



FELSŐ-TISZA-VIDÉKI HOLTMEDREK HÍNÁR- ÉS
MOCSÁRI NÖVÉNYZETÉNEK ÖSSZEHASONLÍTÓ
ELEMZÉSE

Doktori (PhD) értekezés tézisei

COMPARING ANALYSIS OF EUHYDROPHYTE AND
WATER-FRINGE VEGETATION
IN BACKWATERS OF THE UPPER-TISZA VALLEY

PhD Theses

Lukács Balázs András

Debreceni Egyetem
Természettudományi Doktori Tanács
Környezettudományi Doktori Iskola
Debrecen, 2009

1. Bevezetés

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-típológiában is egyre nagyobb szerepet kapnak a többi élőlénycsoport mellett. Ennek kapcsán újra előtérbe kerültek ökológiai indikációs képességeik is. Azonban a Víz Keret Irányelv (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:

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

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 (KÖHLER 1978) használtam. A cönológiai felvételeket transztek mentén helyeztem el a medrekben. A transztek helyét random módon jelöltem ki. A növényzeti felmérésekkel egyidejűleg vízkémiai mintákat is vettem a holtmedrekből, amelyeket a Nyírségvíz Rt. 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 1995) segítségével értékeltem ki. A cönológiai és Kohler-módszer eredményeit a flóraelem, a conoszisztematikai kategóriák és a szociális magatartás típus kategóriák, illetve a Zólyomi (WZ)- és a Borhidi-féle (WB) nedvességigény 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 Köhler-módszert illetően. A felmérések eredményeit módszertani szempontból is összevettem, 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.

3. Eredmények

3.1. A víztér-tipológia és a botanikai vizsgálatok eredményeinek összekapcsolhatósága

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 víztértipológia 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-, invázió- 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 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 nedvesség igény

értékszámok és az ordináció adta, részben eltérő, eredményeket egy „képzeltbeli” feltöltődési modellt készítettem. A feltöltődési stádiumokat a vizsgálatba vont öt holtmeder példázta. A modell felállításánál legelső helyen vettem figyelembe az ordináció adta csoportosulásokat, mivel az a fajok borításából az egész mederre vonatkozatható 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 diszkrétan 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 vonatkozatható eredményeket produkált.

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 nem paraméteres próba jogosságát a Kolmogorov-Smirnov teszt (SOKAL & 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 alapján a nullhipotézis hamisnak bizonyult, vagyis a két módszer, eredményeiket tekintve, szignifikánsan eltérőnek bizonyult.

3.3. A növényállományok kapcsolata a víz fiziko-kémiai összetevőivel

A cönológiai és vízkémiai eredmények együttes elemzése alapján elmondható, hogy a holtmedrekben készített cönológiai felvételek 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 Ducskósi-morotvára is a nagy mennyiségű ammónia meghatározó jellegű. Ez a rothadás következményeképpen jelenik meg, mely 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) vizeket 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 haratkásához 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 haratkásához hasonló, eredményeim alapján azonban a tápanyagszegényebb, tiszta vizeket kedveli.

4. 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-növénytársulásoknak egy újabb vizsgálati szegmensével bővült a hazai növényökológiai ismeretanyag. A hínárnövény állományok szerkezete és összetétele régóta „ismert” a kutatók körében. A víztípológiai mutatók egy része is a holtmedrek ilyen különbözőségére alapozva osztályozza, illetve minősíti vizeinket. Ezeknek a típológiai 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 típológiai variációi?

Az edényes növényfajok alapján az országosan is használt víztértípológiai kategóriarendszer, a Felső-Tiszai 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-Tiszai szintér 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 tekintetben 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 szakaszmodszert 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 elkülönülnek. A cönológiai felvételek csoportosulásaiért jól meghatározható háttérváltozók tehetőek 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 (WIEGLEB 1984a,b) és az élőhelyek földrajzi változatossága (MURPHY, 2002) ellenére a makrofita növények és környezete kapcsolatának nem csak földrajzi, de általános közös vonásaik is vannak.

Eredményeinkből látható tehát, hogy a vízi növények ökológiai és (HINNERI, 1976; WIEGLEB, 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 eutróf vizekben is. Az ilyen jellegű vizsgálatokat Közép-Európában ez idáig kizárólag 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 találhatóak 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 vízkémiaiilag 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 *Nymphaetum albo-luteae* társulások esetében kaptunk összefüggéseket a háttérváltozók tekintetében. A többi társulás, illetve a társulásokban készült cönológiai felvételek 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.

5. Summary

5.1. 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:

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

5.2. 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, a-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.

5.3. Results

5.3.1. 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.

5.3.2. 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.

5.3.3. 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 peculiars 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 Ducskósi-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 natrium, 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 *Trapetum 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 tot al 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.



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

6. Irodalom

- BRAUN-BLANQUET, J. 1964: Pflanzensoziologie. Springer Verlag Wien. New York.
- 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.
- HARNOS ZS. & LADÁNYI, M. 2005: Biometria agrártudományi alkalmazásokkal. Aula
- 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.
- KOHLER, A. 1978: Methoden der Kartierung von Flora und Vegetation von Süßwasserbiotopen. *Landschaft + Stadt* **10**: 73–85.
- MURPHY, K. J. 2002: Plant communities and plant diversity in softwater lakes of northern Europe. *Aquatic Botany* **73**: 287–324.
- SIMON, T. 2000: A magyarországi edényes flóra határozója. Harasztok, virágos növények. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 976 pp.
- SOKAL, R. R. & 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.
- TER BRAAK, C. J. F. 1986: Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology* **67**: 1167–1179.
- 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.

7. Tudományos tevékenység jegyzéke

7.1. 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-hullámtéröblötben.* – *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)

7.2. 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).

7.2. 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).

7.3. Az értekezés témakörében elhangzott előadások jegyzéke

- Varga Katalin, **Lukács Balázs András**, Tóthmérész Béla, Dévai György (2005): *A vegetációmintázat változásának vizsgálata a Boroszló-kerti-hullámtéröblőzetben*. 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.

7.4. 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 makrofiták 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.

7.5. 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.

7.6. 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.

7.7. 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.