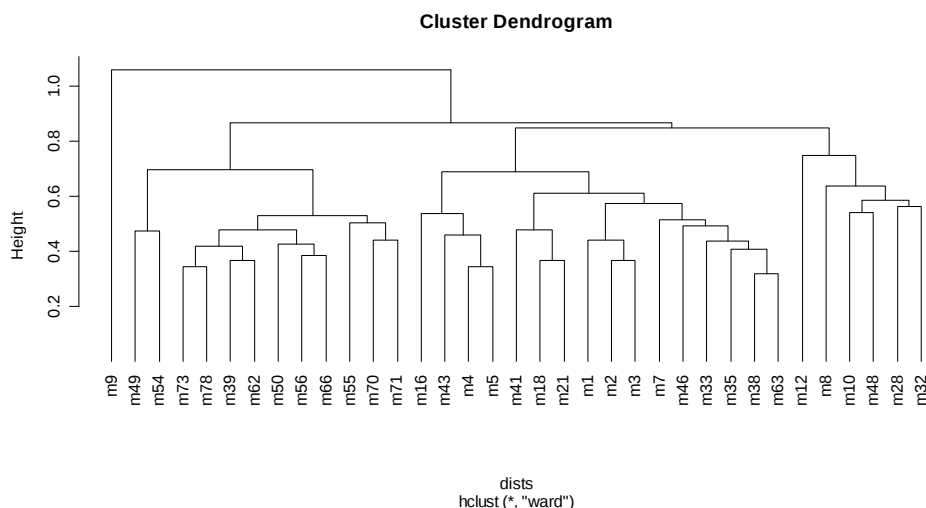
4. Eredmények

4.1. A Felső-Tisza- menti holtmedrek florisztikai felmérése

A holtmedrek florisztikai felmérése során készült fajlistákat főkoordináta analízissel hasonlítottuk össze. A holtmedreknek ábrán látható csoportosítását a fajlisták klaszter elemzésével állapítottuk meg (2. ábra).



1. ábra. A Felső-Tisza- menti holtmedrek florisztikai adatainak főkoordináta analízise. *A medrek nevét lásd a mellékletben.* A csoportokat a 2. ábrán látható klaszter elemzés alapján hoztuk létre. Jelmagyarázat: **m1**: Badalói-szegi-morotva, **m2**: Ducskósi-morotva, **m3**: Helmec-szegi-morotva, **m4**: Gacsán-szegi-Holt-Tisza, **m5**: Vágás-dűlői-morotva, **m7**: Halvány-háti-morotva, **m8**: Nagy-szegi-morotva, **m9**: Boroszló-kerti-Holt-Tisza, **m10**: Foltos-kerti-Holt-Tisza, **m12**: Halvány-háti-morotva, **m16**: Apáti-szegi-morotva, **m18**: Mese-szegi-Holt-Tisza, **m21**: Rózsás-dűlői-Holt-Tisza, **m28**: Nagy-szögi-Holt-Tisza, **m32**: Nagy-szegi-morotva, **m33**: Nagy-szegi-Holt-Tisza, **m35**: Halábori-szegi-morotva, **m38**: Tarpai-szegi-Holt-Tisza, **m39**: Espántai-morotva, **m41**: Báka-szegi-morotva, **m43**: Kerice-háti-morotva, **m46**: Ispán-szegi-Holt-Tisza, **m48**: Szalkai-szegi-Holt-Tisza, **m49**: Gyürei-szegi-Holt-Tisza, **m50**: Aranyosi-Holt-Tisza, **m54**: Terem-szegi-morotva, **m55**: Ladányi-Holt-Tisza, **m56**: Sziget-dűlői-morotva, **m62**: Tövis-közi-morotva, **m63**: Zovány-tó-közi-morotva, **m66**: Kerek-tó, **m70**: Bodony-szögi-Holt-Tisza, **m71**: Tölgyfás-kerti-Holt-Tisza, **m73**: Rozsálypusztai-Holt-Tisza, **m78**: Liget-szögi-morotva)



2. ábra. A Felső-Tisza-menti holtmedrek florisztikai adatainak klaszter analízise. Jelmagyarázat: **m1**: Badalói-szegi-morotva, **m2**: Ducskósi-morotva, **m3**: Helmec-szegi-morotva, **m4**: Gacsán-szegi-Holt-Tisza, **m5**: Vágás-dűlői-morotva, **m7**: Halvány-háti-morotva, **m8**: Nagy-szegi-morotva, **m9**: Boroszló-kerti-Holt-Tisza, **m10**: Foltos-kerti-Holt-Tisza, **m12**: Halvány-háti-morotva, **m16**: Apáti-szegi-morotva, **m18**: Mese-szegi-Holt-Tisza, **m21**: Rózsás-dűlői-Holt-Tisza, **m28**: Nagy-szőgi-Holt-Tisza, **m32**: Nagy-szegi-morotva, **m33**: Nagy-szegi-Holt-Tisza, **m35**: Halábori-szegi-morotva, **m38**: Tarpai-szegi-Holt-Tisza, **m39**: Espántai-morotva, **m41**: Báka-szegi-morotva, **m43**: Kerice-háti-morotva, **m46**: Ispán-szegi-Holt-Tisza, **m48**: Szalkai-szegi-Holt-Tisza, **m49**: Gyürei-szegi-Holt-Tisza, **m50**: Aranyosi-Holt-Tisza, **m54**: Terem-szegi-morotva, **m55**: Ladányi-Holt-Tisza, **m56**: Sziget-dűlői-morotva, **m62**: Tővis-közi-morotva, **m63**: Zovány-tó-közi-morotva, **m66**: Kerek-tó, **m70**: Bodony-szőgi-Holt-Tisza, **m71**: Tölgyfás-kerti-Holt-Tisza, **m73**: Rozsálypusztai-Holt-Tisza, **m78**: Liget-szőgi-morotva)

Eredményeink alapján a holtmedreket három csoportba lehet besorolni, illetve két holtmeder nem tartozik bele egyik csoportba sem.

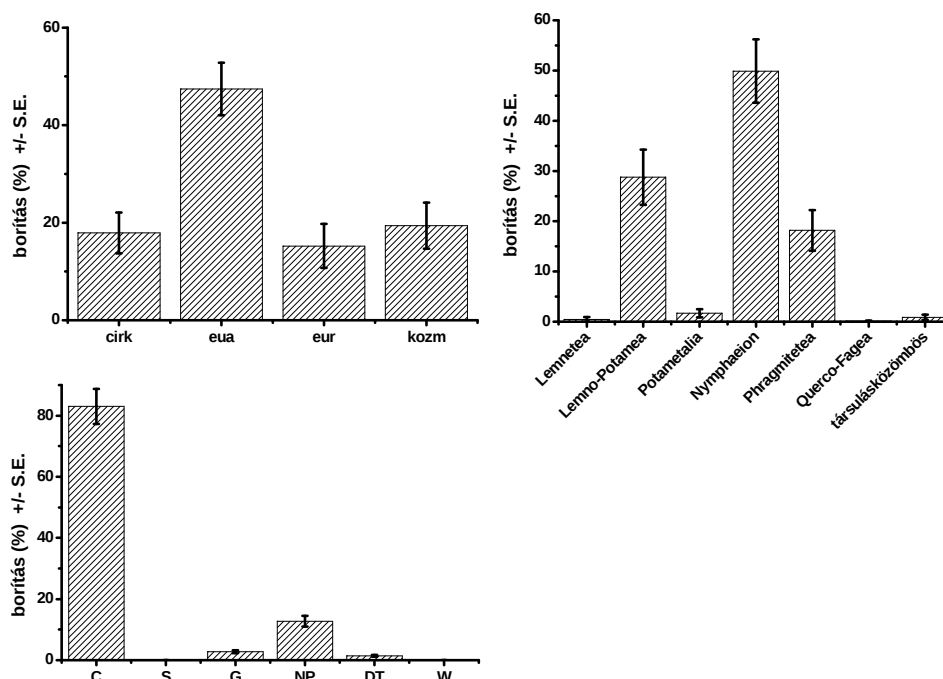
4.2. A cönológiai felvételezés eredményei

4.2.1. Boroszló-kerti-Holt-Tisza

A Boroszló-kerti-Holt-Tiszán készített 42 cönológiai felvételben 14 társulás és 32 faj szerepel. Ezen fajok többsége hínárnövény, nagy részük a *Lemno-Potamea* (28,8%) társulástani rendbe és a *Nymphaeion* (49,9%) társuláscsoportba tartoznak. Kimondottan lebegő hínár (*Lemnetea*) és gyökerező hínár (*Potametalia*) kis százalékban képviselt. A mocsári növények (*Phragmitetea*) aránya a cönológiai felvételekben 18,2%, ami a kopolya típusú medreknek egy megfelelő érték.

A cönológiai felvételekben szereplő fajok többsége flóraelem szempontjából eurázsiai (47,4%) elem. A szűkebb elterjedésű európai és a tágabb areával bíró kozmopolita és cirkumpoláris elemek közel egyenlő arányban (15% és 19%) képviseltek a felvételekben.

A szociális magatartás típusok szempontjából a meder nagyfokú természetességi állapotban van, hiszen a cönológiai felvételekben szereplő fajok 83%-a természetes kompetitor. A zavarást jelző fajok közül a természetes pionírok 12,7%-ot, a gyomok és zavarástűrő növények (DT, W) aránya elhanyagolható mennyiséget képviselnek.



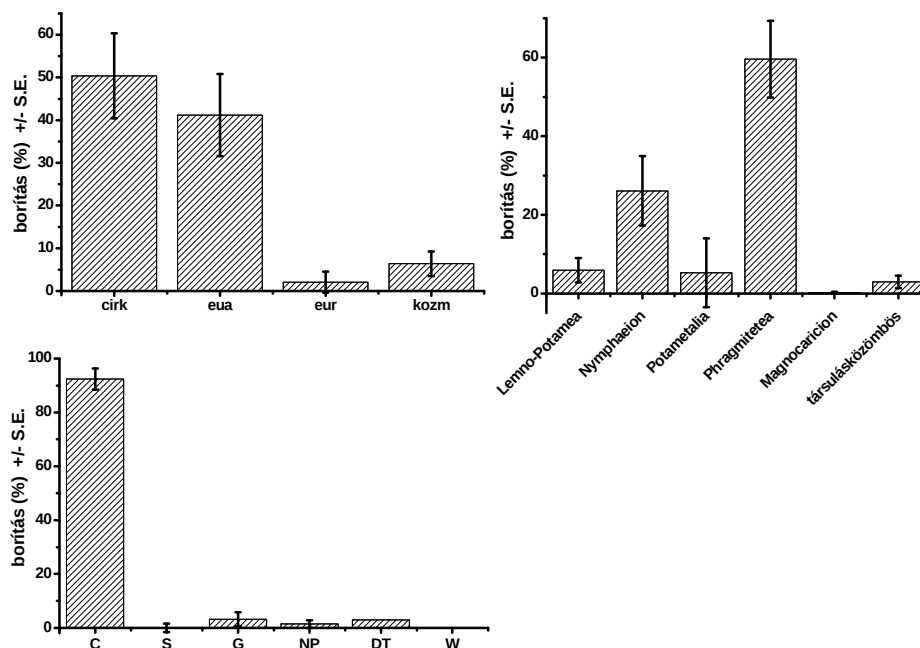
3. ábra. A flóraelem-, a cönosizisztematikai- és a szociális magatartás típus kategóriák megoszlása a Boroszló-kereszt-Holt-Tisza készült cönológiai felvételekben (n=42).

4.2.2. Rózsás-dűlői-Holt-Tisza

A Rózsás-dűlői-Holt-Tisza 14 cönológiai felvételében 4 társulást felvételeztem. A felvételekben összesen húsz faj szerepelt. Ezen fajok közel 60%-a mocsári növény (Phragmitetea), 26%-a *Nymphaeion* elem és 6-6%-a lebegő (*Lemno-Potamea*)-, illetve gyökerező (*Potametalia*) hínár.

Flóraelem szempontjából a cönológiai felvételekben szereplő fajok fele cirkumpoláris elterjedésű. Az eurázsiai elemek is nagy százalékban uradják a felvételeket (41,2%), az európai és kozmopolita elemek pedig elhanyagolható mennyiségben vannak jelen.

Természetesség tekintetében a meder természetes állapotban van, hiszen a fajok 92%-a természetes kompetitor, és a zavarást jelző növények aránya igen elenyésző (~4,5%).



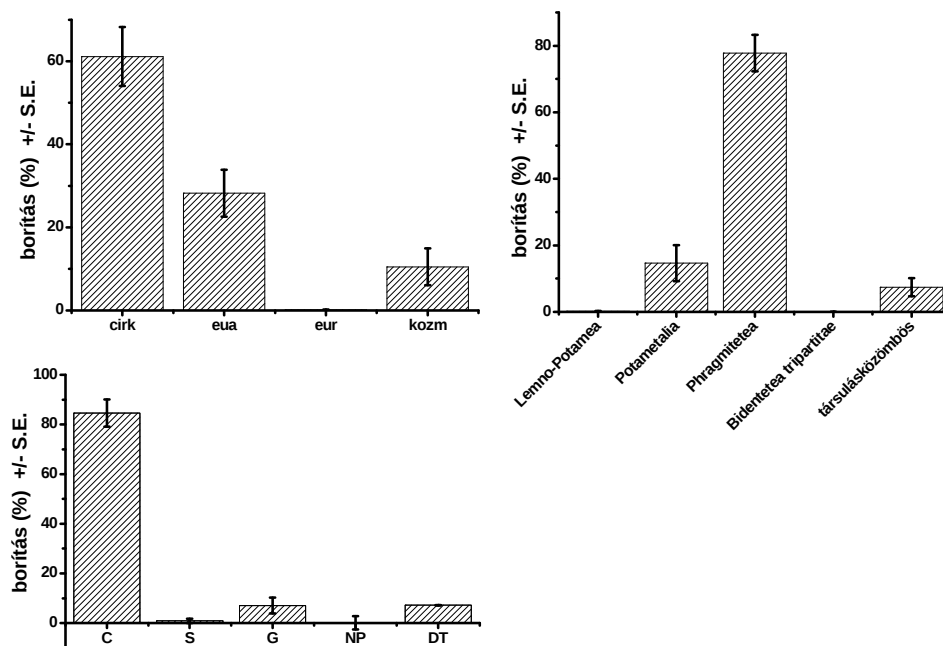
4. ábra. A flóraelem-, a cönoszisztematikai- és a szociális magatartás típus kategóriák megoszlása a Rózsás-dűlői-Holt-Tiszán készült cönológiai felvételekben (n=14).

4.2.3. Báka-szegi-morotva

A Báka-szegi-morotva medrének 30 cönológiai felvételében 8 növénytársulást felvételeztem. A felvételekben összesen huszonnégyszerepelt. Ezen fajok közel 80%-a mocsári növény (*Phragmitetea*), 14,6%-a lebegő hínár (*Potametalia*) elem és közel 8%-a társulásközömbös. Megjelennek a gyom jellegű *Bidentetea* elemek is (0,007%), illetve a lebegő hínarak aránya válik elenyészővé.

Flóraelem szempontjából a cönológiai felvételekben szereplő fajok 61%-a cirkumpoláris elterjedésű. Az eurázsiai (28%) és kozmopolita (10,5%) elemek is nagy számban vannak jelen a felvételekben, az európai elemek pedig elhanyagolható mennyiségben képviseltek.

Természetesség tekintetében a meder szintén igen természetes állapotban van, hiszen a fajok 92%-a természetes kompetitor, és a zavarást jelző növények aránya igen elenyésző (~4,5%).



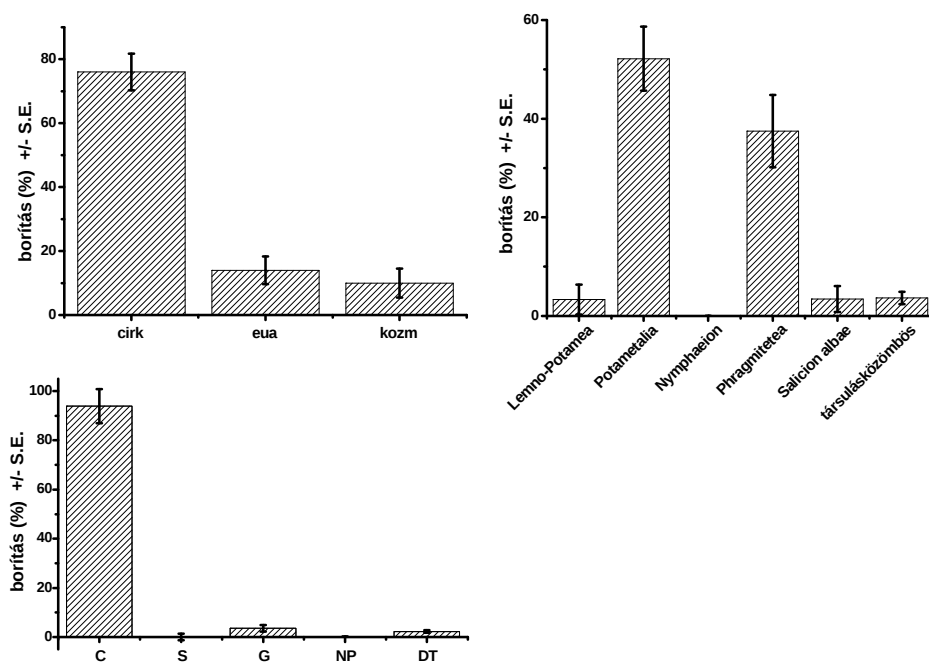
5. ábra. A flóraelem-, a cönoszisztematikai- és a szociális magatartás típus kategóriák megoszlása a Baka-szegi-morotván készült cönológiai felvételekben (n=30).

4.2.4. Ducskósi-morotva

A Ducskósi-morotva 23 cönológiai felvételében 9 növénytársulást felvételeztem. A felvételekben a teljes fajszám 18 volt. A fajok 52%-a gyökerező hínár (*Potametalia*), 37%-a mocsári növény (*Phragmitetea*). A többi cönológiai kategória aránya ezekhez képest elenyésző. Kiemelendő, hogy az Ispán-szegi-Holt-Tiszához hasonlóan, megjelennek a *Salicion albae* elemek (3,4%), ami a meder előrehaladottabb szukcessziós állapotára utal.

Flóraelem szempontjából a cirkumpoláris elterjedésű fajok a maguk 76%-os részesedésükkel dominálják a fajkészletet az eurázsiai (14%) és kozmopolita (10%) elemekkel szemben.

Természetesség tekintetében a meder a többihez hasonlóan igen természetes állapotban van. A szűk tűrésű kompetitor elemek adják a fajok közel 94%-t.



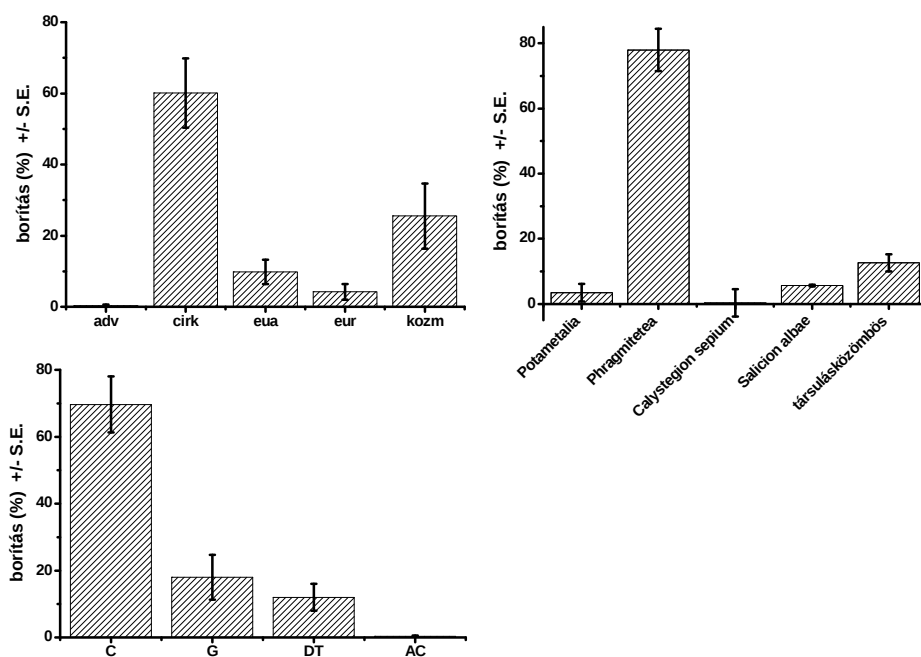
6. ábra. A flóraelem-, a cönoszisztematikai- és a szociális magatartás típus kategóriák megoszlása a Ducskósi-morotván készült cönológiai felvételekben (n=23).

4.2.5. Ispán-szegi-Holt-Tisza

Az Ispán-szegi-Holt-Tisza 17 cönológiai felvételében 4 társulást felvételeztem. A fajok száma 19 volt. A mederben a fajok 78%-a mocsári (*Phragmitetea*), 12%-a társulásközömbös, 5,6%-a puhafás ligeterdei elem (*Salicion albae*) és mindössze 3,4%-a volt lebegő hínár (*Potametalia*).

Flóraelem tekintetében szintén a cirkumpoláris elemek (60%) a dominánsak, mellettük a kozmopoliták (25,5%) érnek el jelentősebb borítási értéket.

A természetességi viszonyok tekintetében elmondható, hogy a kompetitor elemek adják a felvételek közel 70%-át, a generalisták a 18%-ot. A zavarást jelző fajok közül a természetes pionírok 12%-ban borítják a felvételeket.



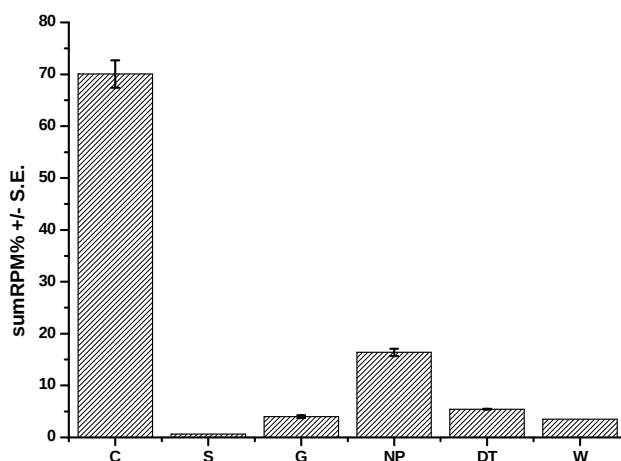
7. ábra. A flóraelem-, a cönosiztematikai- és a szociális magatartás típus kategóriák megoszlása az Ispán-szegi-Holt-Tiszán készült cönológiai felvételekben (n=17).

4.3. A Kohler-módszeren alapuló felmérés eredményei

4.3.1. Boroszló-kerti-Holt-Tisza

A Boroszló-kerti-Holt-Tisza növényállományait tekintve igen mozaikos képet nyújtott, ezért viszonylag sok, 14 szakaszon vizsgáltam a növényfajok mennyiségét. Az előforduló fajok közül a kompetitor *Nymphaea alba* (13,6%) és a szintén kompetitor *Ceratophyllum demersum* (13,6%) relatív növénytömeg indexe bizonyult a legnagyobbaknak, ezek a fajok jellemzik leginkább a holtmedret (lásd melléklet). Ezek eloszlási értékei (d érték) magasak (0,5-1), tehát a mederben szinte mindenütt jelen vannak. Ezek mellett a *Myriophyllum verticillatum*, *Glyceria maxima*, *Typha angustifolia* fajok nagyobb mennyisége jellemző a mederre.

A szociális magatartás típusok függvényében vizsgálva a fitomassza értékeket a kompetitor fajok erős dominanciája mutatható ki. Ezen kívül a természetes pionírok mennyisége ér el magasabb értéket.

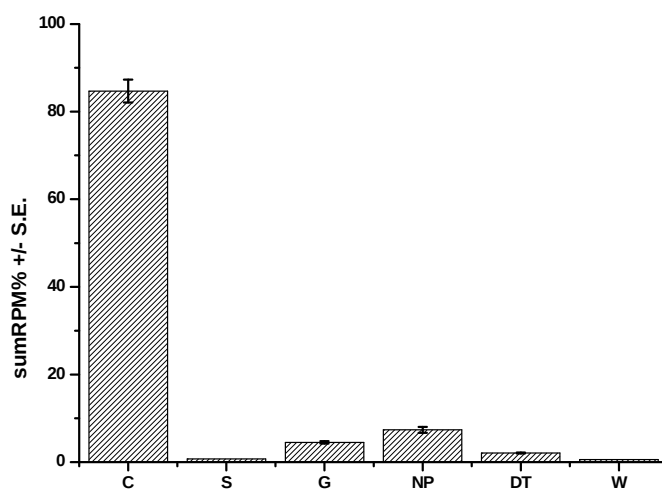


8. ábra. A szociális magatartás típus kategóriák megoszlása a Boroszló-kerti-Holt-Tiszán készült Kohler-szakaszokon (n=14).

4.3.2. Rózsás-dűlői-Holt-Tisza

A Rózsás-dűlői-Holt-Tisza növényállományait tekintve homogén képet nyújt. A mederben előforduló fajok közül a *Sparganium erectum* (25,2%), *Trapa natans* (19,8%), *Potamogeton lucens* (15,3%) és a *Ceratophyllum demersum* (14,1%) relatív növény mennyiség index értékei dominálnak a többi faj felett. Ezen fajok mindegyike kompetitor és magas (0,7-1) d értékkel rendelkezik, tehát a meder egészét tekintve homogén elterjedésűek (lásd melléklet).

A szociális magatartás típusok függvényében vizsgálva a fitomassza értékeket a kompetitor fajok magasan dominálják a medret. Ezek mellett a generalista és természetes pionír fajok mennyisége számottevő.

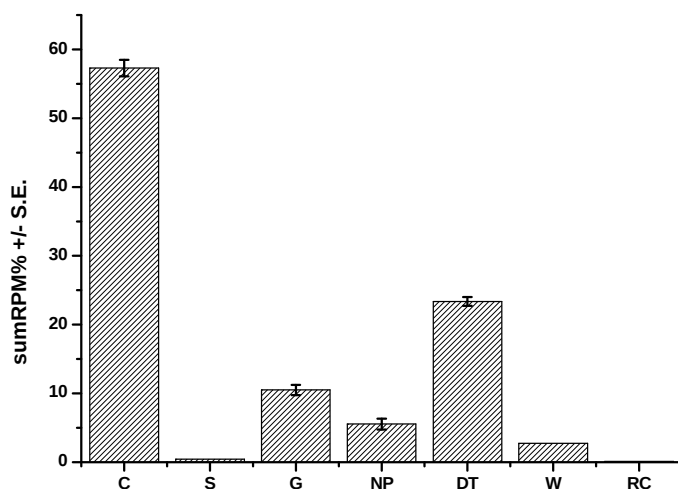


9. ábra. A szociális magatartás típus kategóriák megoszlása a Rózsás-dűlői-Holt-Tiszán készült Kohler-szakaszokon (n=8).

4.3.3. Báka-szegi-morotva

A Báka-szegi-morotva növényzete igen mozaikos képet nyújt. A relatív növény mennyiség index tekintetében a domináns fajok zöme mocsári növény (lásd melléklet): *Typha angustifolia* (12%), *Schoenoplectus lacustris* (10,3%), *Sparganium erectum* (7,8%), *Lysimachia nummularia* (7,7%), *Glyceria maxima* (7%), *Potamogeton lucens* (8%).

Ezek mindegyike magas (0,8-1) d értékkel rendelkezik. A szociális magatartás típusok függvényében vizsgálva a fitomassza értékeket a kompetitor fajok erős dominanciája mellett a generalisták, természetes pionírok és a zavarástűrő növények mennyisége ér el számottevő értéket.

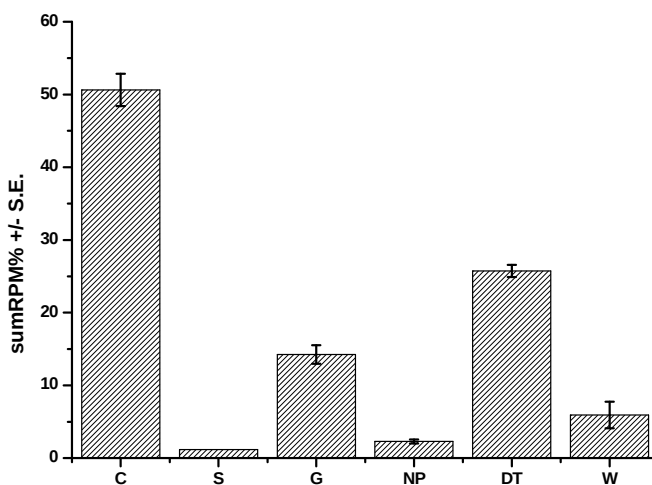


10. ábra. A szociális magatartás típus kategóriák megoszlása a Báka-szegi-morotván készült Kohler-szakaszokon (n=7).

4.3.4. Ducskósi-morotva

A Ducskósi-morotváról, relatív növény mennyiség indexei alapján elmondható, hogy magasan *Schoenoplectus lacustris* (16,2%), és *Sparganium erectum* (17,11%) dominanciájú. Ezek mellett a *Stachys palustris* (6,5%), *Symphitum officinale* (6,8%), *Potamogeton lucens* (6,8%), *Polygonum amphibium* (6,6%), *Glyceria maxima* (5,4%) érnek el jelentősebb mennyiséget a mederben, amelyek eloszlása egyenletes ($d=0,9-1$).

A szociális magatartás típusok függvényében vizsgálva a fitomassza- értékeket a kompetitor fajok erős dominanciája mellett a generalisták, a zavarástűrő növények és a honos gyomfajok mennyisége ér el számottevő értéket.

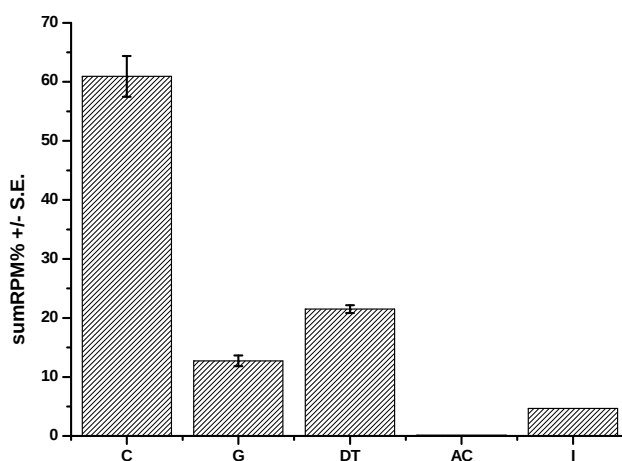


11. ábra. A szociális magatartás típus kategóriák megoszlása a Ducskósi-morotván készült Kohler-szakaszokon ($n=3$).

4.3.5. Ispán-szegi-Holt-Tisza

Az Ispán-szegi-Holt-Tisza növényfajai közül a *Glyceria maxima* bizonyult a dominánsnak. Ennek relatív növény mennyiség indexe (23,4%) messze meghaladta a többi fajét és eloszlása is egyenletesnek mondható ($d=0,7$). A harmatkása mellett a *Bolboschoenus maritimus* (17,6%) és a *Schoenoplectus lacustris* (7,7) nagy mennyiségben képviselt a mederben (lásd melléklet).

A szociális magatartás típusok esetében a relatív növény mennyiség index értékeit a kompetitor fajok erős dominanciája mellett a generalisták, a zavarástűrő növények és a kivadult haszonnövények nagyobb mennyisége jellemzi.



12. ábra. A szociális magatartás típus kategóriák megoszlása az Ispán-szegi-Holt-Tiszán készült Kohler-szakaszokon (n=3).

4.4. A növényállományok és a víz fiziko-kémiai tényezői közötti kapcsolat vizsgálatának eredménye

A kanonikus korrespondencia elemzés során a kiválasztott holtmedrek a florisztikai összetételük alapján kerültek ordinálásra. Ezt követően a kapott eloszláshoz hozzárendelődtek a háttérváltozók nyilak formájában. Így a végleges ábrán leolvasható, hogy adott mintaeloszlásért milyen háttérváltozók tehetők felelőssé. A standardizált környezeti változók és a cönológiai felvételek együttes elemzése során mind az egyes medrek, mind a társulások többsége jól körülhatárolható, részben átfedő pontthalmazba tömörültek (13. és 14. ábra).

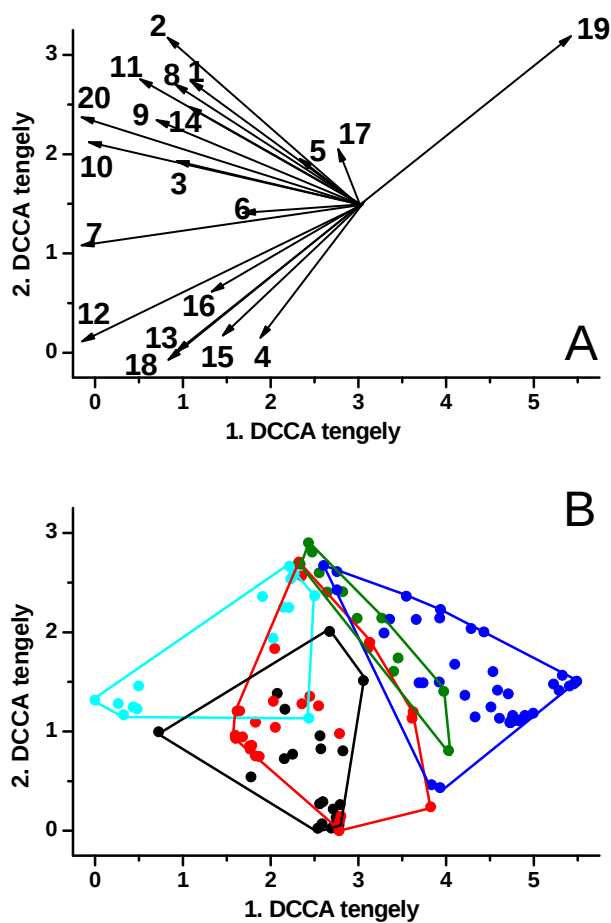
Eredményeink alapján elmondható, hogy a holtmedrekben készített cönológiai felvételeknek DCCA analízise folytán az egyes medrek elkülönülő, átfedő pontthalmazokba tömörülnek. Az ábrán a medrek helyzete egyfajta feltöltődési sort tükröz. Az ábra jobb oldalára a hinaras dominanciájú, nagyobb nyílt víztükörrel rendelkező és mélyebb medrek kerültek (BkHT és RdHT). A Boroszló-kerti-Holt-Tisza növényzetében igen nagy szórás mutatkozik azok vízkémiai igényeit illetően. A kapott mintázatért elsősorban a pH és összes foszfor nagyobb mennyisége a felelős.

A Rózsás-dűlői-Holt-Tisza, egyes részeinek magas pH koncentrációja miatt, elkülönül a másik két kistó típusú medertől és a mély vizű, kopolya típusú Boroszló-kerti-Holt-Tiszához áll közelebb, míg mocsaras részei a többi kistó típusú mederhez.

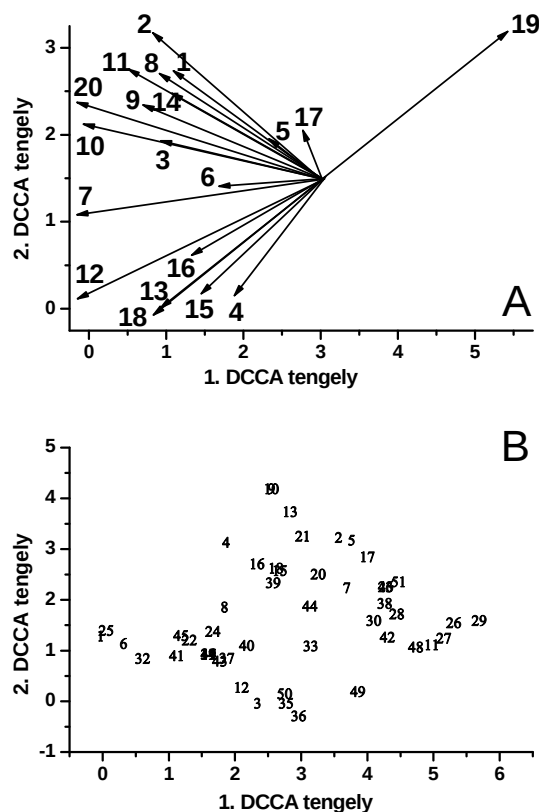
Az ábra középső részén, erősen átfedő pozícióban találhatjuk a feltöltődés előrehaladottabb stádiumában álló két kistó típusú holtmedret (Báka-szegi-morotva és Ducskósi-morotva). Ezek a mocsarasodó jellegű holtmedrek nemcsak növényzetük cönológiai jellemzőiben, de vízkémiai viszonyaikban is a többitől erősen eltérő képet mutatnak. A vizsgált elemek közül a kálium, nátrium, ammónia, nitrát, orto-foszfát és szulfát magasabb értékei a meghatározóak. A mocsaras-kistó és a mocsár típusú medrek azon részei, amelyeket a gyékény és a tavikáka homogén állományai alkotnak, kerültek az ábra jobb alsó és felső sarkába. Rájuk nézve nem lehet kitüntetett háttérváltozót hozzárendelni a mért környezeti tényezők közül. Jellemző növényfajaik a *Bolboschoenus maritimus*, *Phragmites australis*, *Schoenoplectus lacustris*, *Sagittaria sagittifolia*.

Az Ispán-szegi-Holt-Tisza növényzete két nagyobb részre különíthető. Egy harmatkásával kevert növényzetű összetételre, amelyet a kalcium, a karbonát formák, a KOI(Cr) és a vezetőképesség magasabb értékei jellemeznek. A másik csoport egy kiszáradó, sziki kákás jellegű összetétel, amelyet a Kjeldahl-nitrogén és a klorid magasabb mennyisége jellemez.

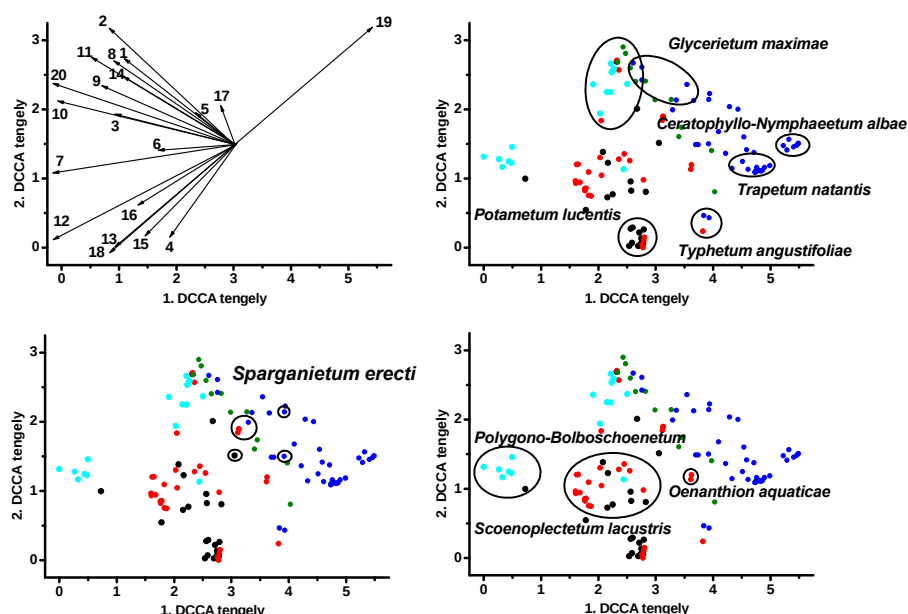
A változó szelektálást követően a vizsgált vízkémiai és vízfizikai változók közül a bikromátos kémiai oxigénigény (KOI-Cr), amely a szerves anyag terhelésének és a víz szennyezettségének a mérésére szolgál, illetve a magnézium, kalcium, klorid és nitrit iont találtuk a meghatározónak. A háttérváltozók és a kapott mintaeloszlás kapcsoltságának erősségét Monte-Carlo teszttel elemeztem. Ennek értéke $p=0,002$ volt, amely erősen szignifikáns.



13. ábra. A kanonikus korrespondencia analízis (DCCA) eredménye az öt holtmedren (A) a vízkémiai változók és (B) a cönológiai felvételek ordinációjaként bemutatva. A nyilak hossza és iránya arányos a kapcsolat erősségével. **Kulcs A-hoz:** 1: klorofill-a, 2: kalcium, 3: hidrogénkarbonát, 4: kálium, 5: karbonát, 6: Kjeldahl-N, 7: klorid, 8: KOI(Cr), 9: KOI(pms), 10: magnézium, 11: m-lúgosság, 12: nátrium, 13: ammónia, 14: nitrit, 15: nitrát, 16: oldott-ortofoszfát, 17: összes-foszfór, 18: szulfát, 19: pH, 20: vezetőképesség. **Kulcs B-hez:** (cián): Ispán-szegi-Holt-Tisza; (piros): Báka-szegi-morotva; (kék): Boroszló-kerti-Holt-Tisza (zöld): Rózsás-dűlői-Holt-Tisza; (fekete): Ducskósi-morotva. ($p=0,002$, $f=3,483$, $\text{Trace}=5,390$)



14. ábra. A kanonikus korrespondencia analízis (DCCA) eredménye az öt holtmedren. (A) a vízkémiai változók és (B) a fajok ordinációjaként bemutatva. A nyilak hossza és iránya arányos a kapcsolat erősségével. **Kulcs A-hoz:** 1: klorofill-a, 2: kalcium, 3: hidrogénkarbonát, 4: kálium, 5: karbonát, 6: Kjeldahl-N, 7: klorid, 8: KOI(Cr), 9: KOI(pms), 10: magnézium, 11: m-lúgosság, 12: nátrium, 13: ammónia, 14: nitrit, 15: nitrát, 16: oldott-ortofoszfát, 17: összes-foszfor, 18: szulfát, 19: pH, 20: vezetőképesség, **Kulcs B-hez:** 1: *Alisma plantago-aquatica*, 2: *Alisma lanceolata*, 3: *Alopecurus aequalis*, 4: *Amorpha fruticosa*, 5: *Bidens tripartitus*, 6: *Bolboschoenus maritimus*, 7: *Butomus umbellatus*, 8: *Calystegia sepium*, 9: *Carex acutiformis*, 10: *Carex vesicaria*, 11: *Ceratophyllum demersum*, 12: *Eleocharis palustris*, 13: *Equisetum palustre*, 14: *Euphorbia palustris*, 15: *Fraxinus angustifolius*, 16: *Glyceria maxima*, 17: *Hydrocharis morsus-ranae*, 18: *Iris pseudacorus*, 19: *Lemna minor*, 20: *Lemna trisulca*, 21: *Lycopus europaeus*, 22: *Lycopus exaltatus*, 23: *Lysimachia nummularia*, 24: *Lysimachia vulgaris*, 25: *Lythrum salicaria*, 26: *Mentha aquatica*, 27: *Myriophyllum verticillatum*, 28: *Nuphar lutea*, 29: *Nymphaea alba*, 30: *Oenanthe aquatica*, 31: *Phalaroides arundinacea*, 32: *Phragmites australis*, 33: *Polygonum amphibium*, 34: *Polygonum lapathifolium*, 35: *Potamogeton lucens*, 36: *Potamogeton natans*, 37: *Potamogeton trichoides*, 38: *Rorippa amphibia*, 39: *Rubus cf. caesius*, 40: *Sagittaria sagittifolia*, 41: *Salix fragilis*, 42: *Salvinia natans*, 43: *Schoenoplectus lacustris*, 44: *Sparganium erectum*, 45: *Stachys palustris*, 46: *Stratiotes aloides*, 47: *Symphitum officinale*, 48: *Trapa natans*, 49: *Typha angustifolia*, 50: *Typha latifolia*, 51: *Utricularia vulgaris*. ($p=0,002$, $f=3,483$, $\text{Trace}=5,390$)



15. ábra. A kanonikus korrespondencia analízis (DCCA) eredménye az öt holtmedren a cönológiai felvételek ordinációjaként bemutattva a társulások csoportosulását. A nyilak hossza és iránya arányos a kapcsolat erősségével. **Kulcs:** 1: klorofill-a, 2: kalcium, 3: hidrogénkarbonát, 4: kálium, 5: karbonát, 6: Kjeldahl-N, 7: klorid, 8: KOI(Cr), 9: KOI(pms), 10: magnézium, 11: m-lúgosság, 12: nátrium, 13: ammónia, 14: nitrit, 15: nitrát, 16: oldott-ortofoszfát, 17: összes-foszfor, 18: szulfát, 19: pH, 20: vezetőképesség, (p=0,002, f= 3,483, Trace=5,390)

A különböző holtmedrekben készített cönológiai felvételek DCCA analízise során az azonos társulások is egy csoportba rendeződnek, egy vagy több kémiai változó mentén.

A *Glycerietum maximae* társulásban az elemzés szerint az összes-foszfor, KOI és kalciumion nagy mennyisége jellemző. A csoport nem homogén, nagy felületen szóródik, jelezve a kisebb különbségeket, azonban a többi társulástól jelentősen elkülönül. A vele ellentétes oldalon, vagyis a kevésbé alkalikus, tápanyagszegény (alacsony KOI, klorofill-a), szennyezőanyagoktól mentes (alacsony nitrit, nitrát, ammónia) vizeket foglalják el a tündérrózsahínár (*Ceratophyllo-Nymphaeetum albae*) és a sulyom társulásai (*Trapa natantis*). Rájuk jellemző még a vízben oldott ionok (Ca^{+} , Mg^{2+} , karbonát, hidrogénkarbonát) igen alacsony mennyisége. Az üveglevelű békaszőlő állományainak (*Potamogeton lucens*) a csoportosulásáért szintén a tápanyagszegénység (alacsony KOI és összes-foszfor mennyiség) tehető felelőssé, azonban a tündérrózsahínártól eltérően vizük szulfátokban, ammóniában, káliumban és nátriumban gazdag. A haratkásához hasonló, diszperz csoportosulást mutatnak a *Schoenoplectetum lacustris* állományai is. Vizük gyengén alkalikus, oldott ionokban gazdag. Kutatásom alapján a holtmedrekben vizsgált szinte minden kémiai változó alacsony értékkel volt jelen alatta. A keserűfüves sziki kákás társulás (*Polygono-Bolboschoenetum*) eredményeim alapján a magas klorid ion, és Kjeldahl-nitrogén értékek miatt válik el a többi társulástól. A békabuzogányos (*Sparganium erecti*) társulás igényeit tekintve a haratkásához hasonló, attól azonban a tápanyagszegényebb, tiszta vizeket kedveli.

Egy medren belül elemezve a fajok borítási értékei és a víz kémiai összetételének kapcsolatát a Boroszló-kerti-Holt-Tisza esetében részletesebb vizsgálatokat is végeztem. A 6.1.1. fejezetnél is elemzett cönológiai felvételek mellett a vízmintákat nagyobb számban vettem. A kettő párosításával próbáltam meg felderíteni az egy mederben tapasztalható különbségeket és összefüggéseket. Eredményeim (15. ábra) alapján a következőket tapasztaltam: bizonyos növénytársulások meghatározott kémiai viszonyokkal rendelkeznek az alattuk, illetve körülöttük levő víz esetében.

A *Trapa natantis* társulás alatt a klorid ion aránya meghatározó tényezőnek bizonyult. A mocsári növénytársulások közül a *Glycerietum maximae* és a *Typhetum latifoliae* esetében tudtam meghatározó környezeti változót megállapítani. Amíg az előbbi esetében a klorofill-a, az oldott oxigén, a nitrit, a nitrát és a permanganátos kémiai oxigénigény nagy értékei a meghatározóak, addig utóbbi esetben a karbonát ionok hiányát, illetve a kalcium, magnézium, kálium ionok nagyobb mennyiségét találtam jellemzőnek. A vízinövény társulások egyik legérzékenyebb csoportja a tündérrózsa alkotta társulás leginkább a tiszta vizű vízterekre jellemző, vagyis ahol a szulfát, klorofill-a, nitrit-, nitrát- ionok hiánya a jellemző. A cönológiai felvételek további csoportokra nem bonthatóak és nem is jellemezhetőek adott háttérváltozó kitüntetett értékével. Ezek a felvételek a kanonikus korrespondencia elemzés eredményei alapján a kémiai változókat reprezentáló vektorok origójában található csoportot alkotják.

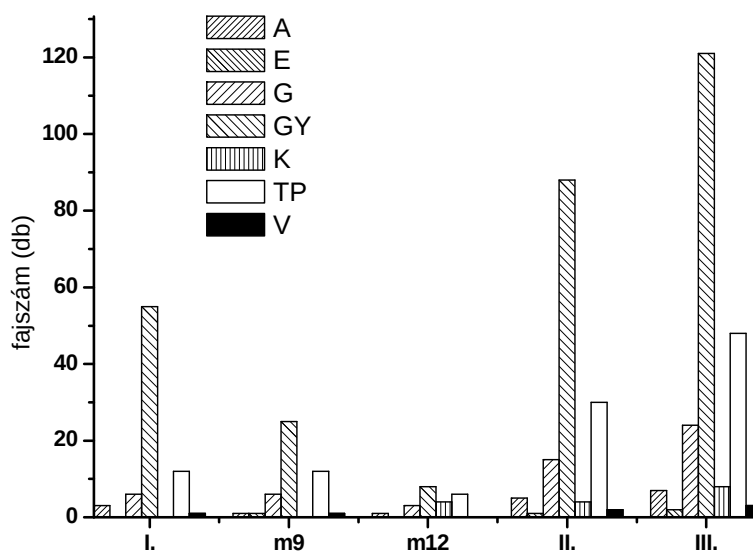
5. Diszkusszió

5.1 A holtmedrek összehasonlítása

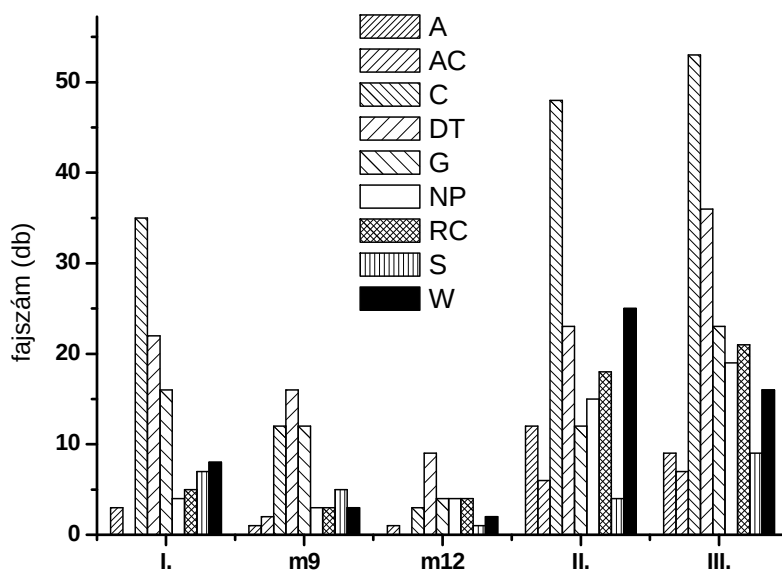
5.1.1. A florisztikai felmérés alapján

Az általunk felmért 35 holtmeder a florisztikai felmérés alapján három nagy csoportba sorolható (1. ábra). A csoportokat a 2. ábrán látható klaszter elemzés segítségével határoztam meg. Ezek a csoportok azonban nem feleltethetők meg sem a víztér tipológiai kategóriáival (azaz nem válnak el egymástól a kistó, kopolya és mocsár típusok) és nem mutatnak csoportosulást a holtmedrek integrált kategóriái (lásd melléklet) szerint sem (Wittner et al. 2004, 2005). Florisztikai alapon, mivel tömegességet nem becsültem, csak degradációs állapot szerinti csoportokat tudtam elkülöníteni a medrek között (17. és 18. ábra). Az értékeléseket a természetvédelmi érték-kategóriák (Simon 2000) és a szociális magatartás típusok (Borhidi 1995) segítségével végeztem. A TVK eredményeiből készített grafikonon (17. ábra) látható, hogy minden csoportban a gyomfajok (GY) uralkodnak. E mellett a természetes pionírok (TP) és a gazdasági növények (G) fajszáma ér el jelentősebb értékeket. A csoportok között különbséget csupán a kategóriákba tartozó fajok száma alapján lehet tenni. A szociális magatartás típus kategóriák esetében (18. ábra) is ugyanazt az eredményt kaptam, vagyis a csoportok között csupán a kategóriába tartozó fajok számában találtam különbséget, minden csoportban, kisebb-nagyobb különbségekkel, ugyanazok az érték-kategóriák az uralkodóak.

A „degradációs” skála két szélső pontján elhelyezhető holtmeder egyik csoportba sem került bele. Ezek a Boroszló-kerti-Holt-Tisza (legszebb állapotú holtmeder: m9) és a Halvány-háti-morotva (legleromlottabb állapotú holtmeder: m12). Ezekben a degradációs állapotnak megfelelő TVK és SzMT kategóriák dominálnak.



17. ábra. A TVK érték-kategóriák eloszlása a vizsgált Felső-Tisza holtmedrek alkotta csoportokban.



18. ábra. A SzMT kategóriák eloszlása a vizsgált Felső-Tiszai holtmedrek alkotta csoportokban.

5.1.2. A cönológiai elemzés alapján

A cönológiai felvételekkel vizsgált öt meder természetességi állapotát a Borhidi-féle szociális magatartási típusok, a Zólyomi- és a Borhidi-féle nedvességigényt jelző mérőszámok arányai alapján határoztam meg. A mérőszámok segítségével a medreket egy lehetséges szukcessziós sorban elfoglalt helyzetük szerint állítottam sorrendbe. A lehetséges szukcessziós sor természetesen csak egy térbeli reprezentációja az általunk választott medreknek. Ez nem lehet megfelelője a valódi szukcessciónak, hisz az időbeni reprezentáltságot kívánt volna meg.

Minden típusú mérőszám esetében, az abban szereplő kategória-értékek között felállítottam egy „rangsort”. A „rangsor” nem más, mint a lehetséges szukcessziós sor, vagyis a hínárvegetációtól a mocsári-, parti vegetáció felé haladó sor. A „rangsorban” a hínárvegetáció és a vizes értékszámok jelentették a kiválóbb kategóriát. Erre azért volt szükség, hogy a medrekben belül egyesítve a cönológiai eredményeket a medrek között is összehasonlításokat tudjak alkalmazni. A sorrendiség megállapításánál az alábbi elveket az alábbi sorrendben vettem figyelembe:

- Az értékek, amelyek megjelenésük arányában tükrözik az adott meder természetességi (SzMT), vízellátottsági és szukcesszionális (WB, WZ) állapotát.
- A jobb/természetesebb ökológiai állapotot tükröző kategóriák aránya döntő.

A rangsor a szociális magatartási típusok esetében azok természetességi értékszámainak csökkenő sorrendje. A nedvességigény mérőszámok (WB, WZ) esetében pedig az értékességi sorrendet a kategóriák számértékei adják meg, a nagyobb szám = jobb vizes élőhely természetesség alapon.

A cönológiai felvételek alapján kijelenthető, hogy mind az öt meder természetes állapotban van, mivel átlagosan a növényzet több mint 95%-át a vízi- és vizes élőhelyek növényei alkotják (19. ábra), ezen belül is természetes élőhelyek növényei (kompetitor, specialista, generalista, természetes pionír) uralkodnak (19. ábra). A tájidegen-, invázív- és gyom fajok aránya a medrekben elenyészően kicsi.

Természetesség szempontjából a legcsekélyebb emberi behatásnak kitett, hullámtéri Ducskósi-morotva áll az első helyen, mivel itt a legmagasabb a kompetitorok aránya és legkevesebb a többi kategória részaránya. Őt követi a Rózsás-dűlői-Holt-Tisza, amelyen szintén nem végeztek semmilyen mesterséges beavatkozást, azonban igen közel fekszik lakott területhez. Ez meglátszik a zavarástűrő növények és természetes pionírok csekély részarányú megjelenésében is. A Boroszló-kerti-Holt-Tisza jelenlegi állapota alapján (legmélyebb lévő) a tavi szukcessziós sor legelső fokán áll, erős horgászati tevékenység folyik rajta, ezért a természetes pionírok nagy számban jelentek meg rajta. A Báka-szegi-morotva és az Ispán-szegi-Holt-Tisza természetességi képe közel egyenlőnek mondható, mert ugyanazon kategóriák fordulnak elő benne közel azonos arányban. A feltöltődés magasabb fokán állva megjelennek bennük a nem természetes elemek (gyomok és tájidegen kompetitorok). A képzelt természetességi sor tehát a medrek között:

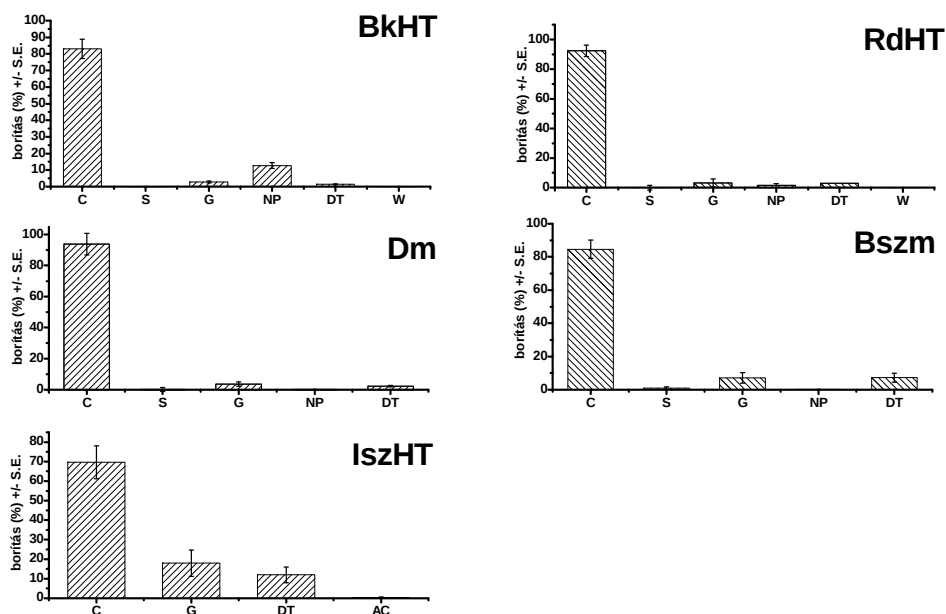
1. Ducskósi-morotva – 2. Rózsás-dűlői-Holt-Tisza – 3. Boroszló-kerti-Holt-Tisza – 4. Báka-szegi-morotva – 5. Ispán-szegi-Holt-Tisza

A nedvességigény szerint rendezett fajok borítási összege alapján elmondható, hogy bár a Borhidi-féle értékek finomabb tagolást engednek meg a fajok között a medrek szukcesszionális állapotát elemezni mégis egyszerűbb a kevesebb kategóriával dolgozó Zólyomi rendszerrel. Esetemben ugyanis a hínárnövény-vegetáció, mocsárinövény-vegetáció és partinövény-vegetáció kategóriák elkülönítése szükséges. Ezek borítási aránya alapján tudok ugyanis egyfajta feltöltődési sorrendet felállítani. Természetesen Borhidi-rendszerének finomabb tagolása is lehetővé teszi ezt a rangsorolást, azonban itt először kategóriák (pl.: 11-12, 7-8-9-10) összevonását kellene kezdeményeznem. Ez pedig egyenesen a Zólyomi-rendszer kategóriáihoz vezetne.

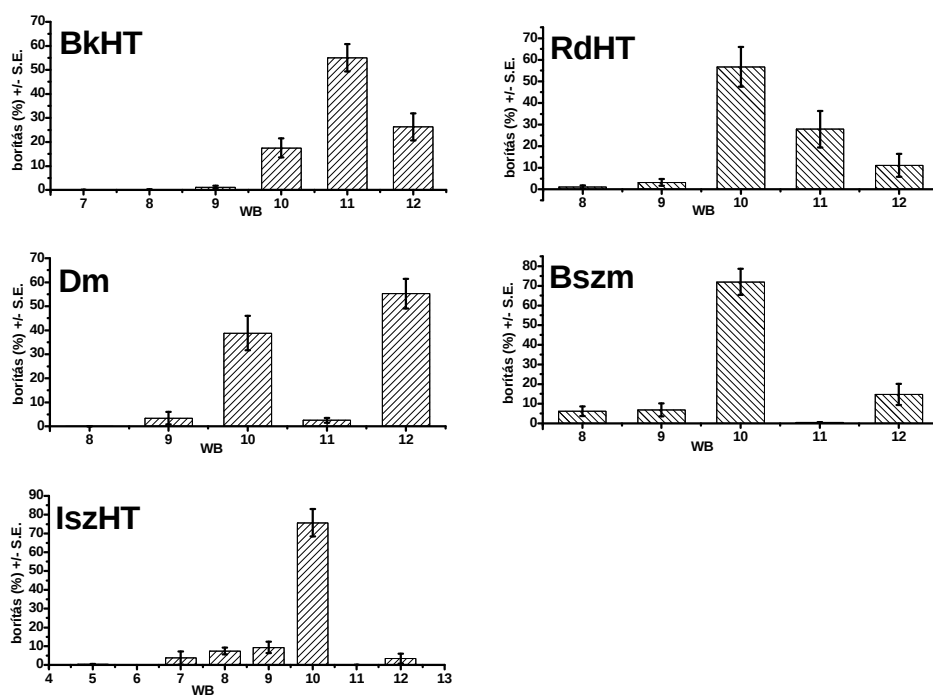
Így a medrekben zömmel nedves-, nedves-vizes-, vizes-, igen vizes és vízi élőhelyek növényei fordulnak elő (20., 21. ábra). E kategóriák alapján a Boroszló-kerti-Holt-Tisza sorolható az első helyre, vízi és igen vizes élőhelyeket indikáló fajainak magas aránya miatt. Sorrendben követi a Rózsás-dűlői-Holt-Tisza és a Ducskósi-morotva, amelyekben megjelenik a vizes élőhelyi kategória is. A Báka-szegi-morotva és az Ispán-szegi-Holt-Tisza közül a morotva kerül előrébb, mivel kisebb arányban jelennek meg benne a nedves és nedves-vizes kategóriák. A képzelt „szukcessziós” sor tehát a medrek a között:

1. Boroszló-kerti-Holt-Tisza – 2. Rózsás-dűlői-Holt-Tisza – 3. Ducskósi-morotva – 4. Báka-szegi-morotva – 5. Ispán-szegi-Holt-Tisza

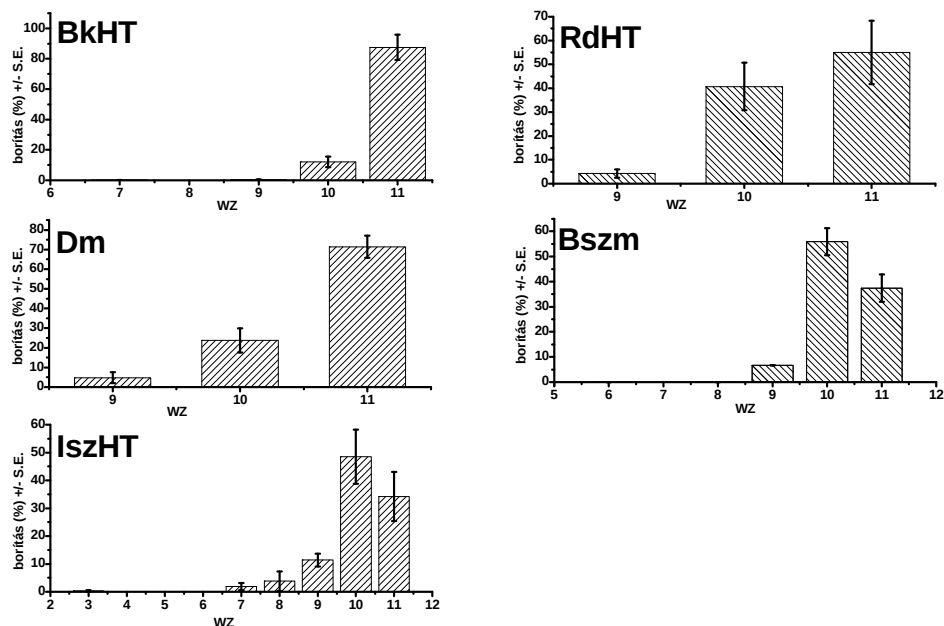
Az alámerült hinarak relatív borítása a Ducskósi-morotvában érte el a legnagyobb értéket. Azonban ebben a mederben több „rosszabb” kategória is fellelhető



19. ábra. A szociális magatartás típusok megoszlása a vizsgált medrekben, a borítás százalékában (n=126).

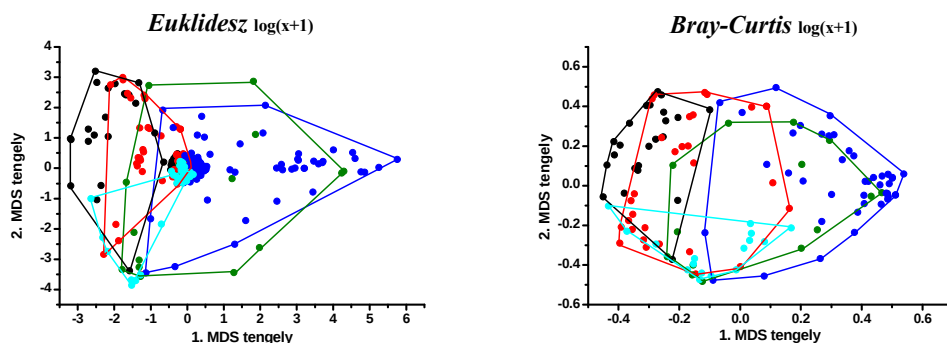


20. ábra. A Borhidi-féle nedvesség-igény kategóriák megoszlása a vizsgált medrekben, a borítás százalékában (n=126). (5: félüde termőhelyek növényei; 6: üde termőhelyek növényei; 7: nedvességjelző növények nem vizenyős talajokon; 8: nedvességjelző, elárasztást tűrő növények; 9: talajvízjelző növények; 10: változó vízállású termőhelyek növényei; 11: vízben úszó v. gyökerező növ.; 12: alámerült vízi növ.)



21. ábra. A Zólyomi-féle nedvesség-igény kategóriák megoszlása a vizsgált medrekben, a borítás százalékában (n=126). (6: mérsékelten nedves élőhelyek növ.; 7: nedves élőhelyek növ.; 8: nedves-vizes élőhelyek növ.; 9: vizes élőhelyek növ.; 10: igen vizes élőhelyek növ.; 11: vízi élőhelyek növ.)

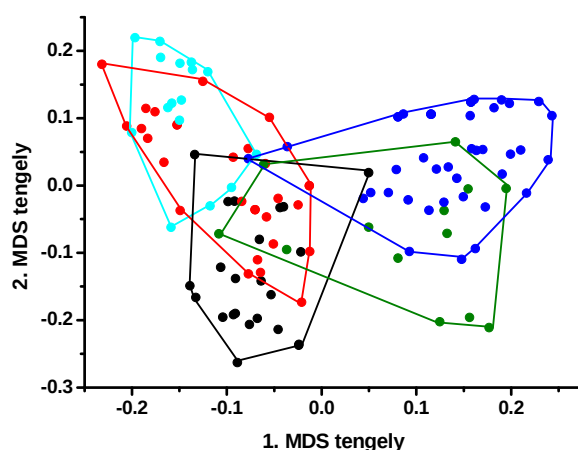
A nem-metrikus sokdimenziós skálázását megelőzően a cönológiai felvételek borítási értékeit logaritmikus értékre emeltük, kiküszöbölve így a nagyobb borítású és a kisebb borítású fajok közötti különbségeket az ordinációkor. Másképp megfogalmazva a ritka fajok így nagyobb súllyal esnek latba a hasonlósági függvény számolásakor. Az ordinációt Euklideszi és Bray-Curtis és Rogers-Tanimoto hasonlósági függvények felhasználásával is elkészítettük (22., 23. ábra).



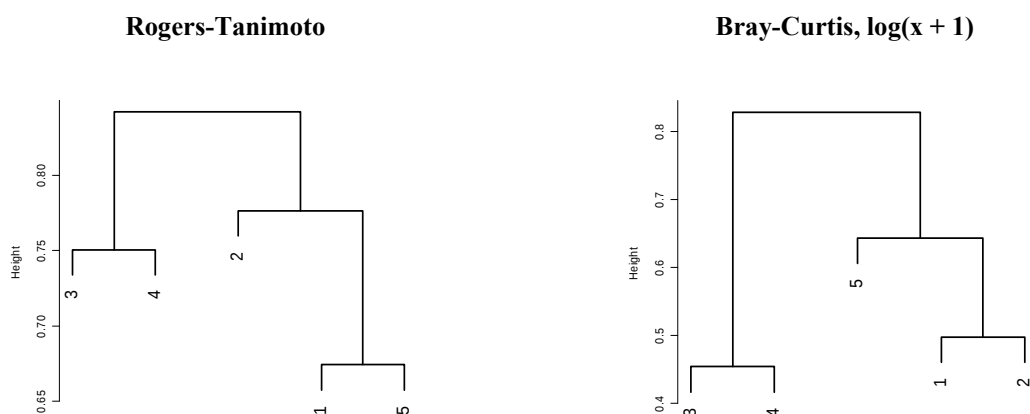
22. ábra. A holtmedrekben készített cönológiai felvételek Euklideszi $\log(x+1)$ borítás+MDS, Bray-Curtis $\log(x+1)$ borítás+MDS ordinációja (n=126; stressz=37.76, 32.46). **(cián):** Ispán-szegi-Holt-Tisza; **(piros):** Báka-szegi-morotva; **(kék):** Boroszló-kerti-Holt-Tisza **(zöld):** Rózsás-dűlői-Holt-Tisza; **(fekete):** Ducskósi-morotva.

Mind a három ordinációs diagramm alapján a medrek egy lehetséges szukcessziós ill. feltöltődési sort mutatnak. Természetesen, mivel minden mederben jelen vannak a hínár- ill. a mocsárinövényállományok, csak különböző arányban, ezeknek a 'halmazoknak' vannak átfedéseik.

A cönológiai felvételek Rogers-Tanimoto szerinti, csak a fajok jelenlétén-hiányán alapuló ordinációja alapján (23. ábra) az egyes medrek, így az egyes víztér-típusok is jól elkülönülő pontfelhőkbe rendeződnek. A kistó típusú Ducskósi-morotva áll központi helyzetben, attól balra és jobbra helyezkedek el a feltételezett szukcessziós sor két végpontját képviselő medrek.



23. ábra. A holtmedrekben készített cönológiai felvételek Rogers-Tanimoto $\log(x+1)$ borítás+MDS ordinációja ($n=126$; stressz=38). **(cián):** Ispán-szegi-Holt-Tisza; **(piros):** Báka-szegi-morotva; **(kék):** Boroszló-kerti-Holt-Tisza **(zöld):** Rózsás-dűlői-Holt-Tisza; **(fekete):** Ducskósi-morotva.



24. ábra. A holtmedrekben készített cönológiai felvételek Rogers-Tanimoto és Bray Curtis $\log(x+1)$ borítás alapján készített klaszter elemzése. ($n=126$). **1:** Ducskósi-morotva, **2:** Báka-szegi-morotva, **3:** Rózsás-dűlői-Holt-Tisza, **4:** Boroszló-kerti-Holt-Tisza, **5:** Ispán-szegi-Holt-Tisza

A Bray-Curtis és Euklideszi hasonlóságon alapuló ordinációs ábrák és a klaszter elemzés a cönológiai felvételeket azok fajkészletbeli és borítási értékeik alapján hasonlítják össze. Ezek az ábrák hasonló eredményt is mutatnak a medrek különbözőségét illetően. A cönológiai felvételeket reprezentáló pontok felhői jelentős mértékben átfednek. A pontokat körülhatárolva jól elemezhető ábrákat kaptam, amelyekben az egyes medrek átfedő, de mégis elkülönülő halmazokat alkotnak. Ezeket a pontfelhőket a klaszter elemzés megfelelő ábrájával kiegészítve jól tudtam elemezni. Az ábrákon a Báka-szegi-morotva és az Ispán-szegi-Holt-Tisza központi helyet foglalnak el, jelezve a medreken belüli víztestek sokszínűségét és a teljes medrek mozaikosságát. Az általuk felvázolható „szukcessziós” sor víztér tipológiailag a mély, mozaikos kopolya típus felől a sekély, mozaikos kistó irányába halad a következők szerint. A végleges sorrendet a Bray-Curtis hasonlóságon alapuló klaszterelemzés (24. ábra) segítségével állapítottam meg:

1. Boroszló-kerti-Holt-Tisza – 2. Rózsás-dűlői-Holt-Tisza – 3. Ducskósi-morotva– 4. Báka-szegi-morotva – 5. Ispán-szegi-Holt-Tisza

5.1.2.1. Következtetések

Látható tehát, hogy az előzetesen adott víztértípusba sorolt medrek, a cönológiai felmérés ordinációjának eredményeképpen is elkülönültek egymástól. A hasonló típusú medrek közel kerültek egymáshoz. Ez részben igazolja a nem növényzeti felmérésen alapuló tipológia helyességét. A közöttük meglévő árnyaltabb különbségek és átmeneti formák is kiválóan elkülöníthetők. Ezen túlmenően, az elméleti alapokon feltöltődési sorba helyezett medrek ténylegesen is a szukcessziós sornak megfelelő helyet foglalják el az ordinációs ábrákon. Figyelembe véve a szociális magatartás típusok, a nedvességigény értékszámok és az ordináció adta, részben eltérő, eredményeket a 19. ábrán látható feltöltődési modellt készítettem el. A modell felállításánál legelső helyen vettem figyelembe az ordináció adta csoportosulásokat, mivel az a fajok borításából az egész mederre vonatkoztatható eredményeket produkált.

Ordináció:

1. Boroszló-kerti-Holt-Tisza
2. Rózsás-dűlői-Holt-Tisza
- 3. Ducskósi-morotva**
4. Báka-szegi-morotva
5. Ispán-szegi-Holt-Tisza

Ez megfeleltethető a víztér tipológia szerinti csoportosítással is. A feltöltődési sorban a Ducskósi-morotva helyének megállapításában a növényzeti mérőszámokra kapott eltérő eredményeket vettem figyelembe:

SzMT:

- 1. Ducskósi-morotva**
2. Rózsás-dűlői-Holt-Tisza

3. Boroszló-kerti-Holt-Tisza
4. Báka-szegi-morotva
5. Ispán-szegi-Holt-Tisza

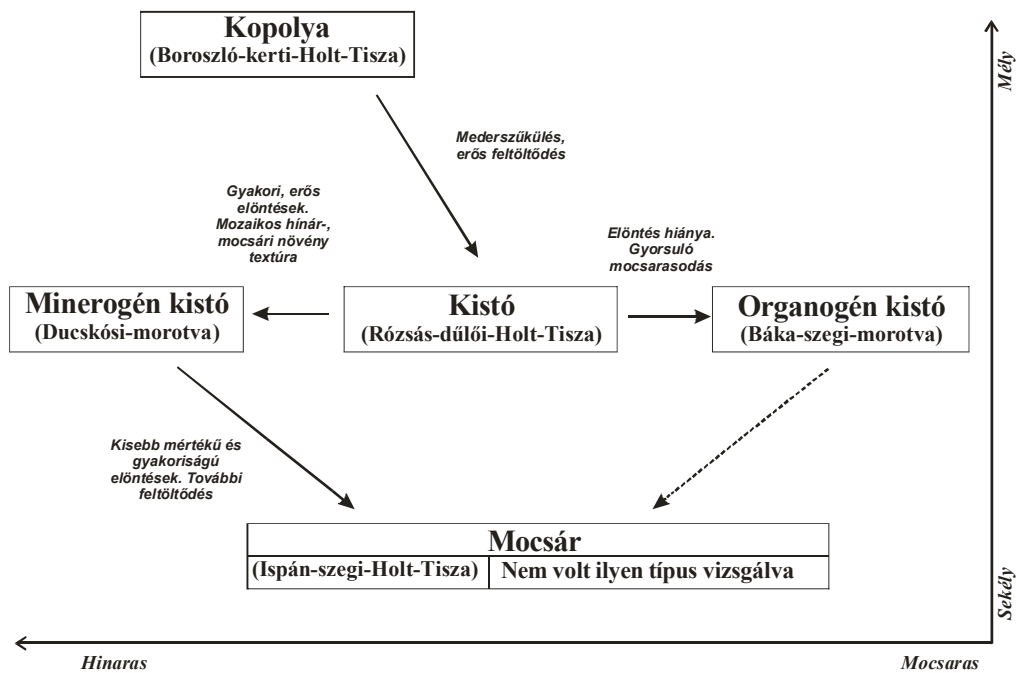
WB-WZ:

1. Boroszló-kerti-Holt-Tisza
2. Rózsás-dűlői-Holt-Tisza
- 3. Ducskósi-morotva**
4. Báka-szegi-morotva
5. Ispán-szegi-Holt-Tisza

Az általam készített modellben (25. ábra) legfelső helyen a kopolya típusú Boroszló-kerti-Holt-Tisza került, mivel a legnagyobb átlagmélységgel rendelkezik ('y' tengely). Innen mederszűkülés és erőteljes feltöltődés következtében egyenes út vezet a tipikus kistó típushoz, amelyet vizsgálatomban a Rózsás-dűlői-Holt-Tisza képviselt. A kistó típus innen két irányba ágazik el, de azonos sorban. A minerogén és az organogén („rothadó”) típusok felé (Simon 1957), attól függően, hogy milyen gyakori rajtuk az árvízi elöntés. Az ordinációból és az értékszámok elemzéséből is látható volt, hogy a kistó típus nem alkot egy egységes típust. Esetemben három típust különítettem el:

1. Organogén-kistó, amelyben az üledék nagy része a növényi részek bomlásából származik. Az ilyen holtmeder vize fekete, zavaros, üledéke rothadó. Növényzetében a mocsári elemek uralkodnak (lásd 5. ábra).
2. Minerogén-kistó, amelynek üledéke a rendszeres elárasztásnak köszönhetően mindig friss folyami üledéket kap. Ez tápanyagban szegényebb az előzőnél. Növényzetében a hínárnövények uralkodnak (lásd 6. ábra).
3. Kistó, amelynek medrében mindkét jelleg felismerhető, vagyis bizonyos víztestjei organogének, bizonyos víztestjei minerogén jellegűek. Növényzetében a hínár- és mocsárinövények jelleg kiegyenlített (lásd 4. ábra).

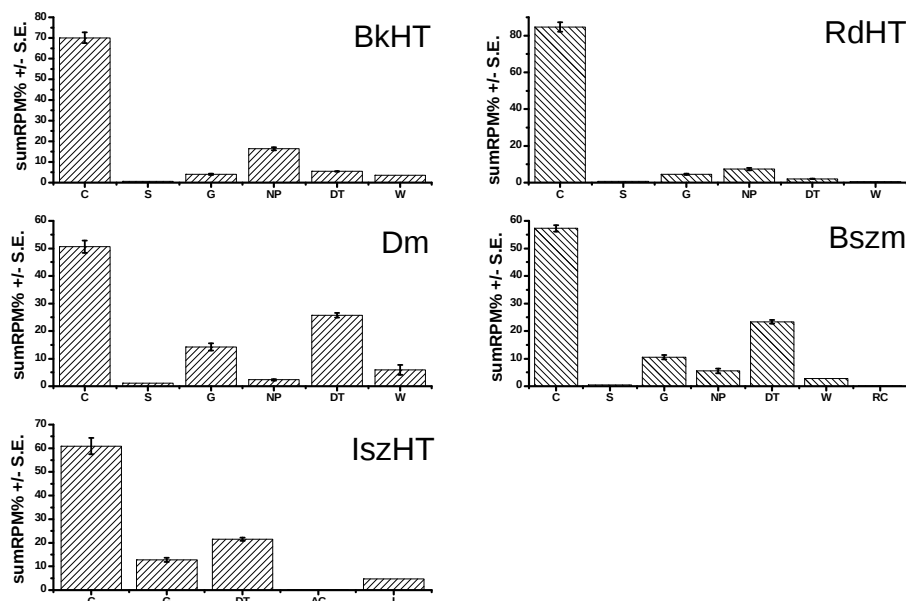
A minerogén-kistó (Ducskósi-morotva) a Boroszló-kerti-Holt-Tisza oldalára került, jelezve a két meder hínaras jellegét. A tipikus mocsár típusú holtmeder (Ispán-szegi-Holt-Tisza) került az ábra harmadik sorába, mivel ez a típusú meder rendelkezik a legkisebb átlagmélységgel. A medrek helyzetének eldöntésekor figyelembe vettem továbbá, hogy cönológiai felvételek nem metrikus skálázásakor (Bray-Curtis, Euklideszi) az Ispán-szegi-Holt-Tisza központi helyzetbe került, vagyis az organogén (mocsaras jellegű) és a minerogén (hínaras jellegű) jellegű holtmedrek közé.



25. ábra. A holtmedrek feltöltődési sorának képzeletbeli modellje a cönológiai felvételezés eredményeinek (ordináció, ökológiai értékszámok) és a víztér tipológiának a szempontjából.

5.1.3. A Kohler-elemzés alapján

A Kohler felvételekkel vizsgált öt meder természetességi állapotát a Borhidi-féle szociális magatartási típusoknak, a Zólyomi- és a Borhidi-féle nedvességigényt jelző mérőszámoknak a relatív fitomassza mennyiségének (RPM%) eloszlásával elemeztem. A mérőszámok segítségével a medreket egy feltételezett szukcessziós sorban elfoglalt helyzetük szerint állítottam sorrendbe. (A kapott eredmények így később összevethetőek a cönológiai eredményekkel is). A medrek közötti különbségeket a cönológiai rész eredményeihez hasonló módon elemzem.



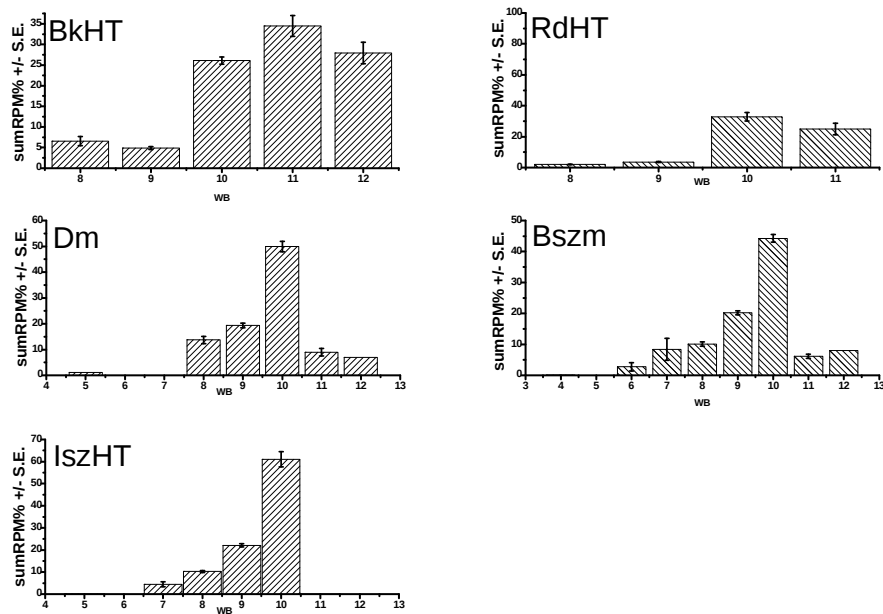
26. ábra. A szociális magatartás típusok megoszlása a vizsgált medrekben, relatív fitomassza mennyiségük arányában (n=46).

A természetességi állapotot meghatározó szociális magatartás típusok aránya alapján (26. ábra) elmondható, hogy minden mederben a természetes fajok (kompetitor, specialista, generalista, természetes pionír) dominálnak. Ez nagyfokú természetességre utal. A különbség a cönológiai felvételezés ugyanerre az értékszámra kapott eredményétől, hogy a zavarást jelző kategóriák nagyobb értéket érnek el. Ez minden meder esetében elmondható, de legkiemelkedőbb a Ducskósi-morotva és a Báka-szegi-morotva esetében. Ez a két meder nagyfokú vegetációs mozaikosságából és a Kohler módszer szakaszjellegéből adódik.

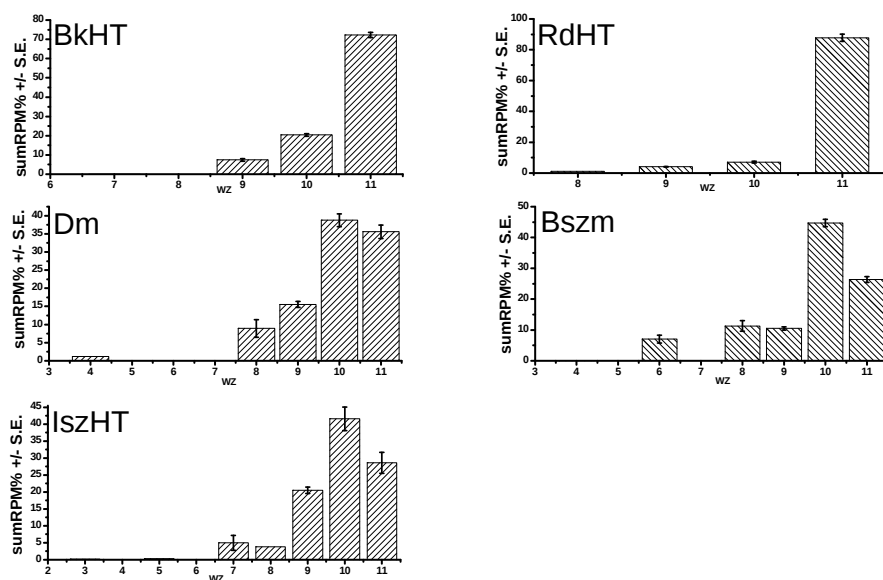
A medrek közötti természetességi sor a Kohler módszer és a SzMT értékek eredményei alapján a következőképpen alakul:

1. Boroszló-kerti-Holt-Tisza – 2. Rózsás-dűlői-Holt-Tisza – 3. Báka-szegi-morotva – 4. Ducskósi-morotva – 5. Ispán-szegi-Holt-Tisza

A nedvesséigény szerint rendezett fajok fitomassza összege alapján elmondható, hogy a cönológiai eredményektől eltérően a Borhidi rendszerének finomabb tagolása pontosabb képet ad a medrek szukcesszionális állapotát illetően (27-28. ábra). Ez különösen a mocsarasodó kistó és a mocsár típusú holtmedrekben jelentkezik. Borhidi rendszere alapján, bár ugyanazt a sorrendet lehet felállítani, mint a Zólyomi rendszerrel, azonban az ábrák közti különbségek sokkal jobban tükrözik a medrek közötti valóságos eltéréseket. Az eltérés a kopolya, kistó és mocsár típusú medrek növényzete között látványosabb, mint Zólyomi rendszerével. Még a kistó típusú medrek közötti eltérések is határozottabban jelentkeznek.



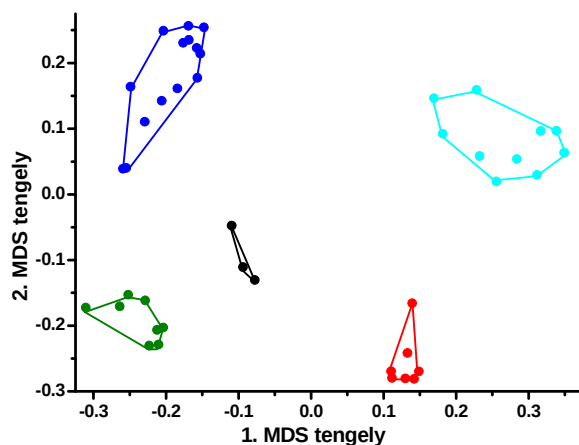
27. ábra. A Borhidi-féle nedvességigény kategóriák megoszlása a vizsgált medrekben, a relatív fitomassza mennyiségük arányában (n=46). (5: főlűde termőhelyek növ.; 6: űde termőhelyek növ.; 7: nedvességjelző növények nem vizenyős talajokon; 8: nedvességjelző, elárasztást tűrő növ.; 9: talajvízjelző növ.; 10: változó vízállású termőhelyek növ.; 11: vízben úszó v. gyökerező növ.; 12: alámerült vízi növ.)



28. ábra. A Zólyomi-féle nedvességigény kategóriák megoszlása a vizsgált medrekben, a borítás százalékában (n=46). (3: mérsékelten száraz élőhelyek növ.; 4: mérsékelten űde élőhelyek növ.; 5: űde élőhelyek növ.; 6: mérsékelten nedves élőhelyek növ.; 7: nedves élőhelyek növ.; 8: nedves-vizes élőhelyek növ., 9: vizes élőhelyek növ.; 10: igen vizes élőhelyek növ.; 11: vízi élőhelyek növ.)

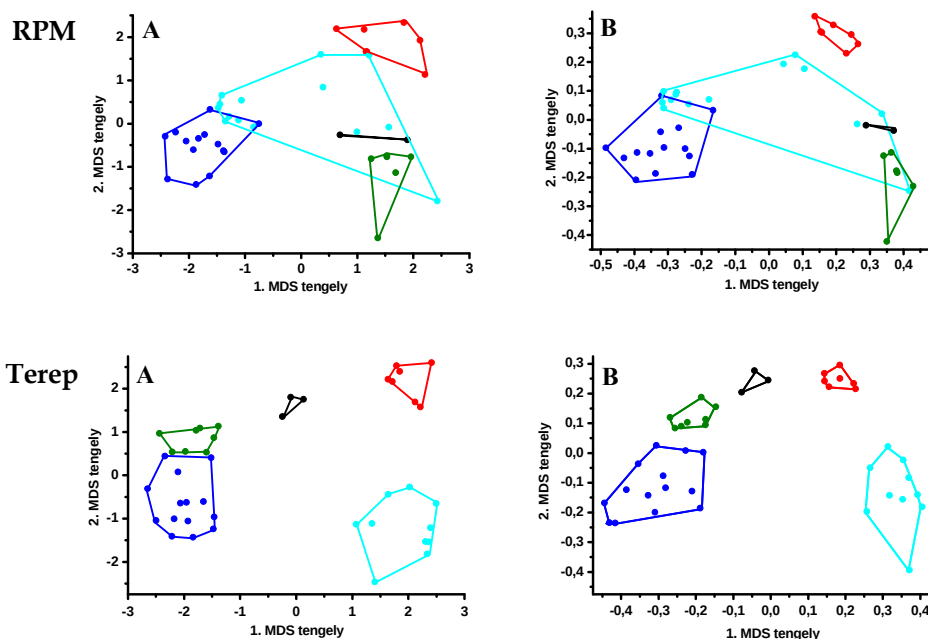
A nedvesséigény értékek fitomassza- eloszlása alapján a medreket sorrendbe lehet állítani. Vízi, igen vizes és vizes élőhelyek növényei a legnagyobb fitomasszával a Boroszló-kerti-Holt-Tiszán találhatók. Ezt követi a Rózsás-dűlői-Holt-Tisza, ahol is a Kohler felmérés alapján már megjelennek a nedves-vizes fajok képviselői. A sort a Báka-szegi-morotva követi, amelyben bár kevesebb a vízi fajok fitomassza értéke, a Ducskósi-morotvában azonban feltűnnek a mérsékelt üde fajok is. A képzeletbeli sor tehát megegyezik a SzMT kategóriák adta sorrenddel.

A Kohler felmérés eredményeit kétféleképpen is nem metrikus skálázással történő ordinációnak vetettem alá. A skálázás során a medrekben kijelölt Kohler-szakaszokat ordináltam Euklideszi $\log(x+1)$, Bray-Curtis $\log(x+1)$ és Rogers-Tanimoto hasonlósági függvények felhasználásával. Az első esetben pusztán az egyes Kohler-szakaszokon előforduló fajok mennyiségi értékeit skáláztam, míg a második esetben a fajok relatív növény mennyiség indexeit (amely értékben benne szerepel az egyes szakaszok hossza is).



29. ábra. A holtmedrekben készített Kohler-szakaszok Rogers-Tanimoto $\log(x+1)$ borítás+MDS ordinációja ($n=126$; $stressz=38$). **(cián)**: Ispán-szegi-Holt-Tisza; **(piros)**: Báka-szegi-morotva; **(kék)**: Boroszló-kerti-Holt-Tisza **(zöld)**: Rózsás-dűlői-Holt-Tisza; **(fekete)**: Ducskósi-morotva.

A Kohler-szakaszok Rogers-Tanimoto szerinti, csak a fajok jelenlét-hiányán alapuló, ordinációja alapján (29. ábra) az egyes medrek, így az egyes víztér-típusok is diszkréten elkülönülő pontfelhőkbe rendeződnek. Ugyanezt az eredményt kapjuk a fajok mennyiségét is figyelembe vevő Bray-Curtis és Euklideszi hasonlóság esetében is (30. ábra).



30. ábra. A holtmedrekben készített Kohler-szakaszok (A) Euklideszi $\log(x+1)$ borítás+MDS és (B) Bray-Curtis $\log(x+1)$ borítás+MDS ordinációja RPM és a terepi mennyiség értékekre. ($n=126$; stressz=14.6, 18.7, 17.7, 16.9). **(cián):** Ispán-szegi-Holt-Tisza; **(piros):** Báka-szegi-morotva; **(kék):** Boroszló-kerti-Holt-Tisza **(zöld):** Rózsás-dűlői-Holt-Tisza; **(fekete):** Ducskósi-morotva.

A terepen becsült mennyiségi értékek ordinációjában a medrek átfedések nélkül különülnek el. Kijelenthetjük tehát, hogy az RPM értékek számolása nélkül is jól elemezhetőek a terepen kapott adatok.

A relatív fitomassza mennyiség alapján az Ispán-szegi-Holt-Tisza központi helyet foglal el az ábrán. Az általa képviselt pontfelhőnek minden más mederhez kiszögélése van, vagyis a meder több részre osztható. Van hinaras és mocsári jellege is, ami igen jól tükrözi a valós mozaikosságot. A többi meder, illetve víztér típus ettől jobbra, balra és felette helyezkedik el.

A terepi mennyiségértékeket figyelembe véve a medrek egy feltételezett szukcessziós sorba rendezhetőek az óramutató járásának megfelelő irányban:

1. Boroszló-kerti-Holt-Tisza – 2. Rózsás-dűlői-Holt-Tisza – 3. Ducskósi-morotva – 4. Báka-szegi-morotva – 5. Ispán-szegi-Holt-Tisza

Ez a Báka-szegi-morotva és a Ducskósi-morotva helyzetében tér el a cönológiai eredmények hasonló ordinációjától.

5.1.3.1. Következtetések

Látható tehát, hogy az előzetesen adott víztértípusba sorolt medrek, a Kohler felmérés ordinációjának eredményeképpen is elkülönültek egymástól. A hasonló típusú medrek közel kerültek egymáshoz. Ez részben igazolja a nem növényzeti felmérésen alapuló tipológia helyességét. A közöttük meglévő árnyaltabb különbségek és átmeneti formák is kiválóan

elkülöníthetők. Ezen túlmenően, az elméleti alapokon feltöltődési sorba helyezett medrek ténylegesen is a feltételezett szukcessziós sornak megfelelő helyet foglalják el az ordinációs ábrákon. Figyelembe véve a szociális magatartás típusok, a nedvességigény értékszámok és az ordináció adta, részben eltérő eredményeket a 25. ábrán látható, a cönológiai eredményekkel teljesen megegyező feltöltődési modellt tudtam felállítani. A modell felállításánál, a cönológiai eredményekhez hasonlóan (lásd 5.1.2.1. fejezet), legelső helyen vettem figyelembe az ordináció adta csoportosulásokat, mivel az a fajok borításából az egész mederre vonatkoztatható eredményeket produkált.

Ordináció:

1. Boroszló-kerti-Holt-Tisza
2. Rózsás-dűlői-Holt-Tisza
- 3. Ducskósi-morotva**
4. Báka-szegi-morotva
5. Ispán-szegi-Holt-Tisza

Ez megfeleltethető a víztér tipológia szerinti csoportosítással is. A feltöltődési sorban a Ducskósi-morotva helyének megállapításában a növényzeti mérőszámokra kapott megegyező eredményeket vettem figyelembe:

SzMT:

1. Boroszló-kerti-Holt-Tisza
2. Rózsás-dűlői-Holt-Tisza
3. Báka-szegi-morotva
- 4. Ducskósi-morotva**
5. Ispán-szegi-Holt-Tisza

WB-WZ:

1. Boroszló-kerti-Holt-Tisza
2. Rózsás-dűlői-Holt-Tisza
3. Báka-szegi-morotva
- 4. Ducskósi-morotva**
5. Ispán-szegi-Holt-Tisza

A medrek helyzetének eldöntésekor figyelembe vettem, hogy a relatív fitomassza értékek nem metrikus skálázásakor az Ispán-szegi-Holt-Tisza került központi helyzetbe, vagyis a hinaras és mocsári jellegű holtmedrek közé.

5.2. A felmérési eredmények összehasonlítása

Ahhoz, hogy pontos összehasonlítást tudjunk adni a cönológiai-módszer és a Kohler-módszert illetően a kapott eredményeket nemparaméteres Chi négyzet (χ^2)-próbának vettem alá. A nem-paraméteres próba jogosságát a Kolmogorov-Smirnov teszt (Sokal és Rohlf 1995) eredménye igazolta. A próba során a következő nullhipotézist teszteltem az ellenhipotézissel szemben (Harnos, Ladányi 2005):

$$H_0 = \text{Kohler-módszer} = \text{cönológia}$$

A nullhipotézis elvetése esetén az ellenhipotézis valósul meg:

$$H_A = \text{Kohler-módszer} \neq \text{cönológia}$$

Az összehasonítás során a cönológiai felvételezés és a Kohler-módszer eredményei közül a szociális magatartás típusok arányainak százalékos megoszlását, a Zólyomi- és a Borhidi-féle nedvességigény kategóriák százalékos arányát hasonlítottam össze medrenként.

Ha $p < 0,05$ akkor H_0 hamis és H_A igaz

Ha $p > 0,05$ akkor H_0 igaz és H_A hamis

A kapott eredmények a következők:

6. táblázat. A Chi négyzet-próba eredménye a szociális magatartás típus (SzMT) kategóriák százalékos előfordulási arányára az egyes medrek esetében.

	χ^2	df	p-value	H_0
Boroszló-kerti-Holt-Tisza	10.5799	5	0.06037	Igaz
Rózsás-dűlői-Holt-Tisza	7.468	5	0.1881	Igaz
Báka-szegi-morotva	33.9292	6	6.942e-06	Hamis
Ducskósi-morotva	75.1541	5	8.639e-15	Hamis
Ispán-szegi-Holt-Tisza	12.5431	4	0.01374	Marginálisan szignifikáns

7. táblázat. A Chi négyzet-próba eredménye a Borhidi-féle nedvességigény (WB) kategóriák százalékos előfordulási arányára az egyes medrek esetében

	χ^2	df	p-value	H_0
Boroszló-kerti-Holt-Tisza	24.3801	4	6.702e-05	Hamis
Rózsás-dűlői-Holt-Tisza	35.8629	4	3.088e-07	Hamis
Báka-szegi-morotva	49.9313	7	1.49e-08	Hamis
Ducskósi-morotva	375.1906	5	< 2.2e-16	Hamis
Ispán-szegi-Holt-Tisza	13.1868	6	0.04016	Hamis

8. táblázat. A Chi négyzet-próba eredménye a Zólyomi-féle nedvességigény (WZ) kategóriák százalékos előfordulási arányára az egyes medrek esetében.

	χ^2	df	p-value	H_0
Boroszló-kerti-Holt-Tisza	14.609	3	0.002183	Hamis
Rózsás-dűlői-Holt-Tisza	172.3078	3	< 2.2e-16	Hamis
Báka-szegi-morotva	27.1927	5	5.232e-05	Hamis
Ducskósi-morotva	59.4565	4	3.773e-12	Hamis
Ispán-szegi-Holt-Tisza	27465.14	6	< 2.2e-16	Hamis

A kapott eredmények alapján a nullhipotézis hamisnak bizonyult, vagyis a két módszer eredményeiket tekintve, szignifikánsan eltérőnek bizonyult.

Melyik módszer ad pontosabb eredményt? Hogy mit is jelentenek az eredmények? Nos, ezt igen nehéz megválaszolni. A válasz – véleményem szerint – a két módszer tematikájában, illetve a használati funkcióban keresendő. A Kohler-módszer gyakorlati kivitelezése nem

olyan pontosan lefektetett, mint cönológiai társáé. Adott medret a parton teljesen bejárni és a szakaszokon a vonal mentén haladva a látott növényeket feljegyezni, nos, ez igen sok hibalehetőséget hordoz magában. A kérdések, hogy milyen messzire nézzek el fajokat keresvén, a parton milyen szélességben menjek ki, benézek-e minden zegzugos helyre, sok-sok hibalehetőséget hordoz magában. Ezek a hibák a cönológiai felvételezés során ki vannak küszöbölve, hiszen ott a kvadrát területén belül az összes fajt fel tudom/kell mérni. Ugyanakkor a Kohler-módszer egy nagyobb területet, jelen esetben az egész medret mutatja, míg a cönológia kvadrát kihelyezése szubjektív hibákat rejt. Az eredményeiből kapott ordinációs ábrákon az egyes medrek igen jól elkülönülnek, míg a cönológiai eredményeké nagyfokú átfedéseket mutat, ráadásul a Kohler-módszerrel minden esetben nagyobb fajszámmal dolgoztunk. Ezek alapján azt mondhatjuk, hogy olyan feladatokhoz, ahol nagyobb vagy több területet kell gyorsabban felmérni (pl.: VKI), a Kohler-módszer hatékonyabb lehetőséget kínál.

5.3. A növényállományok kapcsolata a víz fiziko-kémiai összetevőivel

A cönológiai és vízkémiai eredmények együttes elemzése képet fest a folyók holtmedreinek florisztikai és hidrológia különbözőségéről. Megállapítható, hogy a különböző szukcessziós stádiumban lévő holtmedrek növényzete milyen mértékben tér el egymástól, illetve mennyire hasonlóak is egyben. Az egy víztértípusba sorolt medrek között is óriási különbségek adódnak a vegetáció borítása, mozaikossága és diverzitása szempontjából. A vízkémiai eredmények a 5.1.1. fejezetben említett florisztikai különbségekhez hasonló eltéréseket mutatnak. Vizsgálataim során a holtmedrekben készített cönológiai felvételek kizárólagos és a vízkémiai paraméterekkel közös elemzésével is kimutatható, hogy a medrek/medertípusok mind florisztikai mind növényökológiai alapon elkülönülnek. Eredményeink alapján feltételezhető, hogy az eutróf jellegű, kontinentális állóvizek növényközösségei is meghatározott vízkémiai, illetve vízfizikai igényekkel rendelkeznek. A kapott eloszlásokért a nitrogénformák, a szerves anyag, illetve a kalcium, klorid és magnézium ionok mennyisége tehető felelőssé. Ezek a környezeti változók szorosan köthetőek a kalcium–hidrogénkarbonát, kén és foszfor ciklusokhoz.

Eredményeink szerint a kis területű illetve alacsony vízállású Ispán-szegi-Holt-Tisza, Báka-szegi-morotva és Ducskósi-morotva vizei felmelegedőek, ezért ezek vizében a nagy mennyiségű nitrogénformák a meghatározó jelentőségűek (13. ábra: 6., 12., 13., 15. sz. vektor). Ez a rothadás következményeképpen jelenik meg, és a mocsarak egyik jellegzetes tulajdonsága.

A kistó típusú holtmedrek (Báka-szegi-morotva, Rózsás-dűlői-Holt-Tisza, Ducskósi-morotva) növényzete jelentős mértékben hasonlít egymáshoz (13, 14. ábra és 22, 23. ábra). Ezek a különbségek főleg a vízjárás mértékének és a medrek különböző víztesteiben kialakult kémiai viszonyoknak megfelelően jöttek létre. Egyikben a mocsári-, másikban a hínár növényi elemek jutnak nagyobb szerephez. Cönológiai-vízkémiai szempontból viszont már nem ilyen egységes a kép.

A mélyebb vizű holtmedrek (Rózsás-dűlői-Holt-Tisza, Boroszló-kerti-Holt-Tisza) változatos hínárnövény (*Potamogeton* spp, *Myriophyllum* spp. és *Nymphaea alba*) állományokkal

rendelkezik, amelyek nyáron esetenként berothadnak, de medrük soha sem szárad ki. Ezen medrek vízkémiai paramétereire jellemző, hogy abban a nátrium-, karbonát ion, vezetőképesség és KOI(Cr), illetve a pH magasabb értékei játszanak döntő szerepet.

Eredményeink tükrében a következő kérdést kell feltennünk: azok hogyan illeszkednek az irodalomból ismertekhez? Pietsch (1982) Európa több régiójából származó adatokból számos fajra megállapította azt a vízkémiai skálát, amelyen adott faj előfordulhat. Bár dolgozatomban nem állítottam fel ökológiai igény skálákat minden egyes elemre minden faj esetében, a kanonikus korrespondencia analízis tükrében mégis kijelenthetem, hogy eredményeim hasonlóak az ő általa megállapított skálákhoz a következő fajokra nézve: *Glyceria maxima*, *Potamogeton natans*, *Potamogeton lucens*, *Trapa natans*, *Myriophyllum verticillatum*, *Nuphar lutea*, *Nymphaea alba*, *Utricularia vulgaris*, *Lemna minor*, *Lemna trisulca*, *Polygonum amphibium*, *Sparganium erectum*. Némely faj esetében hasonló következtetésre jutott Wiegand (1978), Kadono (1982), Vastergaard & Sand-Jensen (2000) és Kłodowski (2006).

Néhány elem esetében azonban nem ugyanazokat az eredményeket kaptuk a fajok ökológiai igényével kapcsolatban. A Pietsch (1982) által meghatározott magas nitrát és magas alkalikus víz igény a *Ceratophyllum demersum* és a víz magas a Ca^{2+} tartalma a *Potamogeton lucens* esetében nálunk nem teljesült.

Általános, növényökológiai kapcsoltságot tekintve a kapott eredmények egybevágóak azokkal a vizsgálatokkal és megállapításokkal, amelyeket Barendregt és Bio (2003) tett folyóvizek makrofita közösségeinek hasonló vizsgálatára illetve amelyeket Toivonen és Huttunen (1995), Heegaard et al. (2001) és Kłodowski (2006) állapított meg oligotróf jellegű vizekben finnországi, észak-írországi és lengyelországi tavakban.

5.4. Eredmények a víztér-tipológia szemszögéből

A cönológiai felvételezés és a Kohler-módszer eredményei alátámasztják azoknak a víztértipológiai típusoknak a létezését, amelyekbe a vizsgált medreket előzetesen besoroltuk. Ezt a cönológiai felvételek és a Kohler szakaszok MDS ordinálása (22, 23 és 29, 30. ábra) alapján jelenthetjük ki. Ezeken az ordinációs ábrákon a felvételeket, illetve szakaszokat reprezentáló pontok egymástól elkülönülő, részben átfedő pontthalmazokat alkotnak. Mivel minden vizsgált meder természetes állapotban van (lásd 19. és 26. ábra) ez a víztértípus értékszámok alapján történő jellemzésének ad értelmet. A következő jellemzés azonban nem lehet általános érvényű, mivel statisztikai szempontból az egyes típusok vizsgálati száma nem érte el a minimális ötöt. Ezért itt csak „jelzés” értékű jellemzést tudok adni. Ezeknek az általános érvényű jellegeknek bizonyítása további vizsgálatokat igényel.

5.4.1. Kopolya

A kopolya típusú holtmederre jellemző az eurázsiai fajok túlsúlya. A nyílt vízfelületnek köszönhetően a vízben úszó, gyökerező (WB11) és az alámerült vízi növények (WB12), illetve a vízi (WZ11) érnek el kimagaslóan nagy borítást. Társulástani szempontból az előbbieknél megfelelő Lemno-Potamea csoport fajai dominálják a vízteret.

5.4.2. Kistó

A kistó típus a holtmedrek és morotvák között a legnagyobb számban előforduló víztértípus. Doktori dolgozatomban három meder tartozott ebbe a típusba, és mind a három medernek sajátos arculata van. Azt lehet mondani, hogy ahány meder annyiféle lehet a kistó kategória. Természetesen ez a kategória átmeneti jellegében gyökerezik. Dolgozatom eredménye alapján is ez a típus a kopolya és a mocsár típus között helyezkedik el. Az általam vizsgált három meder alapján a kistavakra a cirkumpoláris fajok előtérbe kerülése jellemző az eurázsiai és európai fajok rovására. Niche kihasználtság szempontjából a kompetitor fajok magas értéke mellett megnő a generalista és a zavarástűrő növények aránya. Vízigény szempontjából az alámerült vízi növények (WB12) mellett a változó vízállású fajok (WB10) jelentős számban és borításban képviseltek. A vízben úszó, gyökerező fajok (WB11) borítása jelentősen csökken, míg a rövid elárasztást tűrő szárazföldi fajok (WB8; WZ6) aránya megnő. A változó vízjárást jelzi a Querco-Fagea, illetve Cypero-Phragmitea elemek térnyerése is.

5.4.3. Mocsár

A mocsár típusú holtmederben az élőhely szárazodásával jelentősen megnő a betölthető nichek száma. Ezt jelzi, hogy a flóraelem kategóriák legnagyobb számban jelennek meg. Míg a többi típusban a cirkumpoláris és eurázsiai elem domináltak addig itt a cirkumpoláris és kozmopolita elemek alkotják a fajok nagy részét, de jelentősebb értéket érnek el a többi kategória elemei is. Eltűnnek a specialista, természetes pionír és honos gyom fajok. Előtérbe kerülnek viszont a zavarást jelző zavarástűrő és agresszív kompetitor fajok. Vízigény szempontjából a változó vízállások termőhelyét jelző növények (WB10), illetve a csak nedvességjelző (WB7-8-9) kategóriák dominálnak.

6. Következtetések

Az itt bemutatott munka egy komplex hidrobotanikai vizsgálat, amelynek kiemelt vizsgálati területe a holtmedrek növényzete. Kutatásaim eredményeképpen az idáig méltatlanul elhanyagolt hínár- és mocsári-növénytakaságoknak egy újabb vizsgálati szegmensével bővült a hazai növényökológiai ismeretanyag. A hínárnövény állományok szerkezete és összetétele régóta „ismert” a kutatók körében. A víztér-típológiai mutatók egy része is a holtmedrek ilyen különbözőségére alapozva osztályozza, illetve minősíti vizeinket. Ezeknek a tipológiai rendszereknek azonban ez idáig nem készült semmilyen növényökológiai, kritikai áttekintése.

Doktori dolgozatom elsődleges kiindulópontja ennek a hiányzó láncszem egy részének a pótlása volt. A munkálatok tervezése során azonban hamar világossá vált számomra, hogy egy komplexebb vizsgálatra is sor kerülhet. Így született meg a módszerek összehasonlítására és a vízi- és mocsárinövény állományok ökológiai tűrőképességeire, a háttérváltozókra irányuló vizsgálat.

A kutatás elején feltett kérdéseket és célokat az eredmények alapján a következőképpen válaszolhatjuk meg:

Az edényes növények mintázata és fajösszetétele alapján valósak-e a holtmedrek víztér tipológiai variációi?

Az edényes növényfajok alapján az országosan is használt víztér-típológiai kategóriarendszer a Felső-Tisza holtmedrek esetében nem igazolja azok létezését. Ezeket csak a borításviszonyok és értékszámok segítségével (kiemelt medrek) tudtuk igazolni. Mivel vizsgálatunk léptéke nem országos, és nem Kárpát-medencei léptékű volt, ezért végleges konklúziót a kategóriák bizonyítására nem adhatunk. Azonban megjegyezzük, hogy a holtmedrek országos állapota alapján a Felső-Tisza szintén a legkiválóbb helyszínek közé tartozik a medrek érintetlenségét illetően.

Különböző eredményt adnak-e, és ha igen milyen mértékű ez a különbség az egyes felmérési módszerek között?

A módszertani összehasonlítás során öt meder esetében kétféle vegetáció felmérési módszerrel is felmértük a medrek teljes növényzetét. Az egyik a borításbecslésen alapuló cönológiai kvadrát módszer, a másik a mennyiségbecslésen alapuló Kohler-módszer volt. A módszerek alapvetően különböznek egymástól, mind metodikai, mind értékelési szempontból. Hogy eredményeinket összehasonlíthatóvá tegyük, a széles körben használt vízigény (WZ és WB) mérőszámokkal és szociális magatartás típusokkal (SzMT) értékeltük ki mind a két módszert. A kapott értékeket Chi-négyzet próbával hasonlítottuk össze. Ez alapján a két módszer szignifikánsan eltérőnek bizonyult a WZ és WB értékek tekintetében mind az öt mederre, illetve a SzMT tekintetében három mederre nézve. Ennek az eredménynek az alkalmazott ökológia területén az élőhely-minősítési és élőhely-osztályozási rendszerekben igen fontos szerepe van, hiszen (a jelenleg nem hivatalosan elfogadott) módszertan szerint a mennyiségbecslésen alapuló szakaszmódszert preferálják a vizes élőhelyek makrofita felmérésének elvégzésére. Ennek helyességét a kapott ordinációs ábrák értelmezhetősége és a nagyobb fajszám tekintetében igazolni véljük.

Ha igen, ezek a különbségek mutatnak- e változást a víz fiziko-kémiai viszonyai között?

A részletes vizsgálatba bevont öt holtmedren a cönológiai és Kohler-felmérésen kívül vízkémiai minták vételezése is történt. Ezeket az eredményeket a cönológiai felvételekkel együttesen, kanonikus korrespondencia-elemzés (CCA) segítségével elemeztük ki. Eredményeink alapján a florisztikailag elkülönülő holtmedrek növényzete vízkémiai szempontból is elkülönül. A cönológiai felvételek csoportosulásaiért jól meghatározható háttérváltozók tehetők felelőssé. Eredményeink újszerűsége abban rejlik, hogy a nemzetközi szakirodalomban először vizsgáltuk kontinentális eutróf jellegű vizekben a növény és a környezeti változók kapcsolatát.

A mi vizsgálataink és más szerzők adatai is azt a tényt mutatják, hogy a fajok nagy ökológiai plaszticitása (Wiegand 1984a,b) és az élőhelyek földrajzi változatossága (Murphy, 2002) ellenére a makrofita növények és környezetük kapcsolatának nem csak földrajzi, de általános közös vonásaik is vannak.

Eredményeinkből átható tehát, hogy a vízi növények ökológiai és (Hinneri, 1976; Wiegand, 1984a) biogeográfiai változatossága ellenére kiváló jelzőértékkel bírnak a faj- és környezete, valamint a társulás- és környezete viszonylatában.

Mindezek alapján látható, hogy a hagyományos cönológiai eszközök segítségével is sikeresen elemezhetőek a vizes élőhelyek hínár- és mocsárinövény közösségeinek állapota. Módszertani szempontból nemzetközi szinten is újszerű eredmény, hogy a hidrobiológiában széles körben használatos gyakoriságbecslő Kohler-módszer és a növényökológiában ugyanarra a célra használatos kvadrát módszer nem ugyanazt az eredményt szolgáltatja természetközeli, fajgazdag állóvizek esetében. Ennek az eredménynek a tükrében a víztestek monitorozására vonatkozó irányelveket és szabályokat erős átdolgozásra kell, hogy javasoljuk.

A növényfajok, illetve a társulások indikátor jellegével kapcsolatban kiemelkedő eredmény a társulások és a vízi háttérváltozók kapcsoltságának kimutatása nemcsak magyarországi vizekben, de erősen eutróf vizekben is. Az ilyen jellegű vizsgálatokat Közép-Európában ez idáig többségében oligotróf vizekben végezték. Eredményeink szorosan kapcsolódnak a legújabb EU-s kutatási irányzathoz, ami annak felderítésére vállalkozik, hogy milyen mértékben lehet a biológiai indexek eredményeit a háttérváltozók eredményeivel megfeleltetni. Másképp megfogalmazva, milyen összefüggés áll fenn a minősítés biológiai és kémiai oldala között. Közép-Európában és a Kárpát-medencében különösen nagy számban találhatók a vizsgálataink tárgyát képező holtmedrek és morotvák. Így vizsgálati eredményeink a Víz Keretirányelv hazai és közép-európai bevezetése, illetve alkalmazása során kaphat szerepet.

Van- e összefüggés a növénytársulások és a víz fiziko-kémiai változói között?

Igen, van. Az öt holtmeder és a részletesen vizsgált Boroszló-kerti-Holt-Tisza esetében is hasonló eredményekre jutottunk. Kimutattuk továbbá azt is, hogy a vizsgálat léptékének növelésével (5 meder – 1 meder) a vízkémiai is jól jellemezhető, elkülönülő társulások számát növelni lehet. Eredményeink alapján, a holtmedren belül a *Trapaetum natantis*, *Typhetum angustifoliae*, *Glycerietum maximae*, *Potametum lucentis*, *Sparganietum erecti*,

Schoenoplectetum lacustris, *Polygono-Bolboschoenetum*, *Typhetum latifoliae* és a *Nymphaeetum albo-luteae* társulások esetében kaptunk összefüggéseket a háttérváltozók tekintetében. A többi társulás illetve a társulásokban készült cönológiai felvételeket nem tudtuk megfeleltetni egyik cönoszisztematikai kategória jellemzőivel sem, illetve elhelyezkedésükért az ordinációs térben egyik háttérváltozó sem volt felelős. Ilyen társulások voltak a *Salicetum albae-fragilis*, *Typhetum angustifoliae*, *Stratiotetum aloidis*, *Salvinio-Spirodeletum*, *Phragmitetum communis*, *Oenanthion aquaticae*, *Eleocharitetum palustris*. Ezek a társulások részben kevés felvétellel voltak képviselve a vizsgálatban, részben tényleg nem mutattak csoportosulást.



Carex bohemica Schreb. (©Lukács B.A.)

7. Összefoglalás

7.1. Bevezetés és célkitűzés

A vízi makrovegetáció közé az alábbi növénycsoportok tartoznak: zöld-, vörös- és barna moszatok, zuzmók, mohák és májmohák, hidrofita (vízi) életformájú edényes növények (többnyire alámerült, úszó levelű és lebegő növekedési formájú növények) és a helofita edényesek (beleértve a kúszó növényeket és a magas növésű egy- és kétszikűeket). Az Európai Unió ökológiai vízminősítési munkálataiban a makrofita edényeseknek óriási szerepet tulajdonítanak, így az élőhely-osztályozási rendszerekben és a víztér-tipológiában is egyre nagyobb szerepet kapnak a többi élőlénycsoport mellett. Ennek kapcsán újra előtérbe kerültek ökológiai indikációs képességeik is. Azonban a Víz Keretirányelv (VKI) tervezése kapcsán leginkább az atlantikus klímában előforduló oligotróf vizekből származó információk alapján állapítják meg e növények indikációs képességeit és alig veszik figyelembe az eutróf (kontinentális) vizekből származó, részben hasonló, részben eltérő eredményeket. Az élőhely-osztályozás és a vízminősítés elvégzéséhez újabbnál újabb módszerek kerülnek napvilágra, amely módszerek eredményeinek pontosságáról igen keveset tudunk.

Doktori témám a fentieknek megfelelően kettős céllal készült, részben módszertani, részben növényökológiai indíttatással. A módszertani részben kísérletet teszek a hagyományos cönológiai- és a Nyugat-Európában használatos mennyiségbecslési módszer összehasonlítására hazai holtmedrek esetében. A növényökológiai részben a cönológiai felmérés eredményeit értékelem ki (különböző víztértípusú holtmedrekben) és vetem össze őket a víz fiziko-kémiai háttérváltozóival, rávilágítva ezzel az eutróf vizű holtmedrek növényzetének különbözőségeire, azok „igényeinek” egy kisebb szeletére.

Kutatásunk célja az alábbi kérdések megválaszolása:

1. Az edényes növények mintázata és fajösszetétele alapján valósak-e a holtmedrek víztér-tipológiai variációi?
2. Ha igen, ez a különbség körülírható-e jellemző vagy konstans fajokkal, társulásokkal?
3. Különböző eredményt adnak-e, és ha igen, milyen mértékű ez a különbség az egyes felmérési módszerek között?
4. Ha igen, ezek a különbségek mutatnak-e változást a víz fiziko-kémiai viszonyai között?
5. Van-e összefüggés a növénytársulások és a víz fiziko-kémiai változói között?

7.2. Anyag és módszer

A Felső-Tisza 35 kiválasztott holtmedrében florisztikai felmérést végeztem, amely vizsgálat eredményeképpen öt holtmedret választottam ki részletes növényökológiai vizsgálatra. Fontos szempont volt a mintaterületek kiválasztásakor a víztér típusok teljes spektrumának szerepeltetése, a növényzeti mozaikosság a földrajzi távolság és a Kiskörei erőműtől való

megfelelő távolság, amellyel kiküszöböltük a magasabb talajvíz szint okozta vegetációs különbséget. Ezeket figyelembe véve az alábbi öt medret jelöltünk ki a Felső-Tiszán:

1. Ducskósi-morotva (Tarpa)
2. Báka-szegi-morotva (Olcsvaapáti, Panyola)
3. Boroszló-kerti-Holt-Tisza (Gulács)
4. Rózsás-dűlői-Holt-Tisza (Mátyus)
5. Ispán-szegi-Holt-Tisza (Nagyvarsány)

A medrek növényzetének felméréséhez cönológiai felvételezést (Braun-Blanquet 1964) és a Kohler-módszert (Kohler 1978b) használtam. A cönológiai felvételeket transzektek mentén helyeztem el a medrekben. A transzektek helyét random módon jelöltem ki. A növényzeti felmérésekkel egyidejűleg vízkémiai mintákat is vettem a holtmedrekből, amelyeket a Nyírségvíz ZRt. nyíregyházi laboratóriumában a következő elemekre vizsgáltak meg: *Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na, NH₄, NO₂, NO₃, klorofill-a, hidrogén-karbonát, karbonát, Kjeldahl-N, klorid, KOI(Cr), KOI(sMn), vezetőképesség, oldott oxigén, összes foszfor, oldott orto-PO₄, szulfát, p-lúgosság, m-lúgosság*. Helyszíni méréseket is végeztem pH, vezetőképesség és oldott O₂ változókra Hydrolab 4a típusú szonda segítségével.

A florisztikai felmérés eredményeit a természetvédelmi érték-kategória (Simon 2000) és a szociális magatartás típus (SzMT) kategóriák (Borhidi 1996) segítségével értékeltem ki. A cönológiai és Kohler-módszer eredményeit a flóraelem, a cönoszisztematikai kategóriák és a szociális magatartás típus kategóriák, a Zólyomi (WZ)- és a Borhidi-féle (WB) nedvesséigény mérőszámok segítségével elemeztem. Ezeket a kategóriákat a cönológiai felvételek esetében azok százalékos borításuk függvényében, míg a Kohler-módszer esetében a relatív növény mennyiség index függvényében ábrázoltam és elemeztem medrenként. A medrek növényzetének hasonlóságát többváltozós módszerekkel is elemeztem, mind a cönológiai, mind a Kohler-módszert illetően. A felmérések eredményeit módszertani szempontból is összevetettem, amelyhez Chi-négyzet próbát használtam. A növényfajok és növénytársulások ökológiai igényének vizsgálatához a vízkémiai és cönológiai eredményeket kanonikus korrespondencia analízis (Ter Braak 1986) segítségével együttesen is elemeztem.

7.3. Eredmények és értékelésük

7.3.1. A víztér-típológia összekapcsolhatósága a botanikai vizsgálatok eredményeivel

Az általunk felmért 35 holtmeder a florisztikai felmérés alapján három nagy csoportba sorolható. A csoportokat a klaszter elemzés segítségével határoztam meg. Ezek a csoportok azonban nem feleltethetők meg a víztér-típológia kategóriáival, azaz nem válnak el egymástól a kistó, kopolya és mocsár típusok. Florisztikai alapon, mivel tömegességet nem becsültem, csak degradációs állapot szerinti csoportokat tudtam elkülöníteni a medrek között. A szociális magatartás típus kategóriák esetében is és a természetvédelmi érték-kategóriák esetében is ugyanazt az eredményt kaptam, vagyis a csoportok között csupán a kategóriába tartozó fajok

számában találtam különbséget minden csoportban, kis különbségekkel, ugyanazok az érték-kategóriák az uralkodóak.

A cönológiai felvételek alapján kijelenthető, hogy mind az öt meder természetes állapotban van, mivel átlagosan a növényzet több mint 95%-át a vízi- és vizes élőhelyek növényei alkotják, ezen belül is természetes élőhelyek növényei (kompetitor, specialista, generalista, természetes pionír) uralkodnak. A tájidegen-, invázív- és gyom fajok aránya a medrekben elenyészően kicsi. A nedvességigény szerint rendezett fajok borítási összege alapján elmondható, hogy a Borhidi-féle értékek – bár finomabb tagolást engednek meg a fajok között – a medrek szukcesszionális állapotát elemezni mégis egyszerűbb a kevesebb kategóriával dolgozó Zólyomi rendszerrel. A medrekben zömmel nedves-, nedves-vizes-, vizes-, igen vizes és vízi élőhelyek növényei fordulnak elő. Az előzetesen adott víztértípusba sorolt medrek, a cönológiai felmérés ordinációjának eredményeképpen is elkülönültek egymástól. A hasonló típusú medrek közel kerültek egymáshoz. Ez részben igazolja a nem növényzeti felmérésen alapuló tipológia helyességét. A közöttük meglévő árnyaltabb különbségek és átmeneti formák is kiválóan elkülöníthetőek. Ezen túlmenően, az elméleti alapokon feltöltődési sorba helyezett medrek ténylegesen is a szukcessziós sornak megfelelő helyet foglalják el az ordinációs ábrákon. Figyelembe véve a szociális magatartás típusok, a nedvességigény értékszámok és az ordináció adta, részben eltérő eredményeket egy „képzeletbeli” feltöltődési modellt készítettem. A feltöltődési stádiumokat a vizsgálatba vont öt holtmeder példázza. A modell felállításánál legelső helyen vettem figyelembe az ordináció adta csoportosulásokat, mivel az a fajok borításából az egész mederre vonatkoztatható eredményeket produkált. A további csoportosításokhoz a SzMT és a WB-WZ értékeket vettem figyelembe. Ez megfeleltethető a víztér tipológia szerinti csoportosítással is. A feltöltődési sorban a Ducskósi-morotva helyének megállapításában a növényzeti mérőszámokra kapott eltérő eredményeket vettem figyelembe. A SzMT és nedvességigény értékek a Ducskósi-morotvát a Báka-szegi-morotvától távol, a Boroszló-kerti-Holt-Tisza közelében helyezték el. Így bár az ábrán a Ducskósi-morotva közvetlenül a Rózsás-dűlői-Holt-Tiszával és a Báka-szegi-morotvával egy sorba került, de a Boroszló-kerti-Holt-Tisza oldalára, jelezve a két meder hinaras jellegét. A medrek helyzetének eldöntésekor figyelembe vettem továbbá, hogy cönológiai felvételek nem metrikus skálázásakor (Bray-Curtis, Euklideszi) az Ispán-szegi-Holt-Tisza központi helyzetbe került, vagyis az organogén (mocsaras jellegű) és a minerogén (hinaras jellegű) jellegű holtmedrek közé.

A Kohler-módszer eredményei és a természetességi állapotot meghatározó szociális magatartás típusok aránya alapján elmondható, hogy minden mederben a természetes fajok (kompetitor, specialista, generalista, természetes pionír) dominálnak. Ez nagyfokú természetességre utal. A különbség a cönológiai felvételezés ugyanerre az értékszámra kapott eredményétől, hogy a zavarást jelző kategóriák nagyobb értéket érnek el, ami a két meder nagyfokú vegetációs mozaikosságából és a Kohler módszer szakaszjellegéből adódik. Ez minden meder esetében elmondható, de legkiemelkedőbb a Ducskósi-morotva és a Báka-szegi-morotva esetében. A Kohler-szakaszok Rogers-Tanimoto szerinti, csak a fajok jelenlét-hiányán alapuló, ordinációja alapján az egyes medrek, így az egyes víztér-típusok is diszkréten elkülönülő pontfelhőkbe rendeződnek. Ugyanezt az eredményt kapjuk a fajok mennyiségét is figyelembe vevő Bray-Curtis és Euklideszi hasonlóság esetében is. Az

előzetesen adott víztértípusba sorolt medrek, a Kohler felmérés ordinációjának eredményeképpen is elkülönültek egymástól. Ez is igazolja a nem növényzeti felmérésen alapuló tipológia helyességét. A közöttük meglévő árnyaltabb különbségek és átmeneti formák is kiválóan elkülöníthetőek. Ezen túlmenően, az elméleti alapokon feltöltődési sorba helyezett medrek ténylegesen is a feltételezett szukcessziós sornak megfelelő helyet foglalják el az ordinációs ábrákon. Figyelembe véve a szociális magatartás típusok, a nedvességigény értékszámok és az ordináció adta, részben eltérő eredményeket a cönológiai eredményekkel teljesen megegyező feltöltődési modellt tudtam felállítani. A modell felállításánál, a cönológiai eredményekhez hasonlóan, legelső helyen vettem figyelembe az ordináció adta csoportosulásokat, mivel az a fajok borításából az egész mederre vonatkoztatható eredményeket produkált.

7.3.2. A módszerek összehasonlítása

A cönológiai-módszer és a Kohler-módszert illetően a kapott eredményeket nem-paraméteres Chi négyzet (χ^2)-próbának vettem alá. A nemparaméteres próba jogosságát a Kolmogorov-Smirnov teszt (Sokal és Rohlf ,1995) eredménye igazolta. A próba során a következő nullhipotézist teszteltem az ellenhipotézissel szemben (Harnos, Ladányi 2005):

$$H_0 = \text{Kohler-módszer} = \text{cönológia}$$

A nullhipotézis elvetése esetén az ellenhipotézis valósul meg:

$$H_A = \text{Kohler-módszer} \neq \text{cönológia}$$

Az összehasonlítás során a cönológiai felvételezés és a Kohler-módszer eredményei közül a szociális magatartás típusok arányainak százalékos megoszlását, a Zólyomi- és a Borhidi-féle nedvességigény kategóriák százalékos arányát hasonlítottam össze medrenként.

$$\text{Ha } p < 0,05 \text{ akkor } H_0 \text{ hamis és } H_A \text{ igaz}$$

$$\text{Ha } p > 0,05 \text{ akkor } H_0 \text{ igaz és } H_A \text{ hamis}$$

A kapott eredmények alapján a nullhipotézis hamisnak bizonyult, vagyis a két módszer, eredményeiket tekintve, szignifikánsan eltérőnek bizonyult.

7.3.3. A növényállományok kapcsolata a víz fiziko-kémiai összetevőivel

A cönológiai és vízkémiai eredmények együttes elemzése alapján elmondható, hogy a holtmedrekben készített cönológiai felvételeknek a kapott eloszlásáért elsősorban az ammónia, a pH illetve a klorid és a foszfor- formák felelősek. A mocsár- típusú holtmeder nemcsak növényzetének cönológiai jellemzőiben, de vízkémiai viszonyaiban is a többitől erősen eltérő képet mutat. Kis területe és alacsony vízállása miatt vize felmelegedő így az Ispán-szegi-Holt-Tiszára és részben a Ducsósi-morotvára a nagy mennyiségű ammónia meghatározó jellegű. Ez a rothadás következményeképpen jelenik meg, és a mocsarak egyik jellegzetes tulajdonsága. Az úszó és kiterülő levelű hinarak társulásainak a kapott eloszlását a magas pH értékek támasztják alá. Ilyen társulások a kopolya típusú Boroszló-kerti-Holt-Tiszában és a hinaras-kistó jellegű Rózsás-dűlői-Holt-Tiszában találhatóak. Ezek az

alapvetően sekély vizű holtmedrek (Rózsás-dűlői-HT, Boroszló-kerti-HT) változatos hínárnövény (*Potamogeton* spp, *Myriophyllum* spp. és *Nymphaea alba*) állományokkal rendelkeznek, amelyek nyáron esetenként berothadnak, de medrük soha sem szárad ki. Ezen medrek vízkémiai paramétereire jellemző, hogy abban a nátrium, a karbonát ion, a pH és a magas vezetőképesség ill. KOI(Cr) játszik nagy szerepet.

A különböző holtmedrekben készített cönológiai felvételek DCCA analízise során az azonos társulások egy csoportba rendeződnek, egy vagy több kémiai változó mentén. A *Glycerietum maximae* társulásban az elemzés szerint az összes-foszfor nagy mennyisége jellemző. A csoport nem homogén, nagy felületen szóródik, jelezve a kisebb különbségeket, azonban a többi társulástól jelentősen elkülönül. A vele ellentétes oldalon, vagyis a kevésbé alkalikus, tápanyagszegény (alacsony KOI_{SMn} , klorofill-a), szennyezőanyagoktól mentes (alacsony nitrit, nitrát, ammónia) víztereket foglalják el a tündérrózsahínár (*Ceratophyllo-Nymphaeetum albe*) és a sulyom társulásai (*Trapetum natantis*). Rájuk jellemző még a vízben oldott ionok (Ca^{+} , Mg^{2+} , karbonát, hidrogénkarbonát) igen alacsony mennyisége. Az üveglevelű békaszőlő állományainak (*Potametum lucentis*) a csoportosulásáért szintén a tápanyagszegénység (alacsony KOI_{SMn} és összes-foszfor mennyiség) tehető felelőssé, azonban a tündérrózsahínártól eltérően vizük szulfátokban, ammóniában, káliumban és nátriumban gazdag. A harmatkásához hasonló, diszperz csoportosulást mutatnak a *Schoenoplectetum lacustris* állományai is. Vizük gyengén alkalikus, oldott ionokban gazdag. Vizsgálataim alapján a holtmedrekben vizsgált szinte minden kémiai változó alacsony értékkel jelen volt alatta. A keserűfüves sziki kákás társulás (*Polygono-Bolboschoenetum*) eredményeim alapján a magas klorid ion, és Kjeldahl-nitrogén értékek miatt válik el a többi társulástól. A békabuzogányos (*Sparganietum erecti*) társulás igényeit tekintve a harmatkásához hasonló, attól azonban a tápanyagszegényebb, tiszta vizeket kedveli eredményeim alapján.

8. Summary

8.1. Introduction

The following plant groups are generally considered as macrophytes: macrophytic green, red and brown algae, stone worts, mosses and liverworts, and hydrophytic vascular plants (with the main growth forms of the submerged, floating leaved and free-floating plants) and helophytic vascular plants (incl. creeping and high-growing graminoids as well as dicotyledons). Macrophytes plays big role in the ecological habitat management process of the European Union. Beside the other living creatures they are also important elements of the habitat-classification systems and water-typology. With these roles they indicator nature are turned up again. During the implementation work of Water Framework Directive (WFD) information deal with the indicating features of macrophytes were come from oligotrophic waters from the atlantic region of Europe. The relationship between aquatic vegetation and water quality can be quite different in the eutrophic waters of Central-Europe.

According to the mentioned above my theses have two main parts: a methodological and a plant ecology part. In the methodological issue I tried to compare the method of phytocoenology and the method of WFD in five backwaters of the Upper-Tisza valley. In the issue of plant ecology I have analysed the result of relevés with the physico-chemical features of the backwaters highlighting to the floristic difference of the eutrophic and oligotrophic backwaters.

The aim of my theses was to give answers to the following questions:

1. Are the typology of backwaters are valid according to the floristic composition and floristic elements?
2. If yes, can we describe these differences with constant species or coenotaxons?
3. If yes, can we describe these differences with special water chemical features?
4. Are there any differences between the results of the two methods?
5. Do plant associations need special water quality?
6. Are the plants associations need special water quality?

8.2. Materials and methods

Floristic research was made in 35 backwaters and mortlakes of the Upper-Tisza. As a result of this five backwaters were selected for detailed plant ecological research. The total spectrum of the habitat types, vegetation patchiness, the geographical distance and the distance from the hydroelectric station at Kisköre were the most important factors in the selection process. Considering these we selected the following backwaters and mortlakes:

1. Ducskósi-mortlake (Tarpa)
2. Báka-szegi-mortlake (Olcsvaapáti, Panyola)
3. Boroszló-kerti-backwater (Gulács)

4. Rózsás-dűlői-backwater (Mátyus)
5. Ispán-szegi-backwater (Nagyvarsány)

To sum up the vegetation I used phytocoenological plots (Braun-Blanquet 1964) and the Kohler-method (Kohler 1978). The plots were arranged along transects. Transects were assigned by random operation. At the same time I took water samples from the waters, which have been analysed in the laboratory of Nyírségvíz Plc. for the following elements: *Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na, NH₄, NO₂, NO₃, α -chlorophyll, hydrogen-carbonate, carbonate, Kjeldahl-N, chloride, COD(Cr), COD(sMn), conductivity, dissolved oxygen, total phosphor, dissolved orto-PO₄, sulphate, p-alkalinity, m-alkalinity*. Field measurements were made at all sites for pH, conductivity and dissolved oxygen with a Hydrolab 4a type multiprobe.

The results of the floristic research were assessed with the use of Simon's (TVK) categories (Simon 2000) and social behaviour types (Borhidi 1995). The results of the relevés and Kohler-methods were evaluated by flora elements, sociological behaviour, social behaviour types and with the moisture requirement values of Zólyomi (WZ) and Borhidi (WB).

In the case of the relevés these categories were analysed with the percentage ratio of overlay, while in the case of Kohler-method it was analysed in relation to the relative plant amount index. The similarity of the vegetation was analyzed with multidimensional methods either for the relevés and Kohler-methods. The results of the two methods were compared with chi-square distribution (χ^2). Canonical correspondence analysis (Ter Braak 1986) was performed to reveal the ecological demands of plants and plant associations with the concurrent use of coenological and water chemical data.

8.3. Results and discussion

8.3.1. The prospect of connecting water-typology with the results of botanical survey

The 35 backwaters and mortlakes, which have been surveyed, can be divided into 3 major groups according to the floristic investigation. These groups were established by cluster analysis, however they were not coherent with the categories of water typology i.e. ponds, deep-ponds and marshes were not separated. Because I was not estimate the volume of the plants I can separate sites only according to its degradation level. I get the same results for the values of social behaviour types and for the Simon's categories: the same categories were dominant with small differences.

According to the coenological survey we can declare that every of the five backwaters were in natural condition, because more than 95% of the vegetation were consists of aquatic- and semi-aquatic plants as well they were dominated by plants of natural habitats (competitors and stress tolerants). The ratio of the non-native, invasive and weed species were vanishing. Plants in accordance with moderately moist-wet soils, wet soils, flooded soils, floating vegetation and water plants were dominated the sites according to the moisture requirement values of the species. The preliminary classified sites were also divided according to the phytosociological approach. Sites were got into closer by their similarity. This is partly

proving the correctness of the typology based on non-floristic demands. Narrow differences and transitional forms could also be separated. Furthermore sites are positioned their real location in the ordination figures according to its successional stage. Considering the partly different results get from the analysis of social behaviour types, moisture requirement and ordination, we established a fancy-successional model. The stages of the succession are exemplified by the sites. The alignment of sites in the ordination was taken into account at first. The next grouping was established by the results of social behaviour types and moisture requirements. The place of Ducskósi-morotva was fixed by the different scores of indicator values. Finally, I took into consideration that non-metric dimensional scaling (Bray-Curtis and Euclidean) place Ispán-szegi-Holt-Tisza into a middle stage.

According to the Kohler-method survey and the social behaviour types analysis we can declare that every of the five backwaters are in natural condition, because every of the five backwaters are dominated by plants of natural habitats (competitor, specialist, generalist and natural pioneer species). The difference from the results of the other method is the higher ratio of ruderals which was caused by the mosaic structure of the sites and the passage feature of the Kohler method. Both of them are the characteristics for all sites, but especially for Ducskósi-morotva and Báka-szegi-morotva. The same results were given by ordination with Rogers-Tanimoto, Bray-Curtis and Euclidean similarities: sites alignment into detachable point clouds, which are match with watercourse-types. The preliminary classified sites were divided also according to the Kohler-method in the ordination. This proves the correctness of the typology based on non-floristic demands. Narrow differences and transitional forms can also be separated. Furthermore, sites are positioned their real location in the ordination figures according to its successional stage. Considering the partly different results get from the analysis of social behaviour types, moisture requirement and ordination, the same fancy-successional model was determined as it was in the case of coenological results. At first I took into account the alignment of sites in the ordination like in the coenological part.

8.3.2. Comparing methods

To compare the results of Kohler-method and coenology the non-parametric Chi-square (χ^2) test was performed. The rightness of the test was certified by Kolmogorov-Smirnov test (Sokal & Rohlf 1995). The following hypotheses between the null hypotheses (Harnos & Ladányi 2005) was tested:

$$H_0 = \text{Kohler-method} = \text{coenology}$$

If the null hypotheses is rejected, the counter hypotheses will be true.

$$H_A = \text{Kohler-method} \neq \text{coenology}$$

During the test the percentage ratio of social behaviour types, the Zólyomi's and Borhidi's moisture requirement values were compared between sites.

If $p < 0.05$ than H_0 false and H_A is true

If $p > 0.05$ than H_0 true and H_A is false

Our results showed that null hypotheses is false, which means significant differences between the methods.

8.3.3. The relations of macrophytes and physico-chemical parameters of water

According to the joint analysis of the coenological and water chemical data we can declare that mainly ammonia, pH, chloride and phosphorus determine the distribution of coenological plots in DCCA analysis. Marsh type backwater show differences not only their coenological peculiarities but markedly differ according to its water chemical parameters from the other backwaters. Because of their small area and shallow feature their water can quickly warming up, resulted a high amount of ammonia because of the fast decay of plant materials. This is one of the main feature of marshes and typical for the Ispán-szegi-Holt-Tisza and Ducsósi-morotva.

The distribution of floating broad-leaved carpet associations are mainly determined by high scores of pH. Such associations were found in the deep-pond type Boroszló-kerti-Holt-Tisza and in the pond type Rózsás-dűlői-Holt-Tisza. These altering deep backwaters have diverse euhydrophyte communities (*Potamogeton* spp, *Myriophyllum* spp. és *Nymphaea alba*), which can decay in mid-summer but the whole pond are never shrivel. The typical chemical parameters of these backwaters are sodium, carbonate, pH, high conductivity and COD(Cr) score.

During the DCCA analysis of coenological plots, that made in different backwaters, the identical associations forming groups along one or more chemical parameters. In the *Glycerietum maximae* association a high scores of total-phosphorus was found. The group are not homogenous; they are dispersed in a bigger area signing the small differences but they are exactly differentiated from the other association. In the opposite side, namely the nutrition poor (low COD and a-chlorophyll), less-alkali, contamination free (low nitrit, nitrate and ammonia concentration) habitats are engaged by *Ceratophyllo-Nymphaeetum albe* and *Trapaetum natantis* associations. The peculiarities of these associations are the very low amount of solute ions (Ca^+ , Mg^{2+} , carbonate and hydro-carbonate) respectively. The nutrition deficiency (low COD and total phosphorus) is also responsible for the alignment of shining pondweed (*Potamogeton lucens*) strengths but in contrast with water lily stands their habitats are rich in sulphate, ammonia, potassium and nitrate. *Schoenoplectetum lacustris* stands showed similar disperse alignment as sweetgrass-beds (*Glyceria maxima*). Their habitats are weakly alkali, rich in soluble ions. Halophile clubrush beds (*Polygono-Bolboschoenetum*) are divided by the high scores of chloride and Kjeldahl-nitrogen. Erect bur-reed communities (*Sparganietum erecti*) are similar to sweetgrass-beds in terms of the ecological demands of the association however they prefer the nutrient poor habitats.

9. Köszönetnyilvánítás

Köszönetemet fejezem ki témavezetőmnek Dr. Dévai Györgynek a Ph.D ösztöndíj nekem ítélésért és a kutatás szakmai és anyagi támogatásáért, dr. Kiss Bélának és dr. Szalma Elemérnek a témaválasztáshoz nyújtott elengedhetetlen iránymutatásaikért. Utólagosan tartozom köszönettel megboldogult dr. Wittner Ilona Tanárnőnek a vízkémiai elemzések megszervezésért és az eredmények elemzésében nyújtott segítségével. Köszönettel tartozom Dr. Tóthmérész Bélának, aki a statisztikai elemzésekben nyújtott segítséget. A térképezéshez nélkülözhetetlen légifelvételek elkészítését Zsoldos Istvánnak köszönhetem. Bodnár Rékának, Török Péternek, Pethe Anitaának, Takács Péternek és Varga Katalinnak a terepi segítségért tartozom igen hálás köszönettel. Ez a kutatás az NKFP/3B/0019/2002 „*A Tisza és a Felső-Tisza-vidék hidroökológiája*” című pályázat támogatásával készült.



Potamogeton nodosus Poir. (©Lukács B.A.)

10. Irodalomjegyzék

10.1. Az értekezésben hivatkozott irodalmak jegyzéke

- Bagi, I. 1993: Növényi növekedési formák. I. Elméletei alapok és tudománytörténeti megjegyzések. Botanikai Közlemények 80 (2): 119–128.
- Barendregt, A., Bio, A.M.F. 2003: Relevant variables to predict macrophyte communities in running waters. Ecological Modelling 160: 205–217.
- Best, E. P. H. 1988: The phytosociological approach to the description and classification of aquatic macrophytic vegetation. In: Symoens, J.J. (eds.) Handbook of vegetation science 15/1: Vegetation of inland waters. Kluwer Academic Publishers. pp. 155–182.
- Bootsma, M. C., Wassen, M. J. 1996: Environmental conditions and fen vegetation in three lowland mires. Vegetatio 127: 173–189.
- Borhidi, A. 1995: Social behaviour types, the naturalness and relative ecological indicator values of the higher plants in the Hungarian Flora. Acta Botanica Hungarica 39 (1-2): 97–181.
- Bouxin, G and LeBoulange, E. 1983: A phytosociological system based on a multiscaled pattern analysis: a first example. Vegetatio 54: 3–16.
- Braun-Blanquet, J. 1964: Pflanzensoziologie. Springer Verlag Wien. New York.
- Brux, H., Todeskino, D. és Wiegler, G. 1987: Growth and reproduction of *Potamogeton alpinus* Balbis growing in disturbed habitats. Archiv für Hydrobiologie Beih. 27: 115–127.
- Chessel, D., Dufour, A.B., Dray, S., Lobry, J.R., Ollier, S., Pavoine, S., and Thioulouse, J. 2005: ade4: Analysis of environmental data: exploratory and euclidean methods in environmental sciences. R package version 1.4-1. <http://pbil.univ-lyon1.fr/ADE-4>, Mailing list: <http://pbil.univ-lyon1.fr/ADE-4/adelist.html>
- Dahl, H. J. and Wiegler, G. 1984: Gewässerschutz und Wasserwirtschaft der Zukunft – Grundlagen eines zukünftigen Fließgewässerschutzes. Jahrb. Naturschutz Landschaftspflege 36: 26–65.
- den Hartog, C. 1979: Seagrasses and seagrass ecosystems, an appraisal of the research approach. Aquatic Botany 7: 105–117.
- den Hartog, C. 1986: The effects of acid and ammonium deposition on aquatic vegetations in The Netherlands. Proc. 1st. Internat. Symp. Watermilfoil (*Myriophyllum spicatum*) and related Haloragaceae species, 1985, Vancouver, B.C. pp. 51–58.

- den Hartog, C. és Segal, S. 1964: A new classification of waterplant communities. *Acta Botanica Neerlandica* 13: 367–393.
- Dévai, Gy., Dévai, I., Felföldy, L., Wittner, I. 1992: A vízminőség fogalomrendszerének egy átfogó koncepciója. 3. rész. Az ökológiai vízminőség jellemzésének lehetőségei. *Acta Biol. Debr. Oecol. Hung.* 4: 49–185.
- Du Rietz, E. G. 1921: Zur methodolgischen Grundlage der modernen Pflanzensoziologie. Thesis, Uppsala.
- Du Rietz, E. G. 1930: Vegetationsforschung auf soziationsanalytischer Grundlage. *Abderhalden. Handb. biol. Arbeitsmeth.* 11(5): 293–480.
- Dubois, J.P., Blake, G., Gerbaux, P., Jensen, S. 1984: Methodology for study of the distribution of aquatic vegetation in the French Alpine lakes. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 22: 1036–1039.
- Edmondson, W. T. 1944: Ecological studies of sessile Rotatoria. Part 1. Factors affecting distribution. *Ecological Monographs* 14: 31–66.
- Ellenberg, H. 1950: Landwirtschaftliche Pflanzensoziologie I: Unkrautgemeinschaften als Zeiger für Klima und Boden. Ulmer, Stuttgart.
- Ellenberg, H. 1952: Landwirtschaftliche Pflanzensoziologie II: Wiesen und Weiden und ihre standortliche Bewertung. Ulmer, Stuttgart.
- Ellenberg, H. 1963: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in kausaler, dynamischer und historischer Sicht. In: Walter, H. (Hrsg): Einführung in die Phytologie IV/2. Ulmer, Stuttgart.
- Ellenberg, H. 1974: Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. *Scripta Geobotanica* 9. Goltze Verlag, Göttingen.
- Ellenberg, H. és Müller-Dombois, D. W. 1967: A key to Rankian plant life forms with revised subdivisions. *Ber. Geobot. Inst. ETH Rübel* 37: 56–73.
- Ellenberg, H., Weber, H.E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W., Paulissen, D. 1991: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropas. *Scripta Geobotanica* 18. Goltze Verlag, Göttingen.
- Fitz, H.C., DeBellevue, E.B., Constanza, R., Boumans, R., Maxwell, T., Wainger, L., Sklar, F.H., 1996: Development of a general ecosystem model for a range of scales and ecosystems. *Ecological Modelling* 88: 263–295.
- Gams, H. 1918: Prinzipienfragen der Vegetationsforschung. Ein Beitrag zur Begriffsklärung und Methodik der Biocoenologie. *Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich* 63: 293–493.
- Grime, J. P. 1979: Plant strategies and vegetation processes. Wiley and Son.

- Gower, J.C. 1966: Some distance properties of latent root and vector methods used in multivariate analysis. *Biometrika* 53: 325–338.
- Harnos Zs., Ladányi, M. 2005: Biometria agrártudományi alkalmazásokkal. Aula
- Hejný, S. 1957: Ein Beitrag zur ökologischen Gliederung der tschechoslowakischen Niederrungsgewässer. *Preslia* 29: 349–368.
- Hejný, S. 1960: Ökologische Charakteristik der Wasser- und Sumpfpflanzen in den slowakischen Tiefebene (Donau- und Theissgebiet). Bratislava.
- Hinneri, S., 1976: On the ecology and phenotypic plasticity of vascular hydrophytes in a sulphate-rich, acidotrophic freshwater reservoir, SW coast of Finland. *Annales Botanici Fennici* 13: 97–105.
- Hogeweg, P. & Brenkert-van Riet A. L. 1969: Structure of aquatic vegetation: a comparison of aquatic vegetation in India, The Netherlands and Czechoslovakia. *Trop. Ecol.* 10: 139–162.
- Horváth F., Dobolyi Z.K., Morschhauser T., Lőkös L., Karas L., Szerdahelyi T. 1995: Flóra adatbázis 1.2. Taxonlista és attribútum-állomány. Vácrátót.
- Hutchinson, G. E. 1975: A Treatise of Limnology. III. Limnological Botany. Wiley-Interscience, New York, London, Sydney, Toronto.
- Iversen, J. 1929: Biologische Pflanzentypen als Hilfsmittel in der Vegetationsforschung. Thesis Copenhagen, 224 pp.
- Iversen, J., and Olsen, S. 1946: Die Verbreitung der Wasserpflanzen in Relation zur Chemie der Wassers. *Botan. Tidsskr.* 46: 136–145.
- Jakucs, P. 2000: A társulások analitikus és szintetikus bélyegei. In: Hortobágyi, T., Simon, T. (szerk.) 2000: Növényföldrajz, társulástani és ökológia. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Jensen, S. 1977: An objective method for sampling the macrophyte vegetation in lakes. *Vegetatio* 33: 107–118.
- Kadono, Y., 1982: Occurrence of aquatic macrophytes in relation to pH, alkalinity, Ca^{++} , Cl^- and conductivity. *Japanese Journal of Ecology* 32: 39–44.
- Kárpáti V. 1978: Magyarországi vizek és ártéri szintek növényfajainak ökológiai besorolása. (Oecological classification of plant species of Hungarian waters and flooded plains.) *Keszth. Agrártud. Egy. Kiadv.* 20: 5–62.
- Kárpáti, I., Kárpáti, V., 1972: Die Anwendung der TWR-indikatorkonzeption auf Wasser- und Auenökosysteme. *Soc. Internat. Limnol. Donauforschungsstation. Göd.*

- Keeley, J. E. 1982a: Distribution of diurnal acid metabolism in the genus *Isoetes*. *American Journal of Botany* 69: 254–257.
- Keeley, J. E. 1982b: Distribution of diurnal acid metabolism in submerged aquatic plants outside the genus *Isoetes*. *Photosynthetica* 16: 546–553.
- Khedr, A.H.A., El-Demerdash, M.A., 1997: Distribution of aquatic plants in relation to environmental factors in the Nile Delta. *Aquatic Botany* 56: 75–86.
- Klimeš, L., Klimešová, J., Hendriks, R. and van Groenendael J. 1997: Clonal plant architectures: a comparative analysis of form and function. 1–29. - In: H. de Kroon and J. van Groenendael (Eds.): *The ecology and evolution of clonal plants*. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands.
- Kłodowski, S., 2006: The relationships between environmental factors and the submerged Potametea associations in lakes of north-eastern Poland. *Hydrobiologia* 560: 15–29.
- Kohler, A. 1978a: Wasserpflanzen als Bioindikatoren. *Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ.* 11: 259–281.
- Kohler, A. 1978b: Methoden der Kartierung von Flora und Vegetation von Süßwasserbiotopen. *Landschaft + Stadt* 10: 73–85.
- Kohler, A., és G. A., Janauer 1995: Zur Methodiken der Untersuchung von aquatischen Makrophyten in Fließgewässern. In.: Ch., Steinberg, H., Bernhardt, H. Klapper (szerk.) 1995: *Handbuch Angewandte Limnologie*. Ecomed Verlag.
- Kruskal, J.B. 1964: Nonmetric multidimensional scaling: a numerical method. *Psychometrika* 29: 115–129.
- Lepš, J. and P. Šmilauer 2003: *Multivariate Analysis of Ecological Data Using CANOCO*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Lohammar, G. 1938: Wasserchemie und höhere Vegetation schwedischer Seen. *Symb. Bot. Upsal.* 3: 1–252.
- Luther, H. 1949: Vorschlag zu einer ökologischen Grundeinteilung der Hydrophyten. *Acta Botanica Fennica* 44: 1–15.
- Madsen, T. V. 1985: A community of submerged aquatic CAM-plants in Lake Kalgaard, Denmark. *Aquatic Botany* 23: 97–108.
- Madsen, J., D., Chambers, P., A., James, W., F., Koch, E., W., Westlake, D., F. 2001: The interaction between water movement, sediment dynamics and submersed macrophytes. *Hydrobiologia* 444: 71–84.
- Mäkirinta, U. 1978: Ein neues ökomorphologisches Lebensformensystem der aquatischen Makrophyten. *Phytocoenologia* 4: 445–470.

- Mäkirinta, U. 1981: Die Berücksichtigung der Synusien bei der Beschreibung der Wasservegetation mit der floristisch-soziologischen Methode. In: Dierschke, H. (ed.): Syntaxonomie, p. 169–179. Vaduz.
- Máthé I. 1940: Magyarország növényzetének flóraelemei. *Acta Geobot. Hung.* 3: 116–147.
- Máthé I. 1941: Magyarország növényzetének flóraelemei II. *Acta Geobot. Hung.* 4: 85–108.
- Melzer, A. 1988: Die Gewässerbeurteilung bayerischer Seen mit Hilfe makrophytischer Wasserpflanzen. – Hohenheimer Arbeiten – Gefährdung und Schutz von Gewässern. – Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Mitsch, W.J., Reeder, B.C., 1991: Modelling nutrient retention of a freshwater coastal wetland: estimating the roles of primary productivity, sedimentation, resuspension and hydrology. *Ecological Modelling* 54: 151–187.
- Moyle, J. B. 1945: Some chemical factors influencing the distribution of aquatic plants in Minnesota. *American Midland Naturalist*. 34: 402–420.
- Mueller-Dombois, D., and Ellenberg, H. 1974: Aims and methods of vegetation ecology. Wiley and Sons, New York.
- Murphy, K. J. 2002: Plant communities and plant diversity in softwater lakes of northern Europe. *Aquatic Botany* 73: 287–324.
- Nunnally, N. R. and Keller, E. 1979: Use of fluvial processes to minimize adverse effects of stream channellization. Report No. 144. Water Resour. Res. Inst., Univ. N. Carolina, Charlottes, N.C.
- Oksanen, J., Kindt, R., Legendre, P. & O'Hara, R.B. 2006: *vegan: Community Ecology Package version 1.8-2*. <http://cran.r-project.org/>
- Orlóczi, L. 1966: Geometric models in ecology. I. The theory and application of some ordination methods. *J. Ecol.* 54: 193–215.
- Pall, K., G. A. Janauer 1995: Die Makrophyten-Vegetation von Flußstauen am Beispiel der Donau zwischen Fluß-km 2552,0 und 2511,8 in der Bundesrepublik Deutschland. – *Archiv für Hydrobiologie, Suppl.* 101, *Large Rivers* 9(2): 91–109.
- Pietsch, W. 1982: Makrophytische Indikatoren für ökochemische Beschaffenheit der Gewässer. In Breitig, G. & W. Tümping (eds.) *Ausgewählte Methoden der Wasseruntersuchung*, Bd 2. Gustav Fischer Verlag, Jena, 67–88.
- Poplawskaja, G. I. 1948: *Ekologija rastenij*. Sov. nauka, Moscow, 295 pp. (in Russian)
- R Development Core Team, 2006: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.

- Raunkiaer, C. 1934: The life form of plants and statistical plant geography. Oxford, 632 pp.
- Riis, T., Sand-Jensen, K., Vestergaard, O., 2000: Plant communities in lowland Danish streams: species composition and environmental factors. *Aquatic Botany* 66: 255–272.
- Roelofs, J. G. M., Schuurkes, J. A. A. & Smiths, A. J. M. 1984: Impact of acidification and eutrophication on macrophyte communities in soft waters. II. Experimental studies. *Aquatic Botany* 18: 389–411.
- Roll, H. 1938: Allgemein wichtige Ergebnisse für die Pflanzensoziologie bei der Untersuchung von Fliessgewässern in Holstein. *Feddes Repert. Beih.* 101: 108–112.
- Sand-Jensen, K., Prahl, C. & Stokholm, M. 1982: Oxygen release from roots of submerged aquatic macrophytes. *Oikos* 38: 349–359.
- Schmidt, D. 1981: Pflanzensoziologische und ökologische Untersuchungen der Gewässer um Güstrow. *Natur u. Naturschutz Mecklenburg* 17: 1–130.
- Schultrope, C. D. 1967: The biology of aquatic plants. St. Martin's Press, New York. 610 pp.
- Schuyler, A. E. 1984: Classification of life forms and growth forms of aquatic macrophytes. *Bartonia* 50: 8–11.
- Seddon, B. 1972: Aquatic macrophytes as limnological indicators. *Freshwater Biology* 2: 107–130.
- Segal, S. 1965: Een vegetatie-onderzoek van hogere waterplanten in Nederland. *Wetensch. Meded. K. N. N. V.* 57: 1–80.
- Segal, S. 1968: Ein Einteilungsversuch der Wasserpflanzengesellschaften. In: R. Tüxen (ed.) *Pflanzensoziologische Systematik*. Junk, The Hague, pp. 191–218.
- Shepard, R.N. 1962: The analysis of proximities: multidimensional scaling with an unknown distance function. I-II. *Psychometrika* 27: 125–140, 219–246.
- Simon T. 1957: Die Wälder des nördlichen Alföld. *Akadémiai Kiadó, Budapest*, 172 pp.
- Simon, T. 2000: A magyarországi edényes flóra határozója. *Harasztok, virágos növények*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 976 pp.
- Sklar, F.H., Fitz, H.C., Wu, Y., Van Zee, R., McVoy, C., 2001: The design of ecological landscape models for Everglades restoration. *Ecological Economics* 37: 379–401.
- Sokal, R. R. és Rohlf, F. J. 1995: *Biometry: The principles and practice of statistics in biological research*, 3rd edn., W. H. Freeman és Co., New York, 887 pp.
- Soó R. 1964-1980: A magyar flóra és vegetáció rendszertani-növényföldrajzi kézikönyve, I-VI. *Akadémiai Kiadó, Budapest*.

- Soó R. 1933: Analyse der Flora des historischen Ungarns (Elemente, Endemismen, Relikte). Magyar Biológiai Intézet Munkái IV.
- Soó R. 1939: A magyar flóra arealgeographiai feldolgozása. Acta Geobotanica Hungarica 2: 271–273
- Spence, D. H. N. 1967: Factors controlling the distribution of freshwater macrophytes with particular reference to the lochs of Scotland. Journal of Ecology 55: 147–170.
- Symoens, J. J. (ed.) 1988: Handbook of vegetation science 15/1. Vegetation of inland waters. Kluwer Academic Publishers.
- Søndergaard, M. & Sand-Jensen, K. 1979: Carbon uptake by leaves and roots of *Littorella uniflora* (L.) Aschers. Aquatic Botany 6: 1–12.
- Søndergaard, M. 1979: Light and dark respiration and the effect of the lacunal system on refixation of CO₂ in submerged aquatic plants. Aquatic Botany. 6: 269–283.
- Tansley, A. G. and Chipp, T. F. (eds) 1926: Aims and methods in the study of vegetation. British Empire Vegetation and Crown Agents for the Colonies, London.
- Ter Braak, C. J. F. 1986: Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. Ecology 67: 1167–1179.
- Tóth, A. and Braun, M. 1995: The relationship of water chemistry and vegetation patchiness on a marsh in N.E. Hungary. Archiv für Hydrobiologie 135: 223–241.
- Vaarama, A. 1938: Wasservegetationsstudien am Großsee Kallavesi. Ann. Bot. Soc. Vanamo 13(1): 1–314.
- Vastergaard, O. & Sand-Jensen 2000: Alkalinity and trophic state regulate aquatic plant distribution in Danish lakes. Aquatic Botany 67: 85–107.
- Venables, W. N. & Ripley, B. D. 2002: Modern applied statistics with S. Fourth edition. Springer, New York.
- Viszockij, G. N. 1915: Ergenja. Kulturno-fitologiceszkij ocserk. Tr. Bjuro po prikl. Bot. 8, (10–11): 1113–1443.
- Weber, H. E. 1976: Die Vegetation der Hase von der Quelle bis Quakenbrück. Osnabrückner naturwiss. Mitt. 4: 131–190.
- Wetzel, R. G. 1983a: Limnology. 2nd Edition. Saunders, Philadelphia.
- Wetzel, R. G. 1983b: Periphyton of freshwater ecosystems. Dr. W. Junk Publishers, The Hague. Developments in Hydrobiology 17.

- Wiegleb, G. 1978: Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen hydrochemischen Umweltfaktoren und Makrophytenvegetation in stehenden Gewässern. *Archiv für Hydrobiologie* 83: 443–484.
- Wiegleb, G. 1988: Analysis of flora and vegetation in rivers: concepts and application. In: Symoens, J. J. (ed.) 1988: *Handbook of vegetation science* 15/1. Vegetation of inland waters. Kluwer Academic Publishers, 311–339.
- Wiegleb, R. G. 1984a: A study of habitat conditions of the macrophyte vegetation in selected river systems in Western Lower Saxony (FRG). *Aquat. Bot.* 18: 313–352.
- Wiegleb, R. G. 1984b: Makrophytenkartierung in Niedersachsen. – Methoden, Ziele und erste Ergebnisse. *Inf. Naturschutz Landschaftspflege* 4: 109–136.
- Wigand, C., Stevenson, J.C., Cornwell, J.C., 1997: Effects of different submersed macrophytes on sediment biogeochemistry. *Aquatic Botany* 56: 233–244.
- Wittner I., Dévai Gy., Kiss B., Müller Z., Miskolczi M., Nagy S. A. 2004: A Felső-Tisza menti holtmedrek állapotfeltárása. 1. rész: Állapotfelmérés. *Hidrológiai Közlöny* 84: 172–174.
- Wittner I., Dévai Gy., Kiss B., Müller Z., Miskolczi M., Nagy S. A. 2005: A Felső-Tisza menti holtmedrek állapotfeltárása. 2. rész: Állapotértékelés. *Hidrológiai Közlöny* 85: 171–172.
- Zólyomi, B., Baráth, Z., Fekete, G., Jakucs, P., Kárpáti, I., Kovács, M., Máthé, I. 1967: Einreihung von 1400 Arten der ungarischen Flora in ökologische Gruppen nach TWR-Zahlen. *Fragm. Bot. Mus. Hist. Nat. Hung.* 4: 101–142.
- Zólyomi, B., Précsényi, I. 1964: Methode zur ökologischen Charakterisierung der Vegetationseinheiten und zum Vergleich der Standorte. *Acta Bot. Acad. Scient. Hung.* 10: 377–416.

10.2. Lukács Balázs András tudományos tevékenységének jegyzéke

10.2.1. Az értekezés témakörében megjelent vagy közlésre elfogadott referált publikációk jegyzéke

Lukács Balázs András, Bodnár Réka, Tóthmérész Béla, Kiss Béla, Wittner Ilona, Dévai György (2005): *A növényborítás becslési módszereinek összehasonlítása egy holtmeder példáján.* – Hidrológiai Közlöny 85 (6): 88–90.

Varga Katalin, **Lukács Balázs András**, Dévai György (2005): *Élőhely-térképezés állapotjellemzési céllal a Boroszló-kerti-hullámtéröblőzetben.* – Hidrológiai Közlöny 85 (6): 163–165.

Lukács, B. A., Dévai, Gy. and Tóthmérész, B., (In Press): *Small scale macrophyte - environment relationship in a backwater of the Upper-Tisza valley (Hungary).* – Community Ecology (IF ~ 0.67)

Lukács, B. A., Tóthmérész, B., Dévai, Gy. (In Press): *The function of macrophytes in relation to environmental variables in eutrophic backwaters and mortlakes.* – Phytocoenologia (IF ~ 0.9)

10.2.2. Az értekezés témakörében megjelent vagy közlésre elfogadott nem referált publikációk jegyzéke

Lukács Balázs András, Tóthmérész Béla (2006): *Nanocyperetalia Klika 1935.* In.: A Tisza menti társulások monográfiája. Tiscia (In press).

10.2.3. Egyéb megjelent vagy közlésre elfogadott publikációk jegyzéke

Gulyás Gergely, **Lukács Balázs András** (2003): *A Hernád magyarországi szakaszának vizes élőhelyei.* – Hidrológiai Közlöny 83 (I-XII): 114–116.

Dévai György, Nagy Sándor Alex, Csabai Zoltán, Ebesfalvi Sarolta, Kiss Béla, **Lukács Balázs András**, Miskolci Margit, Müller Zoltán, Némeczky Margit (2003): *A Hordódi-Holt-Tisza állapotértékelése a vegetációfelmérések és az oxigénháztartás vizsgálatok alapján.* – Hidrológiai Közlöny 83 (I-XII): 38–41.

Lukács Balázs András, Kiss Béla, Dévai György, Müller Zoltán (2004): *Növényállományok anyagforgalmi viszonyainak alakulása a Hordódi-Holt-Tiszán két év összevetése alapján.* – Hidrológiai Közlöny 84 (5-6): 71–74.

Takács Péter, **Lukács Balázs András**, Wittner Ilona, Vadnay Ákos, Szilágyiné Puskás Erzsébet, Vadnayné Bogár Éva, Bárkányi Márta (2005): *A vízminőség kémiai és biológiai nézőpontú megközelítésének viszonya a Lónyay-főcsatorna vízrendszerének példáján.* – Hidrológiai Közlöny 85 (6): 137–140.

Farkas József, Gulyás Gergely, **Lukács Balázs András** (2007): *Adatok a Hernád-völgy flórájának ismeretéhez*. – Kitaibelia 12(1): 97–101.

Lukács Balázs András, Farkas Sándor, Pfeiffer Norbert (2007): Adatok a *Carex bohemica* Schreb. ismeretéhez a Kárpát-medencében. – Kitaibelia 13 (1): 46–54.

Gulyás Gergely, Lesku Balázs, **Lukács Balázs András**, Magos Gábor, Sramkó Gábor (2007): *Adatok a Beregi-sík edényes flórájának ismeretéhez*. – Kitaibelia (In Press).

10.2.4. Az értekezés témakörében elhangzott előadások jegyzéke

Varga Katalin, **Lukács Balázs András**, Tóthmérész Béla, Dévai György (2005): *A vegetációmintázat változásának vizsgálata a Boroszló-kerti-hullámtéröblözetben*. Előadás: XLVII. Hidrobiológus Napok: „Vizeink élővilágát érintő környezeti változások”. Tihany, 2005. október 5-7.

Wittner Ilona, Dévai György, Nagy Sándor Alex, Vadnayné Bolgár Éva, **Lukács Balázs András**, Balogh Edina (2005): *Nehézfémvizsgálatok a Felső-Tisza-vidék 11 holtmedrében*. Előadás: XLVII. Hidrobiológus Napok: „Vizeink élővilágát érintő környezeti változások”. Tihany, 2005. október 5-7.

Tóth Adrienn, **Lukács Balázs András**, Wittner Ilona (2006): *A Tisza menti holtmedrek állapotfeltárása*. Előadás: MTA emlékülés Sebestyén Olga halálának 20. évfordulója alkalmából. „A Balaton és a Tisza kutatás újabb eredményei”. Budapest, 2006. május. 11.

Lukács Balázs András, Tóthmérész Béla, Wittner Ilona, Dévai György (2006): *A makrovegetáció kapcsolata az élőhely élettelen tényezőivel felső-tiszai holtmedrekben*. Előadás: XLVIII. Hidrobiológus napok: „Európai elvárások és a hazai hidrobiológia”. Tihany, 2006. október 4-6.

10.2.5. Egyéb előadások jegyzéke

Dévai György, Nagy Sándor Alex, Csabai Zoltán, Ebesfalvi Sarolta, Kiss Béla, **Lukács Balázs András**, Miskolci Margit, Müller Zoltán, Némeczky Margit (2002): *A Hordódi-Holt-Tisza állapotértékelése a vegetációfelmérések és az oxigénháztartás vizsgálatok alapján*. Előadás: XLIV. Hidrobiológus Napok: „Ritkán vizsgált és különleges vizeink”. Tihany, 2002. október 2-4.

Takács Péter, **Lukács Balázs András**, Wittner Ilona, Vadnay Ákos, Szilágyiné Puskás Erzsébet, Vadnayné Bogár Éva, Bárkányi Márta (2004): *A vízminőség kémiai és biológiai nézőpontú megközelítésének viszonya a Lónyay-főcsatorna vízrendszerének példáján*. Előadás: XLVI. Hidrobiológus Napok: "Szélsőséges körülmények hatása vizeink élővilágára", "Magyarországi kisvízfolyások ökológiai viszonyai". Tihany, 2004. október 6-8.

Lukács Balázs András, Kiss Béla, Macalik Kunigunda (2008): *Az ECOSURV projekt makrofitonokra vonatkozó eredményei. Mire használhatóak az eredmények?* Előadás: MTA Hidrobiológiai Bizottság előadóülése. 2008. május 20.

Lukács Balázs András, Dorotovic Csilla, Hűvös-Récsi Annamária, Barina Zoltán, Matus Gábor (2008): *Egzóta vízi makrofíták a Pannonicumban: a tatai Fényes-források és a váradszentmártoni Pece-patak flórája és aktuális vegetációja*. Előadás: Aktuális Flóra- és Vegetációkutatás a Kárpát-medencében VIII. országos konferencia, Gödöllő, 2008. február 29.– március 2.

Mesterházy Attila, Jakab Gusztáv, **Lukács Balázs András**, Király Gergely, Vidéki Róbert (2008): *Új Lemna fajok Magyarországról*. Előadás: Aktuális Flóra- és Vegetációkutatás a Kárpát-medencében VIII. országos konferencia, Gödöllő, 2008. február 29.– március 2.

10.2.6. Az értekezés témakörében készült poszterelőadások jegyzéke

Lukács Balázs András, Bodnár Réka, Tóthmérész Béla, Kiss Béla, Wittner Ilona, Dévai György (2005): *A növényborítás becslési módszereinek összehasonlítása egy holtmeder példáján*. Poszter előadás: XLVI. Hidrobiológus Napok: "Szélsőséges körülmények hatása vizeink élővilágára", "Magyarországi kisvízfolyások ökológiai viszonyai". Tihany, 2004. október 6-8.

Varga Katalin, **Lukács Balázs András**, Dévai György (2005): *Élőhely-térképezés állapotjellemzési céllal a Boroszló-kerti-hullámtéröblőzetben*. Poszter előadás: XLVI. Hidrobiológus Napok: "Szélsőséges körülmények hatása vizeink élővilágára", "Magyarországi kisvízfolyások ökológiai viszonyai". Tihany, 2004. október 6-8.

Tóth Adrienn, **Lukács Balázs András** (2005): *Felső-Tisza vidéki holtmedrek zooplanktonjának összehasonlító vizsgálata*. Poszter előadás. XLVII. Hidrobiológus Napok: „Vizeink élővilágát érintő környezeti változások”. Tihany, 2005. október 5-7.

10.2.7. Egyéb poszterelőadások jegyzéke

Gulyás Gergely - **Lukács Balázs András**: *A Hernád magyarországi szakaszának vizes élőhelyei*. Poszter előadás. XLIV. Hidrobiológus Napok: „Ritkán vizsgált és különleges vizeink”. Tihany, 2002. október 2-4.

Lukács Balázs András, Kiss Béla, Dévai György, Müller Zoltán: *Növényállományok anyagforgalmi viszonyainak alakulása a Hordódi-Holt-Tiszán két év összevetése alapján*. Poszter előadás. XLV. Hidrobiológus Napok: „Vizeink hosszú idejű változásai”. Tihany, 2003. október 1-3.

10.2.8. Az értekezés témakörében készült szakmaspecifikus alkotások jegyzéke

Molnár V. Attila, **Lukács Balázs András** (2006): *Tündérrózsafélék (Nymphaeales)*. In.: Ujhelyi Péter (szerk.): *Élővilág Enciklopédia. A Kárpát-medence gombái és növényei.* – Kossuth Kiadó, 526 pp.

10.2.9. Egyéb szakmaspecifikus alkotások jegyzéke

2002: *A Szatmár-Beregi-Tájvédelmi Körzet, bővítésre tervezett területeinek botanikai felmérése.* Botanikai szakértő.

2002: *A Hernád-folyó magyarországi szakaszának a Nemzeti Park illetékességi területére eső részének élőhelytérképezése.* Botanikai szakértő.

2002: *A biodiverzitás megőrzését és a természetvédelmi kezelést megalapozó ökológiai, anyag és energia forgalmi vizsgálatok a Tisza-tavon, 2001-2003. II. ütem.* Botanikai szakértő.

2003: *Magyarország növényzeti örökségének felmérése és összehasonlító értékelése, résztvevő* (NKFP – 33/0050/2002 számú projekt).

2003: *A Tisza és a Felső-Tisza-vidék hidroökológiája, résztvevő* (NKFP – 3B/0019/2002 számú projekt).

2003: *Vegetációtérképezés a Vásárhelyi Terv Továbbfejlesztésében (VTT) tervezett Tisza-Szamos közti tározó területén.* Botanikai szakértő.

2004: *Vegetációtérképezés a Tisza vezsenyi szakaszán.* Botanikai szakértő.

2004: *A biodiverzitás megőrzését és a természetvédelmi kezelést megalapozó ökológiai, anyag és energia forgalmi vizsgálatok a Tisza-tavon, 2001-2003. III. ütem.* Botanikai szakértő.

2004: Botanikai jellemzés: *(Ökológiai vizsgálatok a Lónyay-főcsatorna vízgyűjtő területén – különös tekintettel a VIII. és XI-es számú főfolyások vízgyűjtőjére – az ökológiai állapot dokumentálása céljából. Zárójelentés, Debreceni Egyetem Hidrobiológiai Tanszék).*

2005: Botanikai szakértés a Vásárhelyi Terv Továbbfejlesztése (VTT) című projekt I. ütemében. „*Stratégiai környezeti értékelés, továbbá, a Tisza-völgyi árapasztó rendszerhez és a nagyvízi meder vízszállító képességének javításához előzetes környezeti hatástanulmányok készítése, valamint az EU közösségi társfinanszírozási feltételeinek feltárása.*” Szakértő: Hidrobotanika és szárazföldi botanika részprogramokban.

2005: *Ecological Survey of the surface waters of Hungary (ECOSURV), Phare project.* Botanikai program.

2006: *Nanocyperion associations.* In.: Ecsedi Z., Oláh J., Szegedi R. (szerk.): *Habitat management of Hortobágy Ecoregion for bird protection. LIFE-Nature Project.* Balmazújváros, 26 pp.

- 2006:** *Különböző kezelésű parlagterületek botanikai-ökológiai vizsgálata földesi parlagokon.* Jedlik Ányos Program. Bihar Közalapítvány. Botanikai szakértő.
- 2006:** *A Beregi-sík teljes élőhelytérképezése.* Interreg HUSKUA/05/139. pályázat: “Magyar-Ukrán komplex árvízvédelmi-vízgazdálkodási, ártér-revitalizációs fejlesztési tervek kidolgozása a Bereg és a Borzsa vízgyűjtőjére”. Botanikai szakértő.
- 2006:** *A VKI alkalmazásának lehetőségei makrofita állományokon a Kiskörei-tározó területén.* Jelentés.
- 2007:** *Vegetációtérképezés a Beregi-sík tervezett árapasztó tározóiban kijelölt élőhelyeken.* Interreg HUSKUA/05/139. pályázat: “Magyar-Ukrán komplex árvízvédelmi-vízgazdálkodási, ártér-revitalizációs fejlesztési tervek kidolgozása a Bereg és a Borzsa vízgyűjtőjére.” Botanikai szakértő.
- 2007:** *Élőhelytérképezés a Bodrog kijelölt szakaszain.* HUSKUA/05/02/169. pályázat: „Hajózásfejlesztés, természetvédelem és vidékfejlesztés a magyar-szlovák-ukrán határ menti régiókban.” Botanikai szakértő.

11. Függelék

**A florisztikai vizsgálatba bevont holtmedrek
és azok alapadatai (Wittner et al. 2004)**

kód	Név	Közigazgatási hovatartozás	Típus	Integrált kategória	Ártéri helyzete
m1	Badalói-szegi-morotva	Tarpa	mocsár	I/A	Hullámtéri
m2	Ducskósi-morotva	Tarpa	kistó	I/A	Hullámtéri
m3	Helmec-szegi-morotva	Tarpa	kistó	I/A	Hullámtéri
m4	Gacsán-szegi-Holt-Tisza	Tarpa	kistó	I/A	Hullámtéri
m5	Vágás-dűlői-morotva	Tarpa	kistó	I/A	Hullámtéri
m7	Halvány-háti-morotva	Tivadar	kistó	I/A	Mentett oldali
m8	Nagy-szegi-morotva	Gulács	mocsár	I/A	Hullámtéri
m9	Boroszló-kerti-Holt-Tisza	Gulács	kopolya	I/A	Hullámtéri
m10	Foltos-kerti-Holt-Tisza	Jánd	kistó	I/A	Hullámtéri
m12	Halvány-háti-morotva	Jánd	kistó	I/A	Mentett oldali
m16	Apáti-szegi-morotva	Aranyosapáti	kistó	II:2,3,7	Mentett oldali
m18	Mese-szegi-Holt-Tisza	Tizsakerecseny	mocsár	I/B	Hullámtéri
m21	Rózsás-dűlői-Holt-Tisza	Mezőladány	kistó	2	Hullámtéri
m28	Nagy-szögi-Holt-Tisza	Révleányvár	kistó	I/B	Hullámtéri
m32	Nagy-szegi-morotva	Tizsakóród-Tizsacsécse	kistó	I/B	Mentett oldali
m33	Nagy-szegi-Holt-Tisza	Tizsakóród	mocsár	III:1,2,4	Mentett oldali
m35	Halábori-szegi-morotva	Tizsakóród	kistó	I/A	Mentett oldali
m38	Tarpai-szegi-Holt-Tisza	Szatmárcseke	kistó	I/A	Hullámtéri
m39	Espántai-morotva	Nagyar	kistó	I/A	Mentett oldali
m41	Báka-szegi-morotva	Olcsvaapáti-Panyola	kistó	I/A	Mentett oldali
m43	Kerice-háti-morotva	Kisar-Panyola	kistó	I/A	Mentett oldali
m46	Ispán-szegi-Holt-Tisza	Nagyvarsány	mocsár	I/A	Hullámtéri (nyb)
m48	Szalkai-szegi-Holt-Tisza	Gyüre-Tizsaszalka	kopolya	I/A	Hullámtéri (nyb)
m49	Gyüre-szegi-Holt-Tisza	Aranyosapáti-Gyüre	kistó	I/A	Hullámtéri (nyb)
m50	Aranyosi-Holt-Tisza	Aranyosapáti	kistó	I/B	Hullámtéri (nyk)
m54	Terem-szegi-morotva	Újkenéz-Aranyosapáti	kistó	I/A	Hullámtéri (nyk)
m55	Ladányi-Holt-Tisza	Mezőladány	kistó	I/B	Hullámtéri
m56	Sziget-dűlői-morotva	Tizsamogyorós-Lónya	kistó	II:1,2,6,7	Hullámtéri (nyk)
m62	Tövis-közi-morotva	Zsurk	kistó	II:2,3,7	Hullámtéri (nyb+nyk)
m63	Zovány-tó-közi-morotva	Zsurk	kistó	III:1,2,4	Mentett oldali
m66	Kerek-tó	Tizsabezdéd	kistó	III:1,4	Hullámtéri
m70	Bodony-szögi-Holt-Tisza	Komoró-Tuzsér	kistó	I/B	Hullámtéri
m71	Tölgyfás-kerti-Holt-Tisza	Komoró	kistó	II:2,3,7	Hullámtéri
m73	Rozsálypusztai-Holt-Tisza	Szabolcsveresmart	kistó	III:1,4	Hullámtéri
m78	Liget-szögi-morotva	Dombrád	kistó	I/B	Mentett oldali

A Kohler felmérés eredményei:
A fajok mennyiségi és gyakorisági értékei

Boroszló-kerti-Holt-Tisza

2005. július 14.

SzMT	WZ	WB		RPM%	MMT	MMO	d
C	10	10	<i>Alisma lanceolata</i>	0,119	0,768	1,190	0,350
G	11	10	<i>Alisma plantago-aquatica</i>	0,226	1,060	1,612	0,268
G	10	9	<i>Baldingeria arundinacea</i>	0,082	0,638	1,343	0,168
W	9	8	<i>Bidens tripartitus</i>	3,512	4,176	2,593	1,000
G	10	10	<i>Butomus umbellatus</i>	0,610	1,740	1,580	0,768
C	10	9	<i>Carex acuta</i>	0,149	0,861	1,313	0,327
C	10	10	<i>Carex elata</i>	0,670	1,823	2,708	0,167
C	11	12	<i>Ceratophyllum demersum</i>	13,635	8,228	4,076	1,000
C	9	10	<i>Eleocharis palustris</i>	0,019	0,303	1,000	0,092
G	9	9	<i>Equisetum palustre</i>	0,306	1,232	1,542	0,414
C	10	10	<i>Glyceria maxima</i>	7,571	6,131	3,825	0,672
NP	11	11	<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	2,878	3,780	2,586	0,827
G	10	9	<i>Iris pseudacorus</i>	2,609	3,599	2,391	0,948
DT	9	9	<i>Lycopus europaeus</i>	0,196	0,986	1,203	0,558
DT	9	8	<i>Lysimachia vulgaris</i>	3,045	3,888	2,860	0,646
C	9	9	<i>Lythrum salicaria</i>	0,317	1,255	1,417	0,554
NP	11	12	<i>Myriophyllum verticillatum</i>	9,673	6,930	3,792	0,881
C	11	11	<i>Nuphar lutea</i>	0,217	1,037	2,000	0,134
C	11	11	<i>Nymphaea alba</i>	13,688	8,244	4,081	1,000
C	11	10	<i>Oenanthe aquatica</i>	0,210	1,020	1,391	0,387
C	10	10	<i>Phragmites australis</i>	0,019	0,311	1,000	0,097
DT	11	11	<i>Polygonum amphibium</i>	0,957	2,179	1,681	1,000
NP	11	12	<i>Potamogeton crispus</i>	0,539	1,635	1,907	0,386
C	11	12	<i>Potamogeton lucens</i>	2,162	3,276	2,902	0,439
G	10	10	<i>Rorippa amphibia</i>	0,154	0,874	1,297	0,350
S	11	10	<i>Sagittaria sagittifolia</i>	0,617	1,750	1,526	0,861
NP	11	11	<i>Salvinia natans</i>	1,376	2,614	2,303	0,559
C	10	10	<i>Schoenoplectus lacustris</i>	0,605	1,733	1,820	0,498
G	7	8	<i>Scutellaria hastifolia</i>	0,006	0,177	1,000	0,031
G	10	10	<i>Sium latifolium</i>	0,006	0,177	1,000	0,031
C	11	10	<i>Sparganium erectum</i>	8,747	6,590	3,711	0,850
DT	10	9	<i>Stachys palustris</i>	1,241	2,482	2,373	0,461
C	11	11	<i>Stratiotes aloides</i>	0,019	0,311	7,629	0,000
C	11	11	<i>Trapa natans</i>	15,395	8,743	4,244	1,000
C	10	10	<i>Typha angustifolia</i>	6,515	5,687	3,936	0,530
NP	11	12	<i>Utricularia vulgaris</i>	1,909	3,079	2,304	0,775

A Kohler felmérés eredményei:
A fajok mennyiségi és gyakorisági értékei

Rózsás-dűlői-Holt-Tisza

2005. július 13.

SzMT	WZ	WB		RPM%	MMT	MMO	d
W	9	8	<i>Bidens tripartitus</i>	0,586	1,704	1,427	1,000
C	11	10	<i>Bolboschoenus maritimus</i>	0,020	0,313	1,000	0,098
G	10	10	<i>Butomus umbellatus</i>	0,300	1,220	1,762	0,272
DT	9	9	<i>Calystegia sepium</i>	0,202	1,000	1,000	1,000
C	10	9	<i>Carex vesicaria</i>	0,202	1,000	1,000	1,000
C	11	12	<i>Ceratophyllum demersum</i>	14,157	8,379	4,475	0,783
G	9	9	<i>Equisetum palustre</i>	1,989	3,141	2,145	1,000
C	10	10	<i>Glyceria maxima</i>	4,376	4,659	2,887	0,902
G	10	9	<i>Iris pseudacorus</i>	0,163	0,899	1,425	0,280
NP	11	11	<i>Lemna trisulca</i>	0,202	1,000	1,000	1,000
DT	9	9	<i>Lycopus europeus</i>	0,447	1,489	1,304	1,000
DT	9	8	<i>Lysimachia vulgaris</i>	0,447	1,489	1,304	1,000
C	9	9	<i>Lythrum salicaria</i>	0,202	1,000	1,000	1,000
NP	11	12	<i>Myriophyllum verticillatum</i>	2,853	3,762	2,689	0,728
C	11	11	<i>Nymphaea alba</i>	3,963	4,433	3,000	0,728
C	11	10	<i>Oenanthe aquatica</i>	0,339	1,296	1,536	0,463
C	10	10	<i>Phragmites australis</i>	0,280	1,179	2,000	0,174
G	9	9	<i>Poa palustris</i>	0,202	1,000	1,000	1,000
DT	11	11	<i>Polygonum amphibium</i>	0,790	1,979	1,946	0,531
C	11	12	<i>Potamogeton lucens</i>	15,379	8,734	4,241	1,000
NP	11	12	<i>Potamogeton crispus</i>	0,717	1,885	1,526	1,000
G	10	10	<i>Rorippa amphibia</i>	0,820	2,017	1,596	1,000
NP	11	11	<i>Salvinia natans</i>	0,202	1,000	1,000	1,000
C	10	10	<i>Schoenoplectus lacustris</i>	0,760	1,942	2,525	0,234
S	11	10	<i>Sagittaria sagittifolia</i>	0,754	1,934	2,518	0,234
DT	10	9	<i>Stachys palustris</i>	0,202	1,000	1,000	1,000
C	11	10	<i>Sparganium erectum</i>	25,203	11,180	5,000	1,000
G	8	8	<i>Symphitum officinale</i>	1,037	2,268	1,726	1,000
C	11	11	<i>Trapa natans</i>	19,812	9,913	4,615	1,000
NP	11	12	<i>Utricularia vulgaris</i>	3,397	4,105	2,564	1,000

A Kohler felmérés eredményei:
A fajok mennyiségi és gyakorisági értékei

Báka-szegi-morotva

2005. július 12.

SzMT	WZ	WB		RPM%	MMT	MMO	d
G	11	10	<i>Alisma plantago-aquatica</i>	0,803	2,642	2,000	0,873
DT	6	8	<i>Alopecurus aequalis</i>	4,284	6,102	3,675	0,750
G	10	9	<i>Baldingeria arundinacea</i>	2,490	4,652	2,787	1,000
C	11	10	<i>Bolboschoenus maritimus</i>	2,135	4,308	3,589	0,401
G	10	10	<i>Butomus umbellatus</i>	0,753	2,558	1,871	1,000
DT	9	9	<i>Calystegia sepium</i>	0,522	2,130	1,729	0,877
C	10	9	<i>Carex vesicaria</i>	4,184	6,031	4,113	0,523
RC	4	4	<i>Cirsium arvense</i>	0,115	1,000	1,000	1,000
C	10	10	<i>Glyceria maxima</i>	7,001	7,801	4,109	0,877
DT	10	9	<i>Gnaphalium uliginosum</i>	0,252	1,481	2,000	0,274
G	10	9	<i>Iris pseudacorus</i>	5,630	6,995	3,658	1,000
NP	11	11	<i>Lemna minor</i>	2,502	4,664	4,431	0,250
NP	11	11	<i>Lemna trisulca</i>	2,754	4,893	3,575	0,524
DT	9	9	<i>Lycopus europaeus</i>	0,214	1,364	1,230	1,000
DT	9	9	<i>Lycopus exaltatus</i>	3,920	5,837	3,242	1,000
DT	8	7	<i>Lysimachia nummularia</i>	7,764	8,215	4,071	1,000
DT	9	8	<i>Lysimachia vulgaris</i>	2,036	4,207	2,606	1,000
C	9	9	<i>Lythrum salicaria</i>	2,906	5,026	3,065	0,877
DT	8	8	<i>Myosoton aquaticum</i>	0,032	0,524	1,000	0,274
C	11	10	<i>Oenanthe aquatica</i>	1,011	2,964	2,064	1,000
C	10	10	<i>Phragmites australis</i>	1,519	3,634	4,431	0,152
DT	9	7	<i>Poa trivialis</i>	0,625	2,332	1,935	0,750
DT	11	11	<i>Polygonum amphibium</i>	0,616	2,314	2,000	0,669
DT	9	8	<i>Polygonum mite</i>	0,252	1,481	2,000	0,274
C	6	6	<i>Populus alba</i>	0,015	0,357	1,000	0,127
C	11	12	<i>Potamogeton lucens</i>	8,010	8,344	4,305	0,873
DT	8	8	<i>Ranunculus repens</i>	2,743	4,883	4,431	0,274
G	10	10	<i>Rorippa amphibia</i>	0,053	0,681	1,000	0,464
S	11	10	<i>Sagittaria sagittifolia</i>	0,438	1,951	2,000	0,476
G	9	9	<i>Salix fragilis</i>	0,015	0,357	1,000	0,127
NP	11	11	<i>Salvinia natans</i>	0,276	1,549	1,708	0,482
C	10	10	<i>Schoenoplectus lacustris</i>	10,347	9,484	4,480	1,000
C	11	10	<i>Sparganium erectum</i>	7,802	8,235	4,078	1,000
DT	10	9	<i>Stachys palustris</i>	0,115	1,000	1,000	1,000
G	8	8	<i>Symphytum officinale</i>	0,753	2,558	1,871	1,000
C	10	10	<i>Typha angustifolia</i>	12,042	10,231	4,713	1,000
C	10	10	<i>Typha latifolia</i>	0,326	1,684	2,000	0,355
W	6	6	<i>Xanthium strumarium</i>	2,743	4,883	4,431	0,274

A Kohler felmérés eredményei:
A fajok mennyiségi és gyakorisági értékei

Ducskósi-morotva

2005. július 11.

SzMT	WZ	WB		RPM%	MMT	MMO	d
C	10	10	<i>Alisma lanceolata</i>	1,254	2,218	2,000	0,615
W	9	8	<i>Bidens tripartitus</i>	4,771	4,326	2,655	1,000
C	11	10	<i>Bolboschoenus maritimus</i>	1,254	2,218	2,000	0,615
W	4	5	<i>Bryonia alba</i>	1,150	2,124	2,000	0,564
G	10	10	<i>Butomus umbellatus</i>	1,163	2,136	1,950	0,615
DT	9	9	<i>Calystegia sepium</i>	4,667	4,278	2,682	0,949
C	10	10	<i>Glyceria maxima</i>	5,431	4,615	2,772	1,000
G	10	9	<i>Iris pseudacorus</i>	2,040	2,828	2,000	1,000
NP	11	11	<i>Lemna minor</i>	1,150	2,124	2,000	0,564
DT	9	9	<i>Lycopus europaeus</i>	2,040	2,828	2,000	1,000
DT	8	8	<i>Myosoton aquaticum</i>	2,040	2,828	2,000	1,000
C	11	10	<i>Oenanthe aquatica</i>	0,255	1,000	1,000	1,000
C	10	10	<i>Phragmites australis</i>	1,936	2,755	2,000	0,949
DT	11	11	<i>Polygonum amphibium</i>	6,637	5,102	2,964	1,000
C	11	12	<i>Potamogeton lucens</i>	6,885	5,196	3,000	1,000
NP	9	9	<i>Ranunculus sceleratus</i>	0,255	1,000	1,000	1,000
G	10	10	<i>Rorippa amphibia</i>	4,154	4,036	2,535	1,000
DT	9	9	<i>Rumex palustris</i>	3,815	3,868	2,464	1,000
S	11	10	<i>Sagittaria sagittifolia</i>	1,163	2,136	1,950	0,615
NP	11	11	<i>Salvinia natans</i>	0,890	1,868	2,000	0,436
C	10	10	<i>Schoenoplectus lacustris</i>	16,261	7,986	3,995	1,000
C	11	10	<i>Sparganium erectum</i>	17,115	8,193	4,064	1,000
DT	10	9	<i>Stachys palustris</i>	6,533	5,062	3,000	0,949
G	8	8	<i>Symphitum officinale</i>	6,885	5,196	3,000	1,000
C	11	11	<i>Trapa natans</i>	0,255	1,000	1,000	1,000

A Kohler felmérés eredményei:

A fajok mennyiségi és gyakorisági értékei

Ispán-szegi-Holt-Tisza

2005. július 31.

SzMT	WZ	WB		RPM%	MMT	MMO	d
G	11	10	<i>Alisma plantago aquatica</i>	4,183	3,132	2,256	0,854
AC	3	5	<i>Amorpha fruticosa</i>	0,142	0,577	1,055	0,283
G	10	9	<i>Baldingeria arundinacea</i>	0,050	0,341	2,071	0,013
C	11	10	<i>Bolboschoenus maritimus</i>	17,648	6,433	3,815	0,745
G	10	10	<i>Butomus umbellatus</i>	3,177	2,729	2,227	0,675
DT	9	9	<i>Calystegia sepium</i>	5,141	3,472	2,614	0,675
I	7	8	<i>Fraxinus angustifolia</i>	4,683	3,314	4,428	0,126
C	10	10	<i>Glyceria maxima</i>	23,465	7,418	4,117	0,788
DT	7	7	<i>Humulus lupulus</i>	0,310	0,852	1,251	0,370
G	10	9	<i>Iris pseudacorus</i>	4,521	3,256	2,412	0,755
DT	9	9	<i>Lycopus europaeus</i>	0,337	0,889	2,139	0,081
DT	9	9	<i>Lycopus exaltatus</i>	2,505	2,424	2,011	0,723
DT	9	8	<i>Lysimachia vulgaris</i>	5,604	3,625	2,487	0,854
C	9	9	<i>Lythrum salicaria</i>	5,317	3,531	2,476	0,821
DT	11	11	<i>Polygonum amphibium</i>	0,060	0,374	0,976	0,150
C	11	12	<i>Potamogeton lucens</i>	1,919	2,121	2,070	0,507
DT	8	7	<i>Rubus cf. caesius</i>	3,815	2,991	2,295	0,740
G	9	9	<i>Sailix fragilis</i>	0,817	1,384	1,702	0,389
C	10	10	<i>Schoenoplectus lacustris</i>	7,775	4,270	3,631	0,381
DT	9	9	<i>Solanum dulchamara</i>	0,785	1,357	1,524	0,520
C	11	10	<i>Sparganium erectum</i>	4,798	3,354	2,439	0,775
DT	10	9	<i>Stachys palustris</i>	2,589	2,464	1,975	0,788
DT	5	7	<i>Urtica dioica</i>	0,361	0,920	1,316	0,371



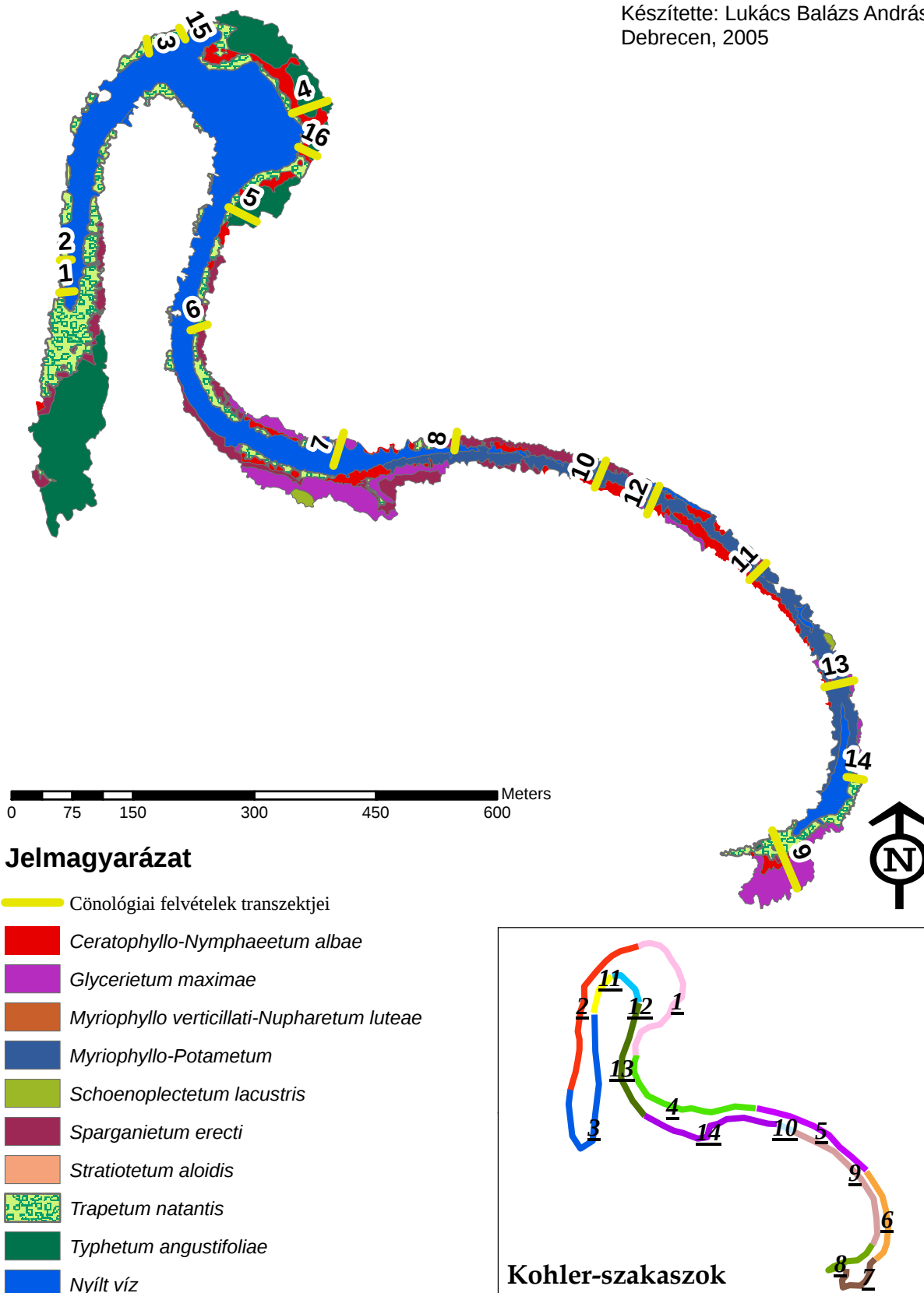
Debreceni Egyetem TEK
Hidrobiológia Tanszék
2007

ESRI

Készült ArcGIS 9 felhasználásával

A Boroszló-kerti-Holt-Tisza vegetációtérképe (2005)

Forrás: Ortofotó - Zsoldos István
Készítette: Lukács Balázs András
Debrecen, 2005





Debreceni Egyetem TEK
Hidrobiológia Tanszék
2007



Készült ArcGIS 9 felhasználásával

A Rózsás-dűlői-Holt-Tisza vegetációtérképe (2005)

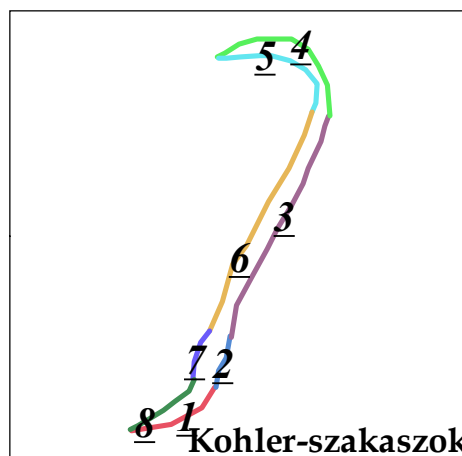
Forrás: Ortofotó - Zsoldos István
Készítette: Lukács Balázs András
Debrecen, 2005



Jelmagyarázat

- Cönológiai felvételek transzejtje
- Ceratophylletum demersi
- Ceratophyllo-Nymphaeetum albae
- Glycerietum maximae
- Potametum lucentis
- Sparganietum erecti
- Trapaetum natantis
- Typhetum angustifoliae
- Sparganietum erecti x Glycerietum maximae
- Trapaetum natantis x Potametum lucentis
- Nyílt víz

0 112,5 225 450 675 900 Meters





Debreceni Egyetem TEK
Hidrobiológia Tanszék
2007



Készült ArcGIS 9 felhasználásával

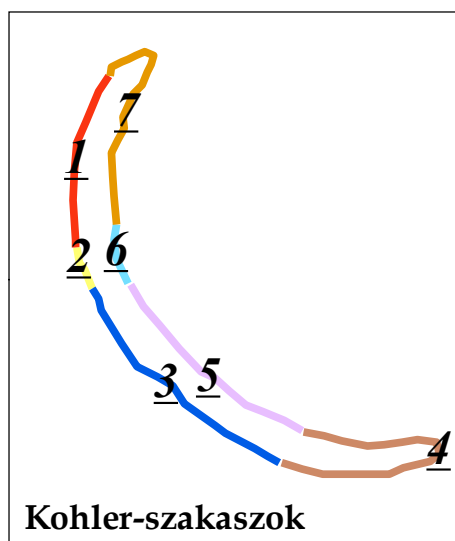
A Báka-szegi-morotva vegetációtérképe (2005)

Forrás: Ortofotó - Zsoldos István
Készítette: Lukács Balázs András
Debrecen, 2005



Jelmagyarázat

- Cönológiai felvételek transzektjei
- Carici gracilis-Phalaridetum
- Glycerietum maximae
- Phragmitetum communis
- Potametum lucentis
- Rorippo-Oenanthetum
- Salicetum albae-fragilis
- Schoenoplectetum lacustris
- Sparganietum erecti
- Typhetum angustifoliae
- Potametum lucentis x Schoenoplectetum lacustris





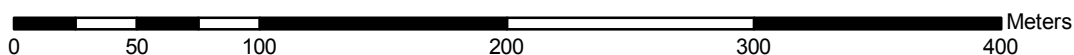
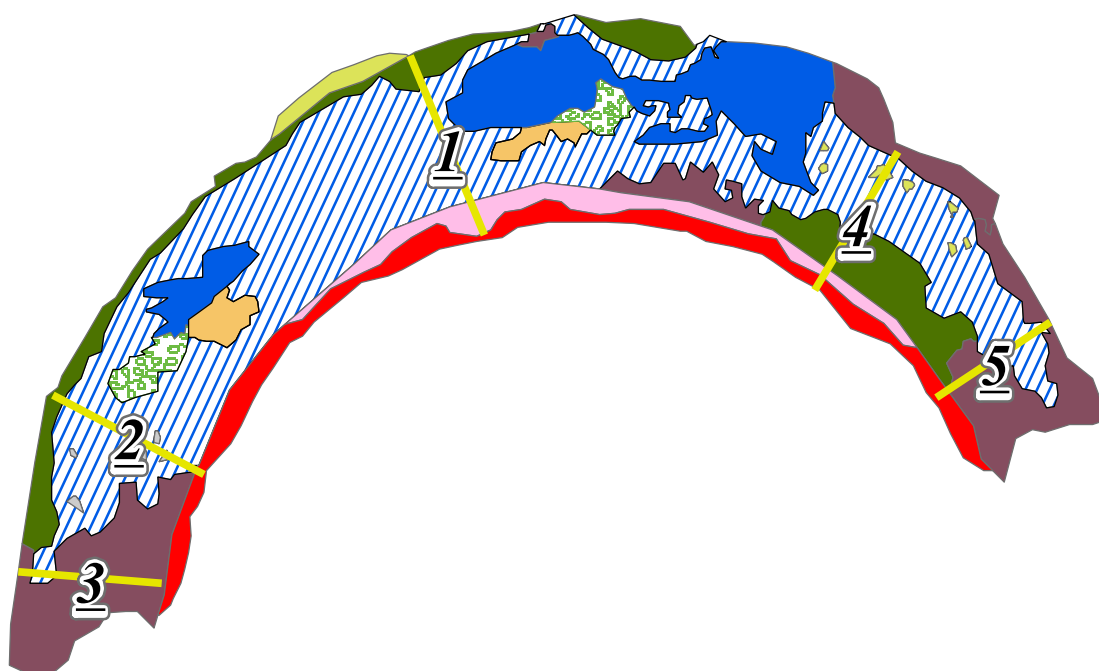
Debreceni Egyetem TEK
Hidrobiológia Tanszék
2007



Készült ArcGIS 9 felhasználásával

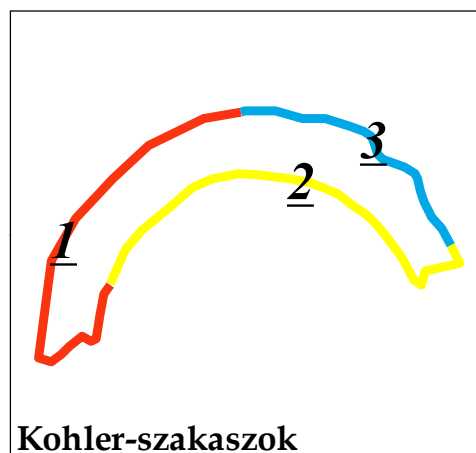
A Ducskósi-morotva vegetációtérképe (2005)

Forrás: Ortofotó - Zsoldos István
Készítette: Lukács Balázs András
Debrecen, 2005



Jelmagyarázat

- Cönológiai kvadrátok transzejtjei
- Eleocharitetum palustris
- Glycerietum maxinae
- Nyílt víz
- Polygonetum natantis
- Polygono-Bolboschoenetum
- Potametum lucentis
- Salicetum albae-fragilis
- Schoenoplectetum lacustris
- Sparganietum erectii
- Trapetum natantis



Kohler-segaszok



Debreceni Egyetem TEK
Hidrobiológia Tanszék
2007



Készült ArcGIS 9 felhasználásával

Az Ispán-szegi-Holt-Tisza vegetációtérképe (2005)

Forrás: Ortofotó - Zsoldos István
Készítette: Lukács Balázs András
Debrecen, 2005

