

A FRIEDBERGER ACH VÍZRENDSZERÉNEK ÉS A SÓS-ÉR VÍZI VEGETÁCIÓJÁNAK KVANTITATÍV FELMÉRÉSE

FALUSI ESZTER¹, SIPOS VIRÁG K.¹, PENKSZA KÁROLY¹, ALEXANDER KOHLER²

¹Szent István Egyetem, Környezetgazdálkodási Intézet, Tájökológiai Tanszék
2103 Gödöllő, Páter Károly u. 1. e-mail: falueci@freemail.hu

²Universität Hohenheim, Institut für Landschafts- und Pflanzenökologie (320)
Deutschland-70593 Stuttgart e-mail: kohleral@uni-hohenheim.de

Kulcsszavak: vízinövény, makrophyta, Kohler-módszer, Duna-Tisza köze, csatorna

Összefoglalás: 2001-ben hetedik alkalommal került sor a Friedberger Ach, a Forellenbach, a Höhgraben és a Hörgelaugraben folyóvizek makrophyta vegetációjának térképezésére. A németországi Friedberger Ach vízfolyásait 32 éve 4–5 évenként ismétlődő felmérésekkel kísérik figyelemmel. A vízi vegetáció leírását 1972-ben kezdték meg Kohler et al. (1978) alapján. A térképezéshez kapcsolódó kvantitatív kiértékelést Kohler-Janauer (1995) alapján végeztük el. Szintén a Kohler-módszert alkalmaztuk a Kiskunságban húzódó Sós-ér (V. csatorna) vegetációjának feltárásához. Kérdésünk az volt, hogy alkalmas-e a módszer mesterséges vízfolyások jellemzésére is. Az azonos módszer és adatfeldolgozás garantálja, hogy a különböző, illetve ugyanazon folyóvizek vegetációjának időbeli változása összehasonlítható legyen. Jelen munkánk alapján kijelenthetjük, hogy a módszer nem csak a természetes vízi vegetáció elemzésére, hanem a mesterséges csatornák növényvilágának jellemzésére is sokoldalúan alkalmazható. Az Európai Unió Vízügyi Keretirányelveibe jól beilleszthető, mert egyszerű, gyors és megbízható adatokkal szolgálhat a referenciavizek meghatározásához.

Bevezetés

A Friedberger Ach vízfolyásainak makrophyta vegetációját 1972 óta hetedik alkalommal, 2001-ben mértük fel Kohler- módszerrel. Ugyanezzel a módszerrel 1998-ban kezdtük meg a Kiskunságban húzódó csatornák vizsgálatát (SÍPOS et al. 2001, 2002, 2003). A Duna-Tisza-közén észak-déli irányban végighúzódó csatornarendszerből az V. számú csatornát, a Sós-eret 2000-ben térképeztük. Kutatásunk célja, hogy a térképezett vízfolyások makrophyta vegetációját KOHLER (1978) szakasz-térképezési módszerével mérjük fel, és a folyóvizek növényzetének viszonyait mennyiségi mutatók alapján értékeljük ki. Ezzel alapot szolgáltatva az Európai Unió Vízügyi Keretirányelvében megfogalmazott törekvésnek, amely az ökológiai értékelést, helyreállítást és a hosszú távú monitoringot is szorgalmazza (EU WRRL 2001). Ehhez a növényeket, mint bioindikátorokat használják.

A terepi adatok feldolgozásához a KOHLER és JANAUER (1995) kiértékelési módszert használtuk. Ezzel a módszerrel lehetőség nyílik arra, hogy a folyóvízi vegetáció hosszú távú minőségi és mennyiségi változásait kvantitatív módon elemezzük. Az adatokból számított értékek mind az egyes szakaszok, mind a teljes térképezett folyó vegetációjának összetételéről és eloszlásáról összehasonlítható információkat adnak. A vizsgálat főleg a szennyvízterhelés által okozott változásokra terjedt ki, de más paraméterek hatásai is analizálhatók. A fajok esetében már korábban felállított ökológiai csoportokkal dolgoztunk (KOHLER et al. 1971, 1974).

A vizsgált területek leírása

A felmérést Németországban Augsburgtól ÉK-re (Bajor tartomány) végeztük. A Friedberger Ach és a másik három vizsgált ún. talajvízárok a Duna árterében, a Friedberger Au-n található, ami a Lech-Wertach alföld alegysége. A talajvizek és a felszíni vizek egyaránt északnak folynak. Árvízvédelmi szempontok miatt a Friedberger Ach-ot az 1890-es években szabályozták. Ez hozta meg először a talajvíz komoly süllyedését. Manapság a ligeterdők és mocsarak helyett szántókat és legelőket találunk a területen (KOHLENER et al. 1989). Az 1978-ban végzett vízrendezési munkálatok során a meandereket több helyen levágták. Az Ach ma már a Lech völgyének talajvízszintje fölött helyezkedik el, így nincs közvetlen kapcsolata a talajvízzel. A Forellenbach, a Hörgelaugraben és a Höhgraben mészben gazdag, talajvíz táplálta patakok, amelyek vízellátása folyamatos. Mindhárom patakban végeztek partbiztosítási munkálatokat, de a medrük állapota továbbra is természetközeli maradt. A Forellenbach az egyetlen a vizsgált patakok közül, amelyik a Friedberger Ach-ba torkollik, a másik kettő elszívárog a Lech kavicságyába. Korábban a Lech-be torkollottak, azonban vízellátottságuk csökkenésével már nem jutnak el a folyóig. A talajvíz süllyedéséhez a különböző építkezések és csatornázások nagyban hozzájárultak (KOHLENER et al. 1974).

A magyarországi felmérést egy mesterségesen épített vízrendszer tagján végeztük. A Duna bal partján végighúzódnó vizenyős terület lecsapolásához kiépített csatornákat belvízelvezetésre, öntözésre, illetve a Duna vízszintjének szabályozására használják. Ebben az első ránézésre egyhangú rendszerben kutatásunk alapját a Sós-ér (V. csatorna) képezte. A Sós-ér esetében rendkívül egyszerű struktúrájú (kanyaroktól, meanderektől, hullámtértől mentes) mesterséges létezésről beszélhetünk. Az igen csekély árnyékolás miatt víz hőmérséklete a nyári hónapokban igen magas (28 °C). Sótartalma a környező csatornákhöz képest magasabb, amit a neve is jelez.

Anyag és módszer

A vízi élőhely sajátosságait messzemenően figyelembe vevő módszert kerestünk. A Kohler-féle vegetációtérképezési módszer Magyarországon viszonylag újnak tekinthető (RÁTH 1994). Ez a módszer külföldön már több alkalommal bizonyította alkalmazhatóságát a vízi vegetáció feltárására és jellemzésére. A módszert jelenleg is több nemzetközi kutatásban alkalmazzák.

A klasszikus szárazföldi térképezési módszerekkel szemben nem homogén területekre vizsgáltuk a vegetációt, hanem egy teljes folyószakaszt tekintettünk egységként. Tehát a terepi felvételezés során a folyóvizek vízfelületét nagyrészt teljes hosszukban térképeztük. Az egyes folyóvizeken felvett szakaszok határait a körülbelül azonos ökológiai viszonyok határozták meg. Az ilyen módon kijelölt szakaszok nem egyforma hosszúságúak.

A szakaszokat a terepi munka során 1:25000 méretarányú topográfiai térképen úgy jelöltük be, hogy a szakaszok határai mind a térképen, mind a valóságban könnyen fellelhetőek legyenek. Éppen ebből adódóan érdemes szembevetni határokat választani, pl. hidak, gátak (esetükben ökológiai választókról is beszélhetünk, megfigyeltük, hogy a hidak környezetében mindig fajgazdagabb növényzet található), jellemző folyókanyaru-

latok, mert ezek a pontok igen ritkán változnak. Így kétséget kizáróan lehet rájuk hosszú távú munkát alapozni, hiszen az ismétlődő térképezésekkor még azok számára is könnyen megtalálhatók a pontok, akik az egységek kijelölésekor nem voltak jelen. Kutatásunk az adatszolgáltatás mellett további monitoring vizsgálat alapjait is megteremti. Így az azonos módszerrel felvételezett vizeket egymással összehasonlíthatjuk, illetve hosszú távú ismételt megfigyelésekkel a tendenciákat is kimutathatjuk. A német területen a vizsgálati szakaszok kijelölése már 1972-ben, az első felmérés alkalmával megtörtént (KOHLER et al. 1974). A Sós-ér vegetációját 2001-ben térképeztük először, és a felmérés során alkottuk meg a szakaszhatárokat. A kijelölt szakaszok 300–600 m-esek voltak (FALUSI et al. 2003).

A felmérés során minden szabad szemmel jól látható és elkülöníthető magasabb rendű növényt, mohát feljegyeztünk, amelyek a vizsgált időszakban a vízszint alatt gyökereztek. Az előforduló növényeket három különböző kategóriába soroltuk be. Így beszélhetünk hydrophytákról (1), amphiphytákról (2) és helophytákról (4). Ezek mellett kiemeltük még a mohákat. Az egyes szakaszok bejárásakor az adott szakaszon előforduló fajokat feljegyeztük és mennyiségüket egyenként, egy 1–5-ig terjedő skálán megbecsültük, ami a számszerűsíthetőség alapját adta (1. táblázat).

1. táblázat Az egyes becslési értékek jelentése
Table 1. Meaning of the estimated values

5	tömeges
4	gyakori
3	elterjedt
2	ritka
1	nagyon ritka

A fajok meghatározása és mennyiségi becslése mellett az egyes szakaszokon belül a környezeti, és ökológiai tényezők közül elsődlegesen az árnyékoltságot és a szennyező forrásokat rögzítjük, azonban a folyóvíz más paramétereit sem hagyjuk figyelmen kívül. Vizsgálódásunk során az alábbiakról gyűjtöttünk adatokat: folyószélesség, vízmélység, árnyékoltság, zavarosság, áramlás erőssége, mederalkotó kőzet, parti vegetáció és területhasználtság a környező földeken.

Az adatok feldolgozása során többféle mutatót számoltunk ki (KOHLER és JANAUER 1995, PALL és JANAUER 1995): relatív elterjedési hosszt, átlagos növény mennyiségi indexeket és relatív növény mennyiséget. A helyes értelmezés érdekében a mutatók számításakor csupán a hydrophytákat, az amphiphytákat és a *Charales* fajokat vettük figyelembe.

A kiértékelés során alkalmazott kvantitatív mutatók:

- 1. Relatív elterjedési hossz** (Relative Arealänge, Lr) megadja, hogy a folyó teljes hosszához viszonyítva a térképezett szakaszok hány százalékában van jelen az adott növényfaj.

2. **Relatív növény mennyiség** (Relative Pflanzenmenge, RPM) megmutatja, hogy a teljes növénytömegből hány %-ot képvisel az adott növényfaj. Ez a mutató a fajok közötti dominancia bemutatására alkalmas.
3. **Átlagos mennyiségi indexek** (Mittleren Mengenindices, MMT, MMO) arról adnak felvilágosítást, hogy egy megfigyelt területen milyen a növényzet megoszlása.
MMT (Total) esetében minden vizsgált szakaszt összevonnak, és a teljes területre vonatkoztatva vizsgáljuk a megoszlást.
MMO (Occurence) esetén csak azokat a szakaszokat vesszük figyelembe, amelyekben a növény előfordul.
 MMO minden esetben nagyobb, mint MMT. Extrém esetekben lehet egyenlő a két érték. Ekkor a teljes térképezett vízfolyásban tömegesen elterjedt az adott faj.

A teljes térképezett vízfolyásra vonatkozóan elterjedési diagramokat is készítettünk. Az elterjedési diagramok segítségével az egyes makrophyta fajok elterjedését hosszú távra nézve (egyes felmérési évek összehasonlításával) ábrázolni tudjuk. Emellett magukban hordozzák a vízfolyás teljes fajlistáját, és grafikusán szemléltetik az eredéstől a torkolatig a folyó vegetációjának térbeli és időbeli, valamint mennyiségi változását.

A folyóvizekben előforduló növényeket öt osztályba sorolhatjuk. Az elkülönítés mögött hosszúságú kutatómunka, számos vízminőség vizsgálat és vegetációtérképezés áll (KÖHLER et al. 1971, 1974).

I. csoport A legtisztább, szennyvízmentes források fajai

Potamogeton coloratus

Chara hispida

Chara vulgaris

II. csoport Fajok, amelyek elterjedésének súlypontja a nem terhelt területeken van

Mentha aquatica

Sparganium natans

Juncus articulatus

Potamogeton berchtoldii

III. csoport Fajok, amelyek előfordulási területei a még gyengén szennyezett zónákba is belenyúlnak

Groenlandia densa

Potamogeton natans

IV. csoport A mérsékelten szennyezett területek fajai

Myriophyllum spicatum

Myriophyllum verticillatum

Elodea canadensis

V. csoport Az erősen szennyezett területek fajai

Callitriche obtusangula

Zannichellia palustris

Eredmények és megvitatásuk

Florisztikai szempontból figyelemre méltó, hogy a németországi területen olyan fajokat is találtunk, amelyek a korábbi fajlistán nem szerepeltek (1. melléklet). Emellett ritka és értékes fajok új előfordulási helyeit is megtaláltuk pl.: a *Chara hispida* a Hörgelaugraben vízfolyásban jelent meg, a környékről korábban a Höhgraben vízfolyásból említették (KRAUSE 1997). A Höhgrabenben a *Chara vulgaris* 1982 óta nem jegyezték fel, 2001-ben a folyó másik szakaszán jelent meg újra. Hasonló volt a helyzet a *Nitella opaca* esetében is. A korábbi felvételezések a Höhgraben több szakaszában is megtalálták, de 1978 óta csak a 2001-es térképezés során került elő egy piciny állománya.

A sűrűlevelű békaszőlőt (*Groenlandia densa*) igen érzékeny növényként tartják számon, és a vizsgált vízfolyások közül korábban többen is előfordult. A Hörgelaugraben vízfolyás egyik szakaszában utoljára 1992-ben találták meg, és 2001-ben ugyanabban a szakaszban újra megjelent. A *Groenlandia densa* a Friedberger Achban hosszú idő után ismét jelentős mennyiségben van jelen. Korábban a vizsgált folyóvizek egyikében sem találtak keresztes békalencsét (*Lemna trisulca*). A felvételezésünkör a Höhgraben három szakaszában is megtaláltuk. A helophyta fajok közül az óriás tippán (*Agrostis gigantea*) és a fodros harmatkása (*Glyceria plicata*) a terület több pontján tömegesen fordult elő, noha eddig nem jelezték. Feltehetően az *Agrostis alba* gyűjtőfajba tartozó adatok közül több az *Agrostis gigantea* taxonra vonatkozott. A korábbi felvételek jegyzőkönyveiben csak a *Glyceria fluitans*-ról van feljegyzés, elképzelhető, hogy néhány korábbi adat a *Glyceria plicata*-ra utal. Az iszaplakó veronika (*Veronica anagalloides*) kis állományát a Hörgelaugrabenben fedeztük fel. Az eddigi felmérések ezt a fajt sem említették.

A mesterséges Sós-érben (2. melléklet) két neophyta fajt találtunk (SIPOS 2001, SIPOS et al. 2001), az *Elodea nuttallii*-t először 1992-ben jelezték Magyarországon a Szigetközben (RÁTH 1992). A faj mennyisége főleg a horgászok által sokat bolygatott területeken, és a sekély, állatok által taposott szakaszokon ért el magas értéket. A vízparton is találkoztunk adventív fajjal, ilyen a csatorna mentén nagyobb állományokban előforduló sőtűró rizsgyékény (*Typha laxmannii*). A Duna-Tisza közén húzódó csatornarendszer több tagjában is tömegesen előforduló *Cabomba caroliniana* (KÖDER et al. 1999) a Sós-érben nem fordult elő, még a torkolati szakaszban sem találtuk meg. Eddigi vizsgálataink alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a terület vizeit elvezető csatornák nem, csupán a Duna vizével közvetlen kapcsolatban álló csatornák (Dunavölgyi Főcsatorna) megfelelő életterek számára. A Sós-érben egyetlen mohafaj telepedett meg, az úszó májmoha (*Riccia fluitans*).

Friedberger Ach

A Friedberger Ach folyása során igen változatos vegetációt tár elénk. A forrásvidéken az oligotróf vizet kedvelő fajok (pl. *Potamogeton coloratus*) dominálnak, a torkolat felé haladva egyre növekszik a folyó profitása, és ezzel együtt változik a növényzet is.

A középső szakaszon a folyó regenerálódását lehet figyelemmel követni. A friedbergi szennyvíz bevezetésével mintegy 4–5 km-nyi területen halt ki a makrophyta vegetáció. Itt érte a legnagyobb terhelés a folyót. A szennyvíz bevezetését 1974-ben megszüntették, ezután a növények újra birtokukba vették ezt a szakaszt. A bevezetéstől távolabbi részeken 1996-ra települt vissza a vegetáció. Az *Elodea canadensis* korábban nagy

mennyiségben fordult elő, de a 2001-es vizsgálat során már csak igen kevés helyen találtuk meg. Részben a *Myriophyllum spicatum* és a *Myriophyllum verticillatum* foglalta el a helyét. A szennyvízterhelés megszűnte után a *Potamogeton bercholdii*, a *Potamogeton pectinatus* és a *Potamogeton crispus* is több szakaszt népesített be újra. Kedvező tendenciát mutat az is, hogy a *Groenlandia densa* 2001-ben megjelent a területen. A vízminőség további javulását remélhetőleg a jövőbeni vegetáció felmérések is igazolni fogják.

Forellenbach

A Forellenbach növényzeti arculatát döntően a *Potamogeton coloratus*, a *Mentha aquatica* és a *Berula erecta* határozza meg. A forrásvidéket már 29 éve az I. csoport képviselője, a *Potamogeton coloratus* uralja, azonban a szintén ebbe a csoportba tartozó *Chara vulgaris* igen komoly mennyiségi visszaesést mutat. A Forellenbachnál összefoglalóan elmondható, hogy vize eredetileg oligotróf, amit részben sikerült az évek folyamán megőriznie. Ugyanakkor az *Elodea canadensis* megjelenése és erősödő állománya eutrofizációt jelez. A *Berula erecta* és a *Mentha aquatica* arányának csökkenése is a vízminőség romlására enged következtetni. A jövőben nagyobb gondot kellene fordítani erre a patakra is.

Höhgraben

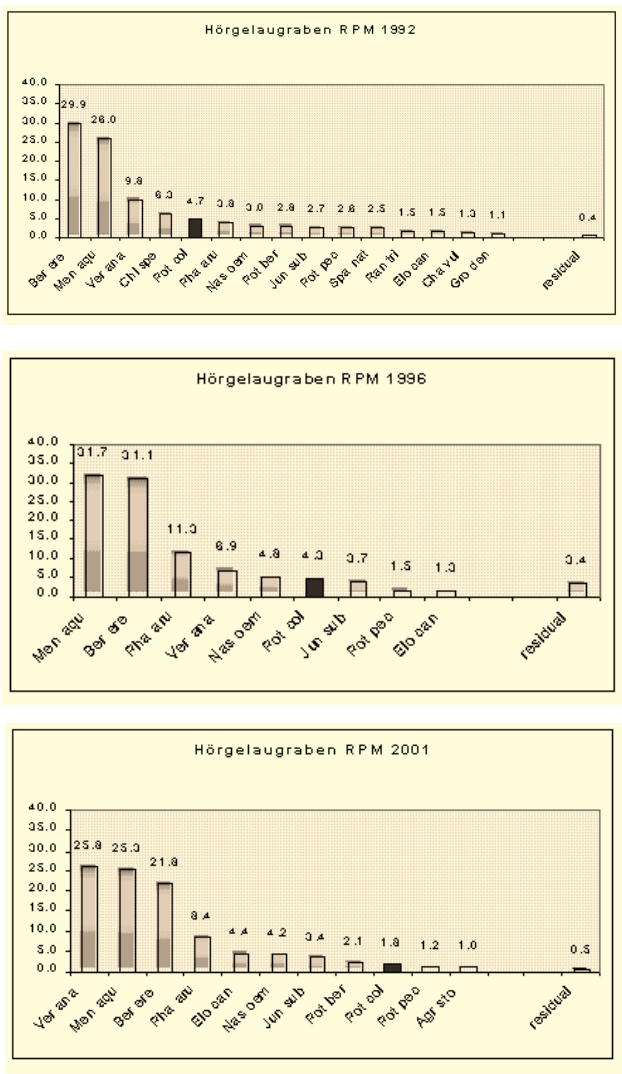
A Höhgraben és a Hörgelaugraben vegetációja egymással nagy hasonlóságot mutat. A *Berula erecta* és a *Mentha aquatica* dominált 2001-ben is csakúgy, mint az elmúlt 10 évben. A felsőbb szakaszokon feltöltődési folyamat figyelhető meg, a hydrophyták mégis nagy mennyiségben fordulnak elő. A jelen felmérés a patak vegetációjában nagy változásokat jelez. A vizsgált vízfolyásról elmondható, hogy fajszáma gyarapodott. Négy, a vízfolyásra nézve új faj jelent meg a területen: a *Lemna trisulca*, a *Myosotis scorpioides*, a *Veronica anagallis-aquatica* és a *Fontinalis antipyretica*.

Hörgelaugraben

Az eredményeket tekintve azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a Hörgelaugrabet az utóbbi néhány évben sok terhelő hatás érte. A legsúlyosabb 1996-ban a patak alsóbb részeinek kiszáradása volt (VEIT et al. 1997). Emellett a feltöltődési folyamat is igen komolyan befolyásolta a vegetáció összetételét, amit az amphyphyták és a hydrophyták arányának eltolódása (az amphyphyták irányába) híven tükröz. A *Berula erecta*, a *Mentha aquatica* és a *Veronica anagallis-aquatica* nagymértékű dominanciája a Hörgelaugraben vegetációjának elszegényedéséhez vezetett. Ezzel párhuzamosan a *Potamogeton coloratus* állomány csökkenése figyelhető meg (1. ábra).

Sós-ér

A csatornában előforduló amphyphyta fajok száma sokkal kevesebb, mint a hasonlóan eutróf, de természetes vízfolyások esetében (2. táblázat). Az amphyphyták alacsony fajszáma és mennyisége a csatornák egyszerű struktúrájára vezethető vissza. A hydrophyták számát tekintve a különbség a természetes vizekkel szemben kevésbé szembetűnő, sőt ellentétes.



1. ábra A Hörgelau graben RPM mutatójának változása 1992–2001.
 Figure 1. Changes of the Relative Plant Mass in the river Hörgelau graben 1992–2001.

2. táblázat A mesterséges Sós-ér (FALUSI et al. 2003a) és a német természetközeli vízfolyások (FALUSI et al. 2003b) fajszámának alakulása

Table 2. The species number of manmade Sós-ér (FALUSI et al. 2003a) and German natural running waters (FALUSI et al. 2003b)

Vízfolyások	Teljes hossz (km)	Felmért hossz (km)	Hydrophyták száma	Amphyphyták száma	Összesen
<i>Mesterséges csatorna (Magyarország)</i>					
Sós-ér	33	21	16	11	27
<i>Természetes vízfolyások (Németország)</i>					
Friedberger Ach	34	25	17	13	30
Höhgraben	6	5	11	14	25
Hörgelaugraben	12	9	10	17	31
Forellenbach	5	5	10	14	24

A Sós-érben, mint korábban már említettük (2. táblázat) a hydrophyta fajok dominálnak, illetve ezen túlmenően egy-egy faj relatív növény mennyisége is magas. Az eutróf vizekben előforduló *Ceratophyllum demersum* első helyen áll a relatív növény mennyiség (RPM) tekintetében. Pontosabban a *Ceratophyllum demersum* relatív növény mennyisége 32%-ot tett ki, vagyis a teljes vegetáció mintegy 1/3-át ez az egyetlen faj alkotja. Egy faj ilyen tömeges előfordulását az eddig vizsgált csatornák közül a Sós-ér mellett csak a Duna-Tisza csatornában (36%) tapasztaltuk (SÍPOS 2001, 2003). A második legnagyobb mennyiségben előforduló taxon a *Myriophyllum spicatum* (16,6%) volt. Ezt követte a *Potamogeton nodosus* (15,4%) és a *Hydrocharis morsus-ranae* (10,8%). Az amphyphyták alacsony aránya a csatorna mesterségesen kialakított mederformájában keresendő. A meredek mederfal és a sokszor 2 méter széles, mindkét parton végigfutó nádsáv, amely a vízbe is bőven benyúlik, nem kedvez az amphyphyták elterjedésének. A néhol áthatolhatatlan nádon csak a horgászok által kitisztított csapásokon juthatunk keresztül.

Az átlagos mennyiségi indexek (MMT, MMO) megmutatják, hogy az adott területen milyen a növényzet megoszlása. Három esetet határolhatunk el:

1. MMT és MMO egyaránt magas érték (>3). Ebben az esetben a faj a folyó nagy részén jelen van, és az egyes előfordulási helyeken nagy állományt alkot.
2. MMO szignifikánsan nagyobb érték, mint MMT. Ezen fajok esetében elmondhatjuk, hogy az egész vízfolyást tekintve nem elterjedt fajok, de ahol megjelennek ott igen nagy tömeget alkotnak.
3. Mindkét érték alacsony. Ez az eset olyan fajt jellemez, amely nem számottevő sem elterjedésében, sem egyedszámában.

A kutatási terület vizsgálata során kapott eredmények alapján megállapítható, hogy a Sós-éren négy faj tartozik az első kategóriába (2. ábra) *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton nodosus* és a *Hydrocharis morsus-ranae*. A *Potamogeton perfoliatus* pedig kevés lelőhelyén alkot nagy állományokat (2. típus). A kevés egyedszámmal feljegyzett, kevés szakaszban megtalálható fajok közé főleg amphyphyta fajok tartoznak, ilyen például a *Berula erecta* és a *Myosotis scorpioides* (3. típus).

Környezeti és ökológiai paraméterek

A vízminőség nagyon gyors változása esetében is lehet hónapokig, akár évekig tartó késedelem, amíg a vegetáció a valóságos trofitást mutatja (reakcióidejük hosszú), főleg a folyásiránnyal szembeni területhódítás igen lassú. Ez jól látható a Friedberger Achnál a szennyvíztisztító bezárása után a fajok visszatelepülési idejében, a fajok összetételében és elterjedésében (VEIT et al. 1997). Emellett a növények egymásra is hatnak, segíthetik és kiszoríthatják egymást. A trofitás mellett figyelembe kell vennünk a víz más paramétereit is: mélység, árnyékoltság, folyamáramlás erőssége, mederanyag. Tehát a makrophyta vegetáció változásai és a terhelő tényezők közötti összefüggést igen sok tényező alakítja ki, amely tényezők közvetlen és közvetett hatásúak.

A fény az egyik legfontosabb faktor, ami a növények energiamérlegét, ezen keresztül az elterjedését is befolyásolja. A hydrophyták mennyisége csökken az árnyékoltság növekedésével. A természetes folyók mélysége általában a forrástól távolodva nő. A Hühgraben és a Hörgelaugraben estében, elszivárgó patakokról lévén szó, a középső szakaszok mélysége a legnagyobb. A vízmélységgel fordított arányban áll az amphiphyta fajok aránya, tehát a mélység növekedésével nő a hydrophyták aránya.

A zavarosság elsősorban a vízen átjutó fény mennyiségét korlátozza, növekvő mélységgel párosulva komoly befolyásoló tényező. A növényállomány változatosságot jelent a nyíltvíz homogén tömegével szemben, fékezi a vízmozgást, árnyékolásával egyben a hőmérsékletet is befolyásolja.

Jelenleg nemcsak hazánkban, hanem egész Európában is központi kérdés a vizek állapotának jellemzése, illetve természethez közeli állapotba való visszaállítása, legyen szó akár természetes, akár mesterséges vízfolyásokról. A vízfolyások esetében az EU Víz Keretirányelve határozza meg, milyen a kívánt ökológiai állapot, mesterséges csatornák esetében pedig ökológiai potenciálról beszél (EU WRRL 2001). A mesterséges vízfolyások előtt példaként a hasonló ökológiai paraméterekkel rendelkező természetes vízfolyások állnak. A Kiskunság területén alig van természetes folyóvíz. Ezért nagyon fontos, hogy a csatornák esetében is megtaláljuk a legmegfelelőbb utat a jó ökológiai potenciál eléréséhez. A természetes patakok megőrzése, karbantartása a jó ökológiai állapot fenntartása mellett a hydrophyta vegetáció különlegességének megőrzése szempontjából is fontos (pl. a *Potamogeton coloratus*, *Groenlandia densa*, *Chara vulgaris*, *Chara hispida*).

A makrophyta térképezésnek előnye, hogy a makrophyta fajok jól észrevehetőek, terepen könnyen meghatározhatóak, így jól használhatók a szakaszok és az egész folyó jellemzésére. A víz paramétereinek változásakor a reakcióidejük hosszú, így bizonyos szinten korlátozottan alkalmasak a vízminőség változásainak jelzésére. Hosszú távú felméréseknél segítségükkel jól modellezhető a vízminőség éves-évtizedes változása, és kiegészíthetik kémiai, zoológiai mérések adatait. A jelen makrophyta-térképezés, és az azt követő kiértékelés, a módszer határait figyelembe véve, alkalmas mind a természetes, mind a mesterséges vizek jellemzésére.

Köszönetnyilvánítás

A Sós-éren folyó kutatásunk a Multifunctional Integrated Study Danube: Corridor and Catchment program keretében folyt.

Irodalom

- EU-WRRL 2001: Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 327, 72 S.
- FALUSI E., PENKSZA K., SIPOS V.K., VEIT, U., KOHLER, A. 2003a: Vízi vegetáció hosszú távú vizsgálati lehetőségei, Magyar Ökológus Kongresszus, Gödöllő, abstract, p. 85.
- FALUSI E., PENKSZA K., VEIT, U., KOHLER, A. 2003b: A makrophyta vegetáció hosszú távú felmérése Kohler-módszerrel a Friedberger Au vízfolyásaiban. Pro Scientia Aranyérmesek Konferenciája, Miskolc, (megjelenés alatt)
- KOHLER A., VOLLRATH H. & BEISL E. 1971: Zur Verbreitung; Vergesellschaftung und Ökologie der Gefäßmakrophyten im Fließgewässersystem Moosach (Münchener Ebene). Arch. Hydrobiol. 69: 333–365.
- KOHLER A., BRINKMEIER R., VOLLRATH H. 1974: Verbreitung und Indikatorwert der submersen Makrophyten in den Fließgewässern der Friedberger Au. Ber. Bayer. Bot. Ges. 45: 5–36.
- KOHLER A. 1978: Methoden der Kartierung von Flora und Vegetation von Süßwasserbiotopen. Landschaft+Stadt 10: 73–85.
- KOHLER A., WARNEK. L., ZELTNER G. H. 1989: Veränderungen von Flora und Vegetation in kalkreichen Fließgewässern der Friedberger Au von 1972 bis 1987. Arch. Hydrobiol. Suppl. 83: 407–451.
- KOHLER A., JANAUER G. A. 1995: Zur Methodik der Untersuchungen von aquatischen Makrophyten in Fließgewässern. In: STEINBERG CH., BERNHARDT H., LAPPER H. (HRSRG.): Handbuch angewandte Limnologie. Ecomed-Verlag.
- KÖDER M., SIPOS V. K., ZELTNER G. H., KOHLER A. 1999: *Cabomba caroliniana* Gray – ein Neophyt in ungarischen Gewässern. Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL)-Tagungsbericht 1998 (Klagenfurt): 650–654.
- KRAUSE W. 1997: Süßwasserflora von Mitteleuropa (18)– *Charales*–G. Fischer Verlag, Jena, Stuttgart.
- PALL K., JANAUER G. A. 1995: Die Makrophytenvegetation von Flußstauen am Beispiel der Donau zwischen Fluß-km 2552,0 und 2511,8 in der Bundesrepublik Deutschland. Arch. Hydrobiol. Suppl. 101: 91–109.
- RÁTH B. 1992: A new aquatic plant in Hungary: *Elodea nuttallii*. Bot. Közlem. 79: 35–40.
- RÁTH B. 1994: Botanische Aufnahme der Wassermakrophytenbestände mit Kohler-Methode im ungarischen Donauabschnitt bei Vác (Stromkm 1670–1697) 30. Arbeitstagung der IAD, Schweiz 1994.
- SIPOS V. K. 2001: Makrophyten-Vegetation und Standorte in eutrophen und humosen Fließgewässern - Beispiele aus Südschweden und Ungarn. Ber. Inst. Landschafts- Pflanzenökologie Univ. Hohenheim, Beih. 13: 1–180.
- SIPOS V. K., FALUSI E., VEIT, U., KOHLER, A 2002: Ungarische Donaukanäle als Artenreiche Pflanzenbiotope. Deutsche Gesellschaft für Limnologie, Tutzing
- SIPOS V. K., KOHLER, A., KÖDER, M., JANAUER, G.A. 2003: Macrophyte vegetation of Danube canals in Kiskunság (Hungary) Arch. Hydrobiol. Suppl. 147, 143–166.p.
- VEIT U., ZELTNER G. H., KOHLER A. 1997: Die Makrophyten – Vegetation des Fließgewässersystems der Friedberger Au (bei Augsburg) – Ihre Entwicklung von 1972 bis 1996. Ber. Inst. Landschafts – Pflanzenökologie Univ. Hohenheim, Stuttgart. 1–193.

1. melléklet A Friedberger Ach, a Forellenbach, a Höggraben és a Hörgelaugraben fajlistája
Appendix 1. Floristic list of Friedberger Ach, Forellenbach, Höggraben and Hörgelaugraben rivers

Név	Rövidítés	Név	Rövidítés
Hydrophyták			
Callitriche obtusangula	Cal obt	Epilobium hirsutum	Epi hir
Elodea canadensis	Elo can	Epilobium palustre	Epi pal
Elodea nuttalli	Elo nut	Equisetum arvense	Equ arv
Groenlandia densa	Gro den	Equisetum palustre	Equ pal
Lemna minor	Lem min	Eupatorium cannabinum	Eup can
Lemna trisulca	Lem tri	Filipendula ulmaria	Fil ulm
Myriophyllum spicatum	Mir spi	Fraxinus excelsior	Fra exc
Myriophyllum verticillatum	Mir ver	Galium mollugo	Gal mol
Potamogeton berchtoldii	Pot ber	Galium palustre	Gal pal
Potamogeton coloratus	Pot col	Glyceria maxima	Gly max
Potamogeton crispus	Pot cri	Glyceria plicata	Gly pli
Potamogeton pectinatus	Pot pec	Hypericum tetrapterum	Hyp tet
Ranunculus fluitans	Ran flu	Impatiens glandulifera	Imp gla
Ranunculus trichophyllus	Ran tri	Iris pseudacorus	Iri spe
Spirodela polyrhiza	Spi pol	Juncus conglomeratus	Jun con
Zannichellia palustris	Zan pal	Juncus effusus	Jun eff
Amphyphyták			
Agrostis stolonifera	Agr sto	Lycopus europaeus	Lyc eur
Alisma plantago-aquatica	Ali pla	Lythrum salicaria	Lyt sal
Apium repens	Api rep	Molinia coerulea	Mol coe
Berula erecta	Ber ere	Phragmites australis	Phr aus
Caltha palustris	Clt pal	Polygonum hydropiper	Pol hyd
Glyceria fluitans	Gly flu	Polygonum lapathifolium	Pol lap
Juncus alpinus	Jun alp	Potentilla reptans	Pot rep
Juncus articulatus	Jun art	Ranunculus sceleratus	Ran sce
Juncus subnodulosus	Jun sub	Rumex aquaticus	Rum aq
Mentha aquatica	Men aqu	Rumex crispus	Rum cri
Myosotis scorpioides	Myo sco	Scrophularia nodosa	Scr nod
Nasturtium officinale	Nas oem	Scrophularia umbrosa	Scr umb
Phalaris arundinacea	Pha aru	Scutellaria galericulata	Scu gal
Schoenoplectus lacustris	Sch lac	Solanum dulcamara	Sol dul
Sparganium emersum et erectum	Spa eme	Stachys palustris	Sta pal
Veronica anagallis-aquatica	Ver ana	Symphytum officinale	Sym off
Helophyták és más parti növények			
Agrostis gigantea	Agr gig	Typha angustifolia	Typ ang
Alopecurus prantensis	Alo pra	Typha latifolia	Typ lat
Butomus umbellatus	But umb	Urtica dioica	Urt dio
Calistegia sepium	Cal sep	Valeriana officinalis	Val off
Carex elata	Car ela	Veronica anagalloides	Ver ang
Carex nigra	Car nig	Veronica beccabunga	Ver bec
Carex rostrata	Car ros	Charales	
Carex cf. vesicaria	Car ves	Chara hispida	Cha his
Deschampsia caespitosa	Des ces	Chara vulgaris	Cha vul
		Nitella opaca	Nit opa
		Mohák	
		Fontinalis antipyretica	Fon ant

2. melléklet A Sós-ér fajlistája
Appendix 2. Floristic list of Sós-ér

Név	Rövidítés	Név	Rövidítés
Hydrophyták		Helophyták	
Ceratophyllum demersum	Cer dem	Bolboschoenus maritimus	Bol mar
Chara vulgaris	Cha vul	Calystegia sepium	Cal sep
Elodea nuttallii	Elo nut	Carex elata	Car ela
Hydrocharis morsus-ranae	Hyd mor	Carex vulpina	Car vul
Lemna minor	Lem min	Elaeagnus angustifolia	Ela ang
Lemna trisulca	Lem tri	Eleocharis palustris	Ele pal
Myriophyllum spicatum	Myr spi	Iris pseudacorus	Iri pse
Myriophyllum verticillatum	Myr ver	Juncus atratus	Jun atr
Najas marina	Naj mar	Juncus compressus	Jun com
Persicaria amphibia	Per amp	Lycopus europaeus	Lyc eur
Potamogeton crispus	Pot cri	Lythrum salicaria	Lyt sal
Potamogeton nodosus	Pot nod	Phragmites australis	Phr aus
Potamogeton pectinatus	Pot pec	Rumex conglomeratus	Rum con
Potamogeton perfoliatus	Pot per	Schoenoplectus lacustris	Sch lac
Ranunculus circinatus	Ran cir	Typha angustifolia	Typ ang
Spirodela polyrhiza	Spi pol	Typha latifolia	Typ lat
Utricularia vulgaris	Utr vul	Typha laxmannii	Typ lax
Amphiphyták		Charales	
Agrostis stolonifera	Agr sto	Chara vulgaris	Cha vul
Alisma plantago-aquatica	Ali pla		
Berula erecta	Ber ere	Mohák	
Butomus umbellatus	But umb	Riccia fluitans	Ric flu
Glyceria maxima	Gly max		
Mentha aquatica	Men aqu		
Myosotis scorpioides	Myo sco		
Sagittaria sagittifolia	Sag sag		
Sparganium erectum	Spa ere		
Veronica anagallis-aquatica	Ver ana		

QUANTITATIVE SURVEY ON THE AQUATIC VEGETATION OF FRIEDBERGER ACH
AND SÓS-ÉR WATER SYSTEMS

E. FALUSI¹, V. K. SIPOS¹, K. PENKSZA¹, A. KOHLER²

¹Szent István University, Institute of Environmental and Landscape Management,
Department of Landscape Ecology

2103 Gödöllő, Páter Károly u. 1. e-mail: falueci@freemail.hu

²Hohenheim University, Institute of Landscape and Plant Ecology (320),
D-70593 Stuttgart e-mail: kohleral@uni-hohenheim.de

Keywords: waterplant, macrophyte, Kohler-method, Danube-Tisza interfluvium, canal

Macrophyte vegetation of the Friedberger Ach, the Forellenbach, the Höggraben and the Hörgelaugraben was mapped in 2001 for the seventh time. Running waters of the German Friedberger Ach have been followed with attention by surveying every 4–5 years for the last 32 years. Characterisation of the water vegetation with the Kohler-method (1978) has begun in 1972. We made the quantitative evaluation connected with mapping with the Kohler-Janauer method (1995). We also adopted the Kohler-method for the exploration of the macrophytic vegetation in Sós-ér (V. Canal), which flows in the Kiskunság area. What we were asking was whether the method is also suitable for characterisation of anthropogenic canals.

The same methodology and data processing guarantees that changes of the vegetation in time are the same and also in different running waters are comparable. The Kohler-method can be used universally and based on our present surveying we can declare that it is applicable not only for the analysis of macrophytes in natural running waters but for characterisation of the vegetation in man-made canals. The method is also suitable for the EU Water Framework Directive, because it is simple, quick and it could provide reliable data for the determination of the reference waters.