

## FOLYÓVÍZI VEGETÁCIÓTÉRKÉPEZÉSI MÓDSZER AZ EU VÍZ KERETIRÁNYELVÉNEK TÜKRÉBEN

FALUSI ESZTER, PENKSZA KÁROLY

Szent István Egyetem Környezet- és Tájgazdálkodási Intézet, Tájökológiai Tanszék  
2103 Gödöllő, Páter Károly u. 1. e-mail: falusi.eszter@kti.szie.hu

**Kulcsszavak:** makrofiton, szakaszterképezés, vízi vegetáció, Kohler-módszer, monitoring

**Összefoglalás:** Az Európai Unió Víz Keretirányelvében rögzített víztestek ökológiai állapotának kezdeti értékeléséhez kapcsolódóan számos módszer látott napvilágot. Az aktuális állapot első felmérése mellett az irányelv további célja a terület monitoringja és a változások folyamatos figyelése. Ezért is merül fel a kérdés, hogy azok a módszerek, amelyek kiértékelése során legtöbbször egyetlen értéket kapunk elegendő információt hordoznak-e az ökológiai állapot nyomon követéséhez, és kimutatják-e az apró változásokat is. Jelen munkánkban a folyóvizek makrofitá vegetációjának lehetséges vizsgálati módszerét mutatjuk be.

### Bevezetés

Szembe kell néznünk a ténnyel, hogy környezetünk megújulási képessége véges. Egyre növekszik a környezeti elemek és az élő természet védelme felé forduló nemzetközi egyezmények száma, hiszen ha a jövő generációk számára szeretnénk megőrizni a természeti erőforrásokat, lépnünk kell. Az Európai Unió (EU) Víz Keretirányelve (2000/60/EK) is hasonló elgondolásból született meg. Az irányelv a tagállamok vízkészleteinek védelmét és az egységes vízgyűjtő területre vonatkozó vízgazdálkodást is rögzíti. Az egységes szemlélet mellett cél, hogy az EU területén a felszíni és felszín alatti vizek „jó állapotban” legyenek, ezen belül meghatározza a folyóvizek „jó ökológiai állapotának” – mesterséges víztestek esetében „jó ökológiai potenciáljának” – követelményeit. A víztestek állapotának folyamatos nyomon követése pedig minden tagállam feladata. Természetesen a komplex szemlélet a fizikai, a kémiai és a biológiai komponensek együttes vizsgálatát követeli meg. Jelen munkánkban egy olyan módszert mutatunk be, amely alkalmas a folyóvizek biológiai elemei közé tartozó makrofiton (szemmel jól látható vízínövény) felmérésére és hosszú távú monitoringjára.

### Történeti áttekintés

A vízi növényzet jelenléte vagy hiánya, mennyisége és állapota tükrözi a körülötte végbemenő változásokat, folyamatos megfigyelésük nélkülözhetetlen a folyóvizek minőségi viszonyainak feltárásához és minőségi változásainak hosszú távú nyomon követéséhez. A tisztán botanikai vizsgálatok mellett más szakterületek is sok figyelmet szentelnek vízi növényzetre. Nem véletlen tehát, hogy a Kohler-módszer (KÖHLER 1978) alkalmasságát és alkalmazásának korlátait algológiai kutatásokhoz kapcsolódóan HÁZI és SIPOS (1998) vizsgálták. Tapasztalataik szerint a vegetációkutatásban elterjedten használt BRAUN-BLANQUET módszerrel (1951) vizsgált minta kvadrátokban felvett és összegzett borítási értékek teljes felülethez való viszonyítása után kapott összborítás a valóságosnál sokkal

kisebb érték lett. Okként a vízben nehezebben mérhető távolságot és a kvadrát kijelölésének körülményes technikai hátterét adták meg, mert az apróbbnak nevezett távolság becslési hibák nagy mértékű eltéréshez vezettek, noha többszöri ellenőrzést és viszonyító méréseket is végeztek (HÁZI és SIPOS 1998). A Kohler-módszerrel végzett méréseknél már nem konkrét %-os borítási értékeket kapunk, hanem a fajok és a vízfolyás teljes hínármövenyzetének egymáshoz viszonyított gyakoriságáról és mennyiségéről nyerünk adatokat. A Kohler-módszer használatával viszont HÁZI és SIPOS kiküszöbölte a többszöri mérés és becslés okozta hibahalmozódást. Véleményünk szerint a Kohler-módszerrel végzett kutatómunka mindenképpen időigényes, mivel nem pusztán mintaterületek alapján következtetünk az egész vízfolyás vegetációjának viszonyaira, azonban az így kapott információ pontosabb.

A keretirányelv értelmében a vízi vegetáció állapotfelmérését a víztestek folyamatos monitoringja követi, ami a makrofiton esetében 3 évenként zajlik (VKI 2000). A Friedberger Au síkságon (Németország) 1972 óta folyó hosszú távú monitoring során a Kohler-módszer (KOHLER 1978) bizonyította alkalmasságát. Négy vízfolyáson 4–5 évente azonos szakaszbeosztással zajlottak a felmérések. Az eltelt idő alatt sikerült nyomon követni a vegetáció regenerálódását egy szennyvíztelep bezárása után (KOHLER et al. 1989, VEIT et al. 1997). Svédországban is hasonló vizsgálatok folynak (SONNTAG et al. 1999, 2000). Eredményeik alapján elmondható, hogy a 3 éves vizsgálati periódus reálisnak mondható.

A Kohler-módszer első hazai alkalmazására 1990-ben az IAD program (Internationale Arbeitsgemeinschaft Donauforschung) keretében a Duna váci szakaszának felmérésekor került sor (RÁTH 1994). Az IAD makrofita munkacsoportját 1988-ban alapították, és jelenlegi céljai közé tartozik a Multifunctional Integrated Study Danube: Corridor and Catchment program keretein belül a „Duna korridor” vízi vegetációjának első egységes számszerűsített leírása és az VKI-ben rögzített ökológiai állapot referencia feltételeinek meghatározása, valamint a statisztikai feldolgozáshoz szükséges, a tagországok által hozzáférhető adatbázis felállítása (WEB 1). Szintén a Kohler-módszert alkalmazták a Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Rt. (VITUKI Rt.) vezetésével folyó Tisza Projektben is, ahol integrált hidrológiai eszközök és modellek használatával és kifejlesztésével segítik elő a Tisza vízgyűjtőjében található ökológiai értékek megőrzését (WEB 2). A Kohler-módszert Magyarországon több ízben használták és használják (pl. SIPOS et al. 2003) a folyóvizek vegetációjának felmérésekor.

### A vizsgálati módszerek

A korábbi fejezetben tárgyalt okokból kifolyólag a makrofita kutatásokhoz szükséges egy kifejezetten vízi élőhelyekre kidolgozott módszer. A Kohler-módszerrel végzett terepi felmérés megfelel a vonatkozó európai szabványnak (MSZ EN 14184:2004). A makrofita térképezés előnye, hogy az egyes fajok jól láthatók, és terepi meghatározásuk viszonylag könnyű. Azonban a víz paramétereinek változásakor a reakcióidejük hosszú, így bizonyos szinten korlátozottan hasznosíthatók a vízminőség jelzésére. Hosszú távú felméréseknél viszont segítségükkel jól modellezhető a vízminőség éves-évtizedes változása.

### Terepi felmérés

A terepi munka során a folyásiránnyal szemben haladunk, ellenkező esetben a felzavart vízben nem látjuk már a következő lépésünket sem. A felmérés során mellig érő vízhatlan halászcsizma viselése ajánlott. A túl mély vagy hínárral sűrűn benőtt szakaszokon a partról benyúlva mérjük fel a vegetációt. Mélyebb, illetve széles vízfolyásokon gumicsónakból készíthetjük el a felvételeket.

A felmérés során nem részterületek alapján következtetünk a vízfolyás hínárnövényeinek tömegviszonyaira, hanem a vízfolyást szakaszokra osztjuk. A folyóvizeken felvett szakaszok határait a körülbelül azonos ökológiai viszonyok határozzák meg. A szakaszhatárokat célszerű mind a térképen mind a valóságban könnyen megtalálható pontokhoz kötni, persze az ökológiai paraméterek elsőbbséget élveznek. Ebből adódóan érdemes szembeutó határokat kijelölni, pl. hidak, gátak, jellemző folyókanyarulatok, a vízfolyást keresztező felső vezetékek. Ezek a pontok igen ritkán változnak, így kétséget kizáróan lehet rájuk hosszú távú munkát alapozni, hiszen a következő méréskor még azok számára is könnyen megtalálhatóak, akik az egységek kijelölésekor nem voltak jelen. A vizsgált terület felmérésének pontosításához a még rövidebb szakaszokhoz járulhatnak hozzá, így a kisebb egységek változásait is érzékelni tudjuk.

Az egyes szakaszok bejárásakor az adott szakaszon előforduló szabad szemmel jól látható növény (hydrofita, amfifita, helofita) mennyiségét egyenként egy 1–5-ig terjedő skálán megbecsüljük (1-nagyon ritka, 2-ritkán előforduló, 3-elterjedt, 4-gyakori, 5-tömeges). Az egyes szakaszokon belül a környezeti, ökológiai tényezőket és a meder paramétereit is rögzítjük pl.: folyószélesség, vízmélység, árnyékoltság, zavarosság, áramlás erőssége, mederalkotó kőzet, parti vegetáció, területhasznosítás a környező földken.

### Kiértékelés

Minden számítás alapjául MELZER (1988) feltevése szolgál, miszerint a becsült növény-mennyiség és a valódi növény-mennyiség közötti kapcsolat nem lineáris, hanem  $F(y) = x^3$  összefüggéssel írható le. A függvény figyelembe veszi azt, hogy a felmérésben térbeli kiterjedéssel rendelkező növénytársulásokról van szó (VEIT et al. 1997). Az adatok feldolgozása során többféle mutatót számolunk ki. A helyes értelmezés érdekében a mutatók számításakor csupán a hydrofitákat, az amfifitákat, a mohákat és a *Charales* fajokat vesszük figyelembe.

**A relatív elterjedési hossz** (Relative Arealänge,  $L_r$ ) megadja, hogy a térképezett szakaszok hány százalékában van jelen az adott növényfaj (PALL és JANAUER 1995, KOHLER és JANAUER 1995).

$$L_r [\%] = \frac{\sum_{k=1}^n L_k}{L_{ges}} * 100$$

$L_r$  = relatív elterjedési hossz

$L_k$  = az előfordulási szakaszok hossza

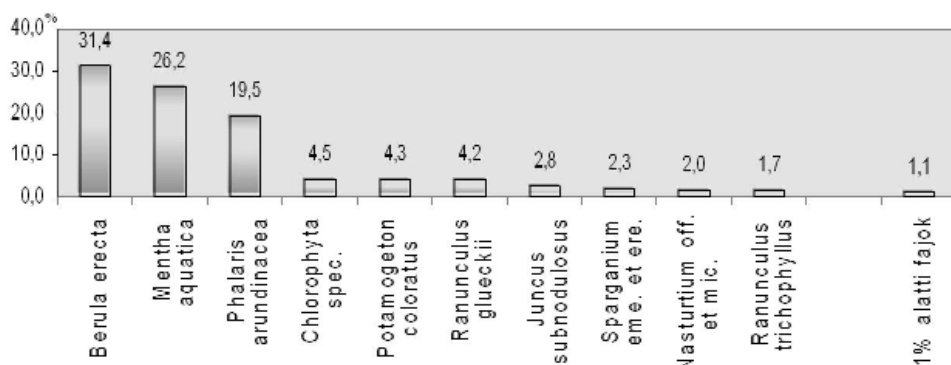
$L_{ges}$  = az összes térképezett szakasz hossza

$n$  = előfordulási szakaszok száma

**A relatív növény mennyiség** (Relative Pflanzenmenge, RPM) megmutatja, hogy a vizsgált terület teljes növénytömegéből hány %-ot képvisel az adott növényfaj (1. ábra) (PALL és JANAUER 1995, KOHLER és JANAUER 1995).

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

RPM = bizonyos faj relatív mennyisége  
 $M_i$  = a faj 'i' szakaszra becsült értéke  
 $L_i$  = az 'i' szakasz hossza  
 $j$  = növényfajra jellemző állandó



1. ábra Példa az RPM grafikonos ábrázolására  
 Figure 1. An example for the graphical representation of RPM

**Az átlagos mennyiségi indexek** (Mittleren Mengenindizes, MMT, MMO) arról adnak felvilágosítást, hogy a megfigyelt területen milyen az egyes fajok megoszlása (2. ábra). MMT (total, teljes) esetében minden vizsgált szakaszt összevonnak, és a teljes területre vonatkoztatva vizsgáljuk a megoszlást, MMO (occurrence, előfordulás) esetén csak azokat a szakaszokat vesszük figyelembe, amelyekben a növény előfordul. Ebből adódóan MMO nagyobb, mint MMT. Extrém esetekben lehet egyenlő a két érték, ekkor a teljes térképezett vízfolyásban tömegesen elterjedt fajról beszélhetünk (PALL és JANAUER 1995, KOHLER és JANAUER 1995).

$$\text{MMT} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (M_i^3 \cdot L_i)}{L}}$$

$$\text{MMO} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (M_i^3 \cdot L_i)}{\sum_{i=1}^n L_i}}$$

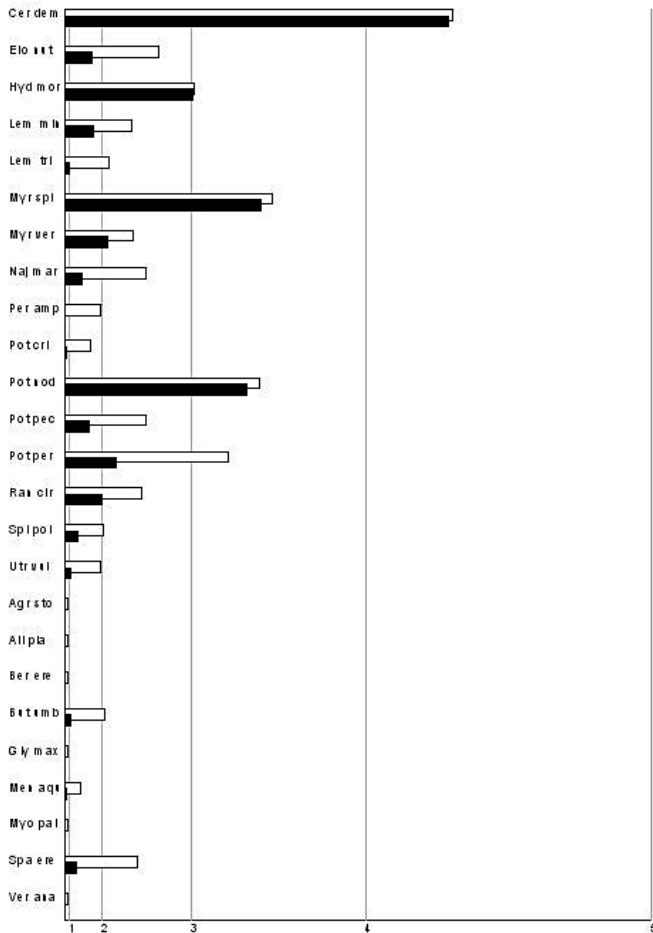
MMT = átlagos mennyiségi index minden szakaszra nézve

MMO = átlagos mennyiségi index az előfordulási szakaszokra nézve

$M_i$  = a növény mennyisége az 'i' szakaszban

$L_i$  = az előfordulás szakaszának (i) hossza

L = teljes hossz



2. ábra Példa az átlagos mennyiségi indexek (MMT/fehér, MMO/fehér) ábrázolására  
 Figure 2. An example for the Mean Mass Indexes (MMT/white)

Három esetet határozhatunk el MMT/ MMO kiértékelésekor: az első esetben MMT és MMO egyaránt magas érték: a faj a folyó nagy részén jelen van, és előfordulási helyein tömeges állományt alkot. Ha MMO szignifikánsan nagyobb érték, mint MMT, akkor pontszerű elterjedésű fajról van szó. Amennyiben ennél az estnél MMO magas értéket is képvisel, pontszerű elterjedési területein tömeges állományt mutathatunk ki. Ha mindkét érték alacsony nem számottevő faj sem elterjedésében sem egyedszámában.

A két átlagos mennyiségi indexből (MMO/ MMT) továbbá megtudhatjuk egy faj elterjedési állandóját ( $d$ ). Az érték nem ad felvilágosítást a faj mennyiségi viszonyairól, pusztán az elterjedését mutatja. Értéke 0 és 1 közé esik, például ha  $d=0,5$ , akkor körülbelül a folyó térképezett szakaszainak felében megtalálható az adott faj.

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

A jegyzőkönyv becsült értékei alapján elkészíthetjük a vízfolyások **elterjedési-diagramjait**. A diagram egyben tartalmazza a vízfolyás teljes fajlistáját és a sorokban vízszintesen haladva megtudhatjuk, mely szakaszokban fordul elő és milyen értékkel az adott faj. Az egyes cellák arányosak a szakaszok valószínű hosszával, így realisabb képet alkothatunk. Az ábrán a nem térképezett szakaszokat 'n'-nel jelöltük (3. ábra)

A folyóvizekben előforduló növényeket különböző osztályokba sorolhatjuk külön-

A szakasz száma		650 11	450 10	300 9	125 8	375 7	600 6	275 5a	225 5	825 4	150 3b	225 3a	125 3	375 2	250 1
A szakasz hossza															
<i>Caltha palustris</i>	Hyd				n										
<i>Elodea Canadensis</i>	Hyd				n										
<i>Potamogeton coloratus</i>	Hyd				n										
<i>Ranunculus glüeckii</i>	Hyd				n										
<i>Ranunculus trichophyllus</i>	Hyd				n										
<i>Agrostis stolonifera</i>	Amp				n										
<i>Berula erecta</i>	Amp				n										
<i>Juncus subnodulosus</i>	Amp				n										
<i>Mentha aquatica</i>	Amp				n										
<i>Myosotis scorpioides</i>	Amp				n										
<i>Phalaris arundinacea</i>	Amp				n										

3. ábra Egy elterjedési diagram részlete  
Figure 3. Fragment of a distribution diagram

böző tulajdonságaik és jelző értékük alapján. Az így kialakított csoportok segítségével a vízfolyást ökológiai zónákra tagoljuk. A Kohler és munkatársai által használt elkülönítés mögött hosszas kutatómunka, számos vízminőség vizsgálat és vegetációtérképezés is áll (GLÄNZER et al. 1977). Hazai viszonylatban a hazai kategóriák használata javasolt.

A több évet, évtizedet felölelő kutatások esetében követelmény a kutatási területek pontos meghatározása és a felmérés megismételhetősége. A harmadik igen sarkalatos pont az adatok számszerűsíthetősége és statisztikai feldolgozása. A Kohler-módszerrel végzett vizsgálataink és más kutatócsoportok eredményei alapján elmondható, hogy a módszer megfelel a támasztott követelményeknek, így a széles körű adatszolgáltatás mellett a monitoring vizsgálat lehetőségét is megteremti. Hosszú távú felmérések esetén nagy gondot kell fordítani az azonos módszer használata mellett a folyóban történt változásokra. A különböző vizsgálati évek eredményei között nagy eltérések adódhatnak a vízrendezésből, más jellegű mérőeszközök használatból adódóan. A kutatási idő folyamán főleg emberi beavatkozások hatására a különböző szakaszok hossza, és a térképezett szakaszok összességének a hossza megváltozhat. Ezért a változásokat jelezni kell és minden esetben meg kell vizsgálni, hogy a változás milyen mértékben befolyásolta az adatok vizsgálati évek összehasonlíthatóságát. Eltérések lehetnek a különböző időszakban végzett felmérések miatt is, így a vizsgálatot az év meghatározott időszakára kell

ütemezni. Ezen túlmenően az adott év időjárási paramétereit is figyelembe kell vennünk. Vannak különösen hínáros és hínárszegény évek, aminek sokféle magyarázata lehetséges: pl. vízállás, hőmérséklet. Tehát maga a módszer használata nem elegendő a pontos állapotok felmérésére, minden esetben bővebb információkkal is ki kell egészíteni a jelentést. Fontos kiemelni, hogy a tárgyalta vegetációtérképezési módszer használata nem függ a térképezést végző személyétől. A mi esetünkben a becslés lehet ilyen szempontból érdekes, mivel igen szubjektív módon határozzuk meg az egyes növények előfordulásának értékeit. A gyakorlat is alátámasztja azt az elgondolást, hogy az emberek igen nagy százaléka egy 1–5-ig terjedő skálán ugyanúgy, elhanyagolható hibával becsüli meg ugyanazt a mennyiséget.

A makrofiton mennyiségi és minőségi monitoringjának gyors, megbízható elvégzése mellett a terepi jegyzőkönyv kiterjed az egyes szakaszok környezeti paramétereire is. Statisztikai módszerekkel számtalan információhoz juthatunk az egyes fajok ökológiai igényeit tekintve. Tehát kimutathatók a folyószakaszok fizikai paramétereit és a fajok előfordulása, illetve mennyisége közötti összefüggések.

#### Köszönetnyilvánítás

Köszönjük a stuttgarti Hohenheim Egyetem Táj- és Növényökológiai Tanszékének, Prof. Dr. Alexander Kohlernek és Uwe Veitnak, valamint Dr. Sipos Virág Katalinnak a szakmai segítséget, és az Szent István Egyetem RET 2005 (RET-12/05) pályázatának a támogatást.

#### Irodalom

- BRAUN-BLANQUET J. 1951: Pflanzensociologie. Grundlage der Vegetationskunde 2. Aml. Wien.
- GLÄNZER U., HABER W., KOHLER A. 1977: Experimentelle Untersuchungen zur Belastbarkeit submerser Makrophyten. Arch. Hydrobiol. 79: 193–232.
- HÁZI J., SÍPOS K. 1998: Kísérletek a hínárnövényzet mennyiségi viszonyainak becslésére. Hidrológiai Közl. 78: 379–380.
- KOHLER A. 1978: Methoden der Kartierung von Flora und Vegetation von Süßwasserbiotopen. Landschaft+Stadt 10: 23–85.
- 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. 83: 407–451.
- KOHLER A., JANAUER G. A. 1995: Zur Methodik der Untersuchungen von aquatischen Makrophyten in Fließgewässern. In: STEINBERG CH., BERNHARDT H., KLAPER H. (szerk.): Handbuch angewandte Limnologie. Ecomed-Verlag. pp. 22–24.
- MELZER A. 1988: Die Gewässerbeurteilung bayerischer Seen mit Hilfe makrophytischer Wasserpflanzen. In: Gefährdung und Schutz von Gewässern. Tagung über Umweltforschung an der Universität Hohenheim. Ulmer Verlag, Stuttgart. pp. 105–116.
- MSZ EN 14184:2004. Vízminőség. Útmutató a folyóvizek vízi makrofitáinak felméréséhez. (Water quality. Guidance standard for the surveying of aquatic macrophytes in running waters). 14 p.
- 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. 101: 91–109.
- RÁTH B. 1994 Botanische Aufnahme der Wassermakrophytenbestände mit Kohler-Methode im ungarischen Donauabschnitt bei Vác (Stromkm 1670–1697) 30. Arbeitstagung der IAD, Schweiz, pp. 245–247.
- SÍPOS V.K., KOHLER A., KÖDER M., JANAUER G.A. 2003: Macrophyte vegetation of Danube canals in Kiskun-ság (Hungary) Arch. Hydrobiol. 147: 143–166.
- SONNTAG E., POZZI D., PENKSZA K., ZELTNER G. H., BJÖRK S., KOHLER A. 1999: Macrophyten-Vegetation und Standorte im eutrophen Kävlinge-Fluß (Skåne, Südschweden). Ber. Inst. Landschafts-Pflanzenökologie Univ. Hohenheim. 9: 1–113.

- SONNTAG E., POZZI D., PENKSZA K., ZELTNER G. H., BJÖRK S., KOHLER A. 2000: Macrophyten-Vegetation und Standqualität im eutrophen Björka-Kävlinge-Fluß (Skåne, Südschweden). *Limnologica* 30: 281–298.
- 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.
- VKI 2000: Az Európai Parlament és a Tanács 2000. október 23-i 2000/60/EK Irányelve az európai közösségi intézkedések kereteinek meghatározásáról a víz politika területén, Az Európai Közösség Hivatalos Lapja.
- Web 1: [www.midcc.at](http://www.midcc.at)
- Web 2: [www.tiszariver.com](http://www.tiszariver.com)

VEGETATION SURVEY METHOD IN RUNNING WATERS  
CONNECTED WITH THE EU WATER FRAMEWORK DIRECTIVE

E. FALUSI, K. PENKSZA

Szent István University, Institute of Environmental and Landscape Management,  
Department of Landscape Ecology  
2103 Gödöllő, Páter Károly u. 1. email: [falusi.eszter@kti.szie.hu](mailto:falusi.eszter@kti.szie.hu)

**Keywords:** makrophytes, unit mapping, aquatic vegetation, Kohler-method, monitoring

Various methods have been developed for the initial assessment of the ecological status of water bodies according to the EU Water Framework Directive. Besides this first evaluation of their actual state one further aim of the Directive is the surveillance monitoring, a permanent observation of current developments. Therefore the question arises if these methods which mainly provide the result of their assessments as one single value also provide enough information to follow the development of the ecological status and reflect subtle changes. In this paper this topic is investigated with presentation of a surveying method of the macrophytic vegetation in a system of running waters.