

TÁJ VÁLTOZÓK HATÁSA A VÖLGYSÉGI-PATAK MAKROGERINCTELENF AUNÁJÁRA KÜLÖNBÖZŐ TÉRLÉPTÉKEKBEN

ORTMANN-NÉ AJKAI ADRIENNE¹ – CZIROK ATTILA² – HORVAI VALÉR²

¹PTE TTK Környezettudományi Intézet, Általános és Alkalmazott Ökológia Tanszék, 7624 Pécs, Ifjúság útja 6.

²Dél-Dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség, Mérőközpont, 7621 Pécs, Papnövelde u.13.

EFFECTS OF LANDSCAPE VARIABLES ON MACROINVERTEBRATES OF THE STREAM VÖLGYSÉGI-PATAK (SOUTH TRANSDANUBIA, HUNGARY) ON MULTIPLE SPATIAL SCALES

A. ORTMANN-AJKAI^{1*} – A. CZIROK² – V. HORVAI²

¹University of Pécs, Department of General and Applied Ecology, Ifjúság útja 6., H-7624, Pécs, Hungary

²South Transdanubian Regional Environmental Nature Conservation and Water Management Inspectorate, Laboratory, Szentlőrinci u. 4/1., H-7673 Pécs, Hungary

*Corresponding author, e-mail: aadrienn@gamma.ttk.pte.hu

KIVONAT: A vízfolyások vízminőségét, ezen keresztül a faunát a vízfolyás közelebbi-távolabbi környezete egyaránt, de nem egyforma mértékben befolyásolja. Az összefüggés vizsgálatának jellemző szintjei: lokális, szakasz, a vízfolyás mente, vízgyűjtő. Az eredmények nagy szórást mutatnak aszerint, hogy melyik szint, és annak milyen tulajdonsága fontos a vízminőség szempontjából. Célunk a fenti kérdéskör vizsgálata egy markáns természetességi gradienssel jellemezhető patak hossz-szelvényében. Arra is szeretnénk rámutatni, hogy a MÉTA adatbázis hogyan használható ilyen vizsgálatokban. A Völgységi patak mentén 8 ponton vett makrogerinctelen minták természetességi jellemzőit (Q_{BAP} , MMCSP öp és táp, EPT taxonszám) vetettük össze a táji (vegetációs) környezet 3-5 jellemzőjével négy térléptékben. A lokális és a szakasz (a 100 m AQEM mintavételi szakasz mentén 100 m szélességben) szint jellemzése terepi mintavétel, a patakmenti és részvízgyűjtő szint jellemzése a MÉTA adatbázis alapján történt. A terepi felvételek alapján számolt adatok: a természetközeli élőhelyek száma, azok természetességének átlaga és a fás vegetáció borítása; a MÉTA adatbázisból származtatott adatok: a patak mente, illetve a részvízgyűjtő természetközeli élőhelyeinek száma, az élőhelyek, illetve a táj átlagos természetessége, a természetközeli élőhelyek területaránya, és az erdőborítottság. A makrogerinctelen közösség, illetve a táji környezet természetességét tükröző mutatók között erős korrelációkat találtunk. a és a legtöbb szignifikáns korrelációt mutató -ot vizsgáltuk. A Q_{BAP} és az MMCSP_{táp} a patakmente és a részvízgyűjtő szint természetességi mutatóival mutatott erősebb korrelációt. A

négyből három térléptékben is szignifikáns környezeti változók az erdőborítás, az élőhelyek száma (élőhelydiverzitás) és az átlagos élőhely-természetesség. Ennek alapján a MÉTA adatbázisból származtatható táji léptékű természetességi mutatók – vizsgálatunk markánsan különböző természetességű területein – a vízminőség jó prediktorainak tekinthetők.

Kulcsszavak: tájtermészetesség-mutatók, antropogén degradáció, MÉTA adatbázis

ABSTRACT: Macroinvertebrates are influenced – through water quality – by landscape factors of varying importance on multiple spatial scales. Scales of study of these relationships usually are: local, reach, riparian (on different stream length) and catchment. Results are contradictory in point of which scales and variables are important. Our study aims to investigate this question in a case study of a stream running through a landscape gradient from near-natural forests to agricultural areas, and test the appropriateness of using landscape-level naturalness indices derived from GIS Database of Hungarian habitats (MÉTA). Naturalness indices (Q_{BAP} , modified BMWP aspt, modified BMWP score and EPT score) of macroinvertebrate communities of eight AQEM sampling sites along the stream were compared with 3-5 vegetational variables on four spatial scales. For local and reach scales actual field data (number of near-natural habitats, average habitat naturalness and cover of woody vegetation) were collected, for riparian and subcatchment scales data (number of near-natural habitats, average habitat naturalness, average landscape naturalness, percentage cover of near-natural habitats and cover of woody vegetation) of MÉTA (GIS Database of Hungarian habitats) were used. Naturalness indices of macroinvertebrate communities and of landscape showed strong correlations. Modified BMWP aspt and Q_{BAP} show strongest correlation with naturalness indices of riparian and catchment scale. Landscape factors proved to be significant in three (of four) spatial scales: cover of woody vegetation, number of near-natural habitats and average habitat naturalness. According to our results, naturalness indices based on GIS Database of Hungarian habitats can be used as predictors of stream water quality on riparian and catchment scales.

Key words: landscape-level naturalness indices, anthropogenic degradation, GIS database of Hungarian habitats

Bevezetés

A vízrendszerek eredendően hierarchikus rendszerek, ezért kutatásukban különösen fontos a különböző – a hierarchia-szintekkel összevethető – térléptékek vizsgálata (CIESIELKA és BAILEY 2007, PARSONS és THOMS 2007, HUTCHENS et al. 2009). A vízi és part menti makrovegetáció fontos szerepet játszik a vizet a part felől érő hatások (pl. a tápanyag bemosódás) mérsékelésében, a tápanyagok felvevőjeként, valamint táplálékot és élőhelyet biztosít a vízi állatoknak. A vízgyűjtő természeti és társadalmi-gazdasági adottságai alapvetően meghatározzák a víztestek vízminőségét. A vízgyűjtő távolabbi részeinek tájhasználat a víztestek diffúz szennyezésből származó terhelésén és a csapadékból származó lefolyáson és beszivárgáson keresztül hat a víztestre (BRUNS 2005, VKVI 2009, NASH et al. 2009, YATES és BAILEY 2010). A vízgyűjtőgazdálkodási tervek készítésének

kötelezettségében is tükröződik ez a felismerés, hogy egy-egy víztest vízminőségét, ezen keresztül faunáját annak nemcsak közvetlen, de távolabbi környezete is befolyásolja, különböző mértékben. A témának mára kiterjedt és robbanásszerűen sokasodó nemzetközi irodalma van, mind a kémiai vízminőség (pl. LI et al. 2008), baktériumok (NASH et al. 2009), algák (BIRK és HERING 2009), mind különböző vízhez kötődő állatok esetében, pl. makroszkopikus vízi gerinctelenek (BRUNS 2005, PARSONS és THOMS 2007, SONG et al. 2009, SHANDAS és ALBERTI 2009, HUTCHENS et al. 2009, UTZ et al. 2009), halak (PARK et al. 2006, FRIMPONG et al. 2005, HOPKINS és BURR 2009), vízparti erdők madarai (FLETCHER és HUTTO 2008).

A természet- és környezetvédelem – ezen belül a vízminőség – szempontjából a környezeti változók között értelemszerűen különösen érdekesek azok, amelyek a „természetesség” meghatározásában fontosak (lehetnek), és/vagy „természetességi mutatók” képzésében szerepet játszhatnak. A természetvédelmi kezelés számára pedig a beavatkozások tervezéséhez szükséges ismerni az egyes – taxononként különböző – hatótényezők térbeliségét (FRIMPONG et al. 2006, MILNE és BENNETT 2007, FLETCHER és HUTTO 2008).

A különböző léptékben vizsgált táji környezeti változók hatásának erőssége nagy szórást mutat aszerint, hogy melyik szint, és annak milyen tulajdonsága fontos a vízminőség vagy éppen egyes fajok elterjedése szempontjából: pl. HOPKINS és BURR (2009) 6 endemikus halfaj vizsgálatánál fajonkénti különbségeket talált. Az összefüggések vizsgálatának a nemzetközi szakirodalomban jellemző szintjei: lokális (méteres nagyságrend – mivel táji környezetet vizsgálunk, nem foglalkozunk a víztesten belüli környezeti változókkal, pl. aljzat, stb.), szakasz (10-100 m nagyságrend), a vízfolyás mente (0,5-1 km nagyságrend), vízgyűjtő (akár több ezer-tízezer km²). Az adatok forrása általában műholdfotó (LANDSAT, SPOT) vagy annak interpretálásával készült felszínborítási adatbázis (Európában és hazánkban jellemzően a CORINE, az Egyesült Államokban az ennek megfelelő NLCD – National Land Cover Data Set), a szakasz és lokális léptékben esetenként légifotó (SHANDAS és ALBERTI) vagy aktuális terepi felvétel (PARSONS és THOMS, 2007, LUDWIG et al. 2007, FLETCHER és HUTTO 2008), vagy mindkettő: ROTH et al. 1996.

A fenti megközelítésnek több gyenge pontja is van. A ma már könnyen hozzáférhető távérzékelte anyagok túlnyomórészt automatikus interpretálásával készült felszínborítási adatbázisok térinformatikai elemzése, feldolgozása nagy (több ezer km² feletti) területeken gyorsan és egyszerűen használható adatforrás. Kisebb területeken azonban – elsősorban tematikus felbontásának elnagyoltsága miatt pontossága egyre romlik, a finomabb mintázatokat egyre kevésbé képes reprezentálni, ezekhez terepi felmérésekhez van szükség (pl. LUDWIG et al., 2007). Tematikus felbontásuk éppen a természetközeli területeken, azon belül is a finom térbeli mintázatot mutató vizes élőhelyek esetében nem elég finom (CSETE és ORTMANN-AJKAI 2008). Ez a hiányosság enyhíthető a lokális, szakasz vagy patakmenti szintről készült légifotók egyedi vizuális interpretációjával, de igazán korrekt megoldást a forrásigényes terepi felvételezés jelent.

Tekintve, hogy a táji szintű biodiverzitás, a táji természetesség fogalmai (a hozzájuk kötődő táji multifunkcionalitással és fenntarthatósággal együtt) és azok operativizálása napjainkban a tájökológia fő kérdései közé tartoznak (OTTE et al., 2007), e földrajzi szemléletű adatbázisok további súlyos hiányossága, hogy a természetesség ökológiai fogalmával explicit módon nem foglalkoznak (MOLNÁR és HORVÁTH 2008), adataikból erre csak nagyon durva becslés adható. A bevett gyakorlat néhány egyszerű természetességi (inkább degradáltsági) osztály arányával jellemez, pl.: természetes vegetáció, mezőgazdasági területek, beépített területek, kopárok (5 kategória: LI et al. (2008); 4 kategória: ROTH et al. 1996, BRUNS

2005, SONG et al. 2009; 3 kategória: PARK et al. 2006, UTZ et al. 2009). Részletesebb minősítés: 8 kategória: HUTCHENS et al.; 7 kategória: PARSONS és THOMS 2007, benne „jó” és „rossz” gyepek elkülönítésével, 9 kategória: NASH et al. 2008, természetes gyepek/legelők, és természetes/antropogén kopár elkülönítésével). A hazai Országos Vízügyi-gazdálkodási Terv 8 összevont CORINE kategóriát használ, a mezőgazdasági tájhasználat (4) és a vizes területek (2) finomabb osztályozásával (VKVI 2009).

A táji környezet jellemzésének másik lehetősége a táj diverzitását/fragmentáltságát jellemző táji metrikák, pl. alak- vagy fragmentációs indexek használata (FLETCHER és HUTTO 2008, SHANDAS és ALBERTI 2009); ezek interpretálhatósága, kapcsolata a természetességgel azonban messze nem tisztázott (LI és WU 2004). A kevés ezzel foglalkozó vizsgálat között pl. GIMONA és munkatársai (2009) 2000 km hosszú transzekt mentén csak gyenge korrelációt kaptak 9 különböző CORINE-alapú táji index, és egy egyszerű biodiverzitás-mutató, a növényfajok száma között.

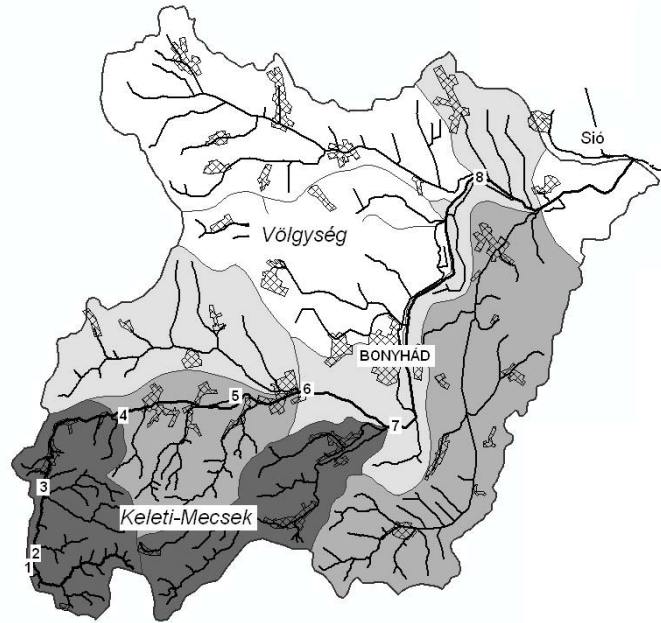
Munkánkban a fenti gyengeségek kiküszöbölésére törekedve vizsgáljuk a különböző léptékű táji környezet a Völgységi-patak makrogerinctelen faunájára gyakorolt hatását. Arra is szeretnénk rámutatni, hogy a MÉTA adatbázis hogyan használható ilyen vizsgálatokban.

Anyag és módszer

A szakasz és lokális szinten terepi vegetációfelmérést készítettünk. A vízügyi és patakmenti szint természetességének becslésekor nemcsak tájhasználati kategóriákat, de azok természetességét is figyelembe vettük. Adatforrásként egy egyedülálló hazai lehetőséget, a műholdfotó-interpretáción túl közel teljeskörű terepi felvételezéssel készült, ezért esetenként akár 1 ha alatti térbeli és jelentős tematikus részletességet (86 élőhelyi kategória) biztosító MÉTA élőhelyi adatbázist (MOLNÁR et al. 2007, BÖLÖNI et al. 2007, www.novenyzetiterkep.hu) és ennek alapján kidolgozott természetességi mutatókat (biodiverzitás indexek, MOLNÁR és HORVÁTH 2008) használtunk. A (vegetációval definiált) táji környezet a fentiek szerint négy térléptékben, 3-5 mutatóval jellemzett természetességét vetettük össze a Völgységi-patak teljes hosszában 8 ponton vett makrogerinctelen minták természetességi jellemzőivel (Q_{BAP} , $MMCSP_{op}$ és $MMCSP_{táp}$, EPT taxonszám (CZIROK et al. 2009)).

Vizsgálati terület

A Völgységi-patak a Dél-Dunántúlon, Baranya és Tolna megyékben található. A Kelet-Mecsek Tájvédelmi Körzet területén, Zobákpusztja környékén ered. Jellege hegyvidékiról dombvidékire, majd síkságira változik, a Keleti-Mecsek, Völgység, Tolnai-hegyhát és Szekszárdi dombság vizeit gyűjti össze. Vízügyi-területe 550 km². Táji környezete a mecseki forrásvidéktől a Sió torkolati agrártájig erős antropogén degradációt szenved, a természetközeli területek aránya (részvízügyi szinten) 62-ről 7%-ra, az erdőborítás 55-ről 2%-ra csökken, így eredményeink markánsan különböző tájhasználatú területekre vonatkoznak (1. ábra). Ökológiai, biológiai és fizikai-kémiai állapota Kárász felett jó, Nagymányok alatt gyenge ill. jó állapotnál gyengébb, a Kárász-Nagymányok közti szakasz (kb. a 4.–6. mintavételi pontok között) adathiányos (VKVI 2009).



1. ábra. A Völgységi-patak vízgyűjtője a mintavételi helyekkel (a szürke szín intenzitása a részvízgyűjtő átlagos tájtermészetességét jelzi; ennek definícióját és a mintavételi helyek számozását lásd a szövegben)

Első három mintavételi helyünk (1–3.) a Völgységi patak forrásvidéki részvízgyűjtőjén (Völgységi-patak 1.) található. Az első kettő a mecseki szénbányák vízigényének kielégítésére az 1960-as években épített Mézesréti tározó alatt és felett, a harmadik Magyaregregy falu felett, ahol a kinyíló völgyben az erdőket felváltják a rétek és szántók, a fás vegetáció a patak partjára szorul vissza. Ez a részvízgyűjtő a teljes egészében a Kelet-Mecsek területén fekszik, területének 55%-át borítja erdő (túlnyomórészt gyertyános-tölgyesek és bükkösök), 62%-át természetközeli vegetáció (az előzőeken túl elsősorban patakparti magaskórósok és mocsárrétek). Átlagos tájtermészetessége az elméletileg lehetséges maximum (a teljes terület teljesen érintetlen) 32%-a.

A következő két mintavételi hely (4–5.) a Völgységi-patak 2. számú részvízgyűjtőjén található, ami átmeneti jellegű: jobb oldalon az elsőhöz hasonló természetközeli mecseki táj, bal oldalon (jóval kisebb területen) a Völgység a patakra néző domboldalainak kis- és nagyparcellás művelésű agrártája. Természetességi mutatói ezt tükrözik: erdőborítottsága 29%, a természetközeli területek részaránya 36%, átlagos tájtermészetessége 17%.

Az utolsó három mintavételi hely (6–8.) a Völgységi-patak 3. számú részvízgyűjtőjén fekszik, teljesen sík, zömében nagytáblás művelésű agrártájban, ahol az erdőborítottság 2%, a természetközeli vegetáció aránya 7% (fasorok, cserjések, és halastavakhoz kötődő, többnyire szegényes vízi-vízparti növényzet), az átlagos tájtermészetesség 3%. A tabódi mintavételi hely felett a mellékágakon és a mintavételi hely közvetlen közelben is halastavakat létesítettek, melyek befolyásolják a főág vízminőségét (HORVAI et al.2009, CZIROK et al.2009).

A vegetációs környezet felmérése

A lokális (1. szint, a vegetáció jellegétől függően 5-20 m széles patakparti sáv), a szakasz (2.szint, a 100 m AQEM mintavételi szakasz mentén 100 m szélességben) jellemzése terepi mintavétel, a patakmenti (3. szint, 600 m széles sáv) és részvízgyűjtő szint (4.szint) a MÉTA adatbázis alapján történt.

A lokális (vegetációs) környezet felmérése a 100 m hosszú AQEM szakasz mentén a vízfolyással érintkező élőhelyek klasszikus cönológiai felvételezésével, az egyes élőhelyek természetességének kvantitatív becslésével (NÉMETH és SEREGÉLYES 1989) és a patakparti fás borítás százalékos becslésével történt. A szakasz szint jellemzése a 100 m AQEM szakasz két oldalán 100-100 m szélességben fellelhető élőhelyek hasonló módszerű felmérésével történt.

A patakmenti és részvízgyűjtő szint élőhelyi adatai (élőhelyek kiterjedése és természetessége) a 2003-2006 között készült MÉTA adatbázisból (www.novenyzetiterkep.hu, MOLNÁR et al.2007, BÖLÖNI et al.2007) származnak. Az élőhelyek kiterjedését hektárban, természetességét a MÉTA, illetve az NBmR által is használt Németh-Seregélyes féle ötfokú skálán mértük. A MÉTÁban az élőhelyadatok kezelését MS SQL relációs adatbázis-kezelő rendszer végzi (HORVÁTH et al. 2008). A részvízgyűjtőkre eső MÉTA hatszögek (a MÉTA felmérés alapegységei, 600 m átmérő) lekérdezését a "MÉTA SQL-szakértő" internetes alkalmazás segítségével hajtottuk végre (HORVÁTH és POLGÁR 2008), majd ezek közül a hatszögek közül ESRI ArcView 9.1. program segítségével leválogattuk azokat, melyeket vízfolyások metszettek át. Ez utóbbiakon alapul a patakmente szint jellemzése (további vizsgálatokban a lekérdezést finomítani lehet a mintavételi hely feletti patakmentére).

A természetesség jellemzésére a MÉTA alapján ajánlott biodiverzitás-indikátorok (MOLNÁR és HORVÁTH 2008) közül a természetközeli élőhelyek százalékos borítását, a természetközeli élőhelyek számát, átlagos természetességét és az átlagos tájtermészetességet, továbbá a legtöbb nemzetközi tapasztalat alapján (pl. ROTH et al. 1996, FRIMPONG et al.2005, GOETZ és FISKE 2008) fontos szerepet játszó erdő- (fásszárú) borítást vettük figyelembe. Az átlagos tájtermészetesség azt fejezi ki, hogy a tájban milyen mennyiségben és minőségben maradt fenn a természetes vegetáció. Kiszámítása: a természeti tőke index (NCI – TEN BRINK 2000: az élőhelyek területének és természetességének szorzata) a lehetséges maximum %-ában (MOLNÁR és HORVÁTH 2008); osztva a teljes területtel.

Mind a 4 szintről rendelkezésünkre álló, hasonló tartalmú mutatók tehát: a természetközeli élőhelyek száma, azok átlagos természetessége, és az erdő- (fásszárú) borítás, a két magasabb szintről ezen felül a természetközeli területek százalékos aránya és az átlagos tájtermészetesség (tájterm).

A makrogerinctelen közösség mintavételezése

A makrogerinctelen mintavétel az MSZ EN 27828 (1998) szabvány szerint az AQEM protokoll (AQEM CONSORTIUM 2002) felhasználásával történt. A különböző aljzattípusokon 25x25 cm-es mintakvadrátokból vettünk almintákat a mintavételi helyre jellemző élőhely típusok %-os arányának megfelelően, úgy, hogy a teljes minta összetétele tükrözze a különböző élőhelyek, aljzattípusok adott szakaszra jellemző arányát. A mintavétel helyszínén történt az állatok kiválogatása. Ekkor feljegyeztük a szabad szemmel elkülöníthető taxonok egyedszámát. A kiválogatott állatokat 70%-os etanolban tartósítottuk.

Az értékelés a Magyar Makrozoobenton Család Pontrendszer (MMCSP) két részmutatója, az összpontszám (ÖP) és a taxononkénti átlagpontszám (TÁP) (CSÁNYI, 1997), valamint az EPT taxonszám és a típus-specifikus karakterfaj-elemzés (Q_{BAP} -index) alapján történt (CZIROK et al. 2009). A makrogerinctelen mutatók és fenti vegetációs mutatók között páronként lineáris korrelációt számoltunk.

Eredmények és értékelésük

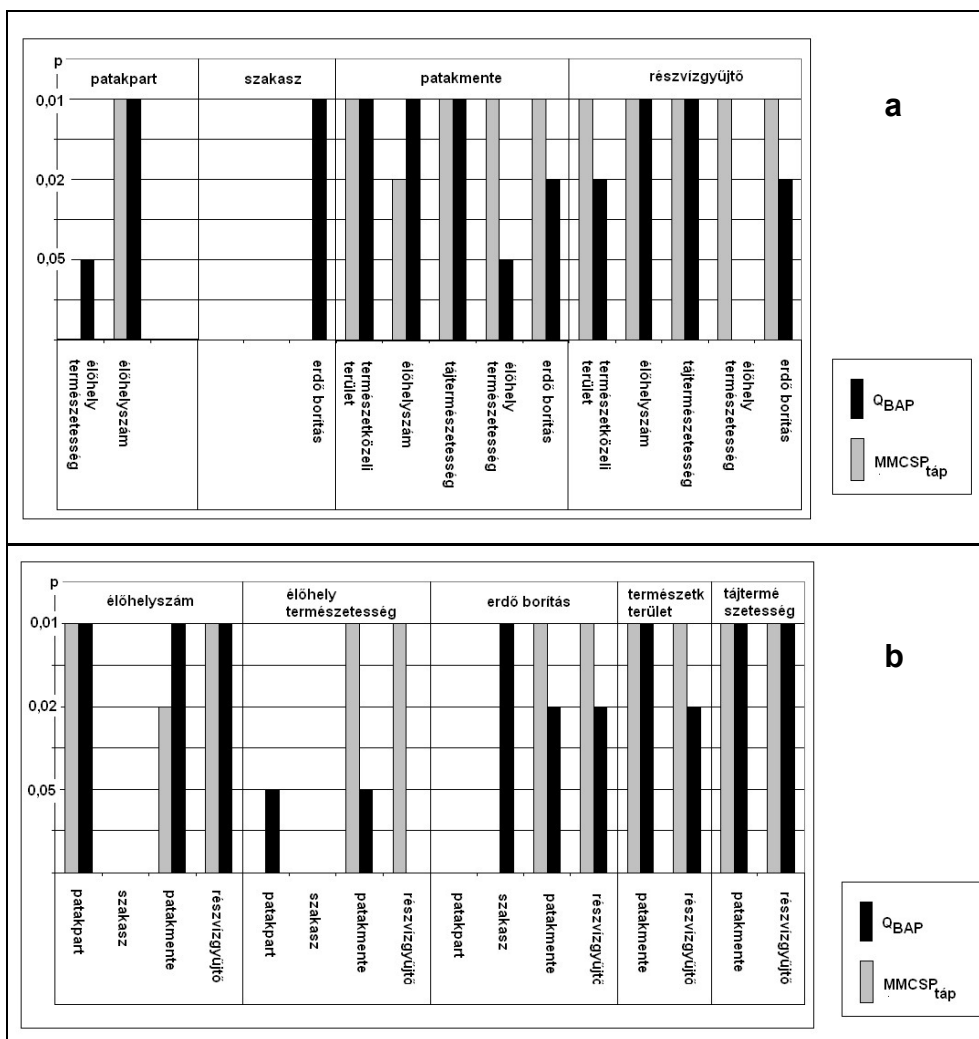
A makrogerinctelen közösség, illetve a táji környezet természetességét tükröző mutatók között erős korrelációkat találtunk. A $MMCSP_{TÁP}$ index a 16 táji index közül 12-vel, a Q_{BAP} és $MMCSP_{ÖP}$ 11-gyel, az EPT 10-zel mutatott 5% szinten szignifikáns korrelációt, 1% szignifikanciaszinten ezek az értékek: 8, 10, 4, 3. A makrogerinctelen indexek közül egymással erősen korrelál a $MMCSP_{ÖP, TÁP}$ és EPT, gyengébben a Q_{BAP} . A legtöbb szignifikáns korrelációt minden makrogerinctelen index esetén a patakmente és a részvízgyűjtő szint természetességi mutatóival kaptuk (2.a ábra). A kisebb térlépték inkább a Q_{BAP} szempontjából számított (lokális élőhelyszám és átlagos természetesség, illetve szakasz szinten az erdő borítása), a $MMCSP_{TÁP}$ esetében csak a lokális élőhelyszám bizonyult szignifikánsnak.

A négyből 3 térléptékben szignifikáns környezeti változók az erdőborítás, az élőhelyek száma (élőhelydiverzitás) és az átlagos élőhely-természetesség. Ezen mutatók közül csak az erdőborítás becsülhető egyértelműen felszínborítási adatbázisból. A minden szinten, a legerősebb szignifikanciát mutató átlagos tájtermészetességhez szükség van a MÉTA természetességi adataira, az élőhelyszám adatoknál pedig a finom tematikus felbontásra (a vizsgálati területen 8, országosan 29 vizes élőhely kategória).

Hasonló eredményt – a távolabbi táji környezet a lokális tényezőknél erősebb hatását – mutattak ki SÁLY és munkatársai (2009) halakra a Balaton vízgyűjtőjén. Erősen átalakított tájakban több külföldi vizsgálat is ezt a trendet erősíti. ROTH és munkatársai (1996) mezőgazdasági tájban végzett vizsgálata szerint halak biotikus indexe varianciájának legnagyobb részét a vízgyűjtő mezőgazdasági művelésű területeinek aránya magyarázza. FRIMPONG és munkatársai (2005) szerint 75%-os agrártájban a vízgyűjtő-szint változói 15%-kal többet magyaráznak halak biotikus indexének (IBI) varianciájából, mint a szakasz szintű változók. Ugyanakkor NASH et al. eredményei alapján (2009) 85%-ban természetközeli tájban a tájmetrikák közelebbi szinten jobb eredményt adtak.

Mivel a MÉTA adatbázisból származtatható táji – patakmente és részvízgyűjtő – léptékű természetességi mutatók erős korrelációt mutattak a vízminőséget indikáló makrogerinctelen indexekkel, ezek a mutatók – vizsgálatunk markánsan különböző természetességű területein – a vízminőség jó prediktorainak tekinthetők.

További kutatandó kérdés a különböző (vegetációs és zoológiai) indexek közös és specifikus indikációs tulajdonságainak pontos körülírása, következtetéseink érvényessége más térléptékekben, természetközeli és különböző mértékben átalakított tájakban és a természetesség finomabb mintázatai mentén. Ehhez – a MÉTA adatbázis adva lévén – elsősorban további terepi vízminőségi adatokra van szükség.



2.ábra. Lineáris korrelációk szignifikanciaszintjei (a) térléptékek szerint, (b) változó-típusok szerint

Köszönetnyilvánítás: Köszönetünket fejezzük ki az MTA ÖBKI-nek a MÉTA adatok rendelkezésünkre bocsátásáért, különösen Horváth Ferencnek az adatleválogatásban és az indexek terén nyújtott segítségért, valamint Molnár Zsolt-nak a kéziratához fűzött javaslataiért.

Felhasznált irodalom

- AQEM CONSORTIUM (2002): Manual for the application of the AQEM system. A Comprehensive method to assess European streams using benthic macroinvertebrates, developed for the purpose of the Water Framework Directive. Version 1.0, 198 pp.
- BIRK, S. – HERING, D. (2009): A new procedure for comparing class boundaries of biological assessment methods: A case study from the Danube basin. – Ecological Indicators 9: 528–539.

- BÖLÖNI, J. – MOLNÁR, ZS. – ILLYÉS, E. – KUN, A. (2007): A new habitat classification and manual for standardized habitat mapping. – *Annali di Botanica (nuova serie)* 7: 55–76.
- BRUNS, D.A. (2005): Macroinvertebrate response to land cover, habitat and water chemistry in a mining-impacted river ecosystem: a GIS watershed analysis. – *Aquatic Sciences* 67: 403–423.
- CIESIELKA, I.K. – BAILEY, R.C. (2007): Hierarchical structure of stream ecosystems: consequences for bioassessment. – *Hydrobiologia* 586: 57–67.
- CSÁNYI, B. (1997): Módszertani kézikönyv a vízi makroszkopikus gerinctelen (makrozoobenton) élőlényegyüttessel végzett biológiai vízminősítés céljára. – Vituki Rt., Bp., pp. 45.
- CSETE, S. – ORTMANN-NÉ AJKAI, A. (2008): Hazai tájhasználati adatbázisok (CORINE, MÉTA) felhasználási lehetőségei biomassza-ültetvények potenciális terőterületeinek meghatározásában. In: FODOR, I. – SUVÁK, A. (szerk): A fenntartható fejlődés és a megújuló természeti erőforrások környezetvédelmi összefüggései a Kárpát-medencében. – Konferenciakötet, Pécs, pp. 211–219.
- CZIROK, A. – HORVAI, V. – GYULAVÁRI, H. (2009): A makrogerinctelen fauna változása a Völgységi-patak hossz-szelvényében egyes biotikus indexek alapján. – *Acta biologica debrecina Supplementum oecologica hungarica* 20: 27–39.
- FLETCHER, R.J. – HUTTO, R.L. (2008): Partitioning the multi-scale effects of human activity on the occurrence of riparian forest birds. – *Landscape Ecology* 23: 727–739.
- FRIMPONG, E.A. – SUTTON, T. – ENGEL, B.A. – SIMON, T.P. (2005). Spatial-scale effects on relative importance of physical habitat predictors of stream health. – *Environmental Management* 36: 899–917.
- GIMONA, A. – MESSENGER, P. – OCCHI, A. (2009): CORINE-based landscape indices weakly correlate with plant species richness. – *Landscape Ecology* 24: 53–67.
- GOETZ, S. – FISKE, G. (2008): Linking the diversity of stream biota to landscapes in the mid-Atlantic USA. – *Remote Sensing of Environment* 112: 4075–4085.
- HOPKINS, R.L. – BURR, B.M. (2009): Modeling freshwater fish distributions using multiscale landscape data: a case study of six narrow range endemics. – *Ecological Modeling* 220: 2024–2034.
- HORVAI, V. – CZIROK, A. – GYULAVÁRI, H. (2009): Az *Asellus aquaticus* (Isopoda) és a felemáslábú rákok (Amphipoda) tömegességének alakulása a Völgységi-patak hossz-szelvényében. – *Acta biologica debrecina Supplementum oecologica hungarica* 20: 107–114.
- HORVÁTH, F. – POLGÁR, L. (2008): MÉTA SQL expert interface and access service. – *Acta Botanica Hungarica* 50(Suppl.): 35–45.
- HORVÁTH, F. – MOLNÁR, ZS. – BÖLÖNI, J. – PATAKI, ZS. – POLGÁR, L. – RÉVÉSZ, A. – OLÁH, K. – KRASSER, D. – ILLYÉS, E. (2008): Fact sheet of the MÉTA Database 1.2. – *Acta Botanica Hungarica* 50 (Suppl.): 11–34.
- HUTCHENS, J.J. – SCHULDT, J.A. – RICHARDS, C. – JOHNSON, L.B. – HOST, G.E. – BRENNEMAN, D.H. (2009): Multi-scale mechanistic indicators of Midwestern USA stream macroinvertebrates. – *Ecological Indicators* 9: 1138–1150.
- LI, S. – GU, S. – LIU, W. – HAN, H. – ZHANG, Q. (2008): Water quality in relation to land use and land cover in the upper Han River Basin, China. – *Catena* 75: 216–222.
- LI, H. – WU, J. (2004): Use and misuse of landscape indices. – *Landscape Ecology* 19: 389–399.

- LUDWIG, J.A. – BASTIN, G.N. – WALLACE, J.F. – MCVICAR, T.R. (2007): Assessing landscape health by scaling with remote sensing: when it is not enough? – *Landscape Ecology* 22: 163–169.
- MILNE, R.J. – BENNETT, L.P. (2007): Biodiversity and ecological value of conservation lands in agricultural landscapes of Southern Ontario, Canada. – *Landscape Ecology* 22: 639–642.
- MOLNÁR, ZS. – BARTHA, S. – SEREGÉLYES, T. – ILLYÉS, E. – BOTTA-DUKÁT, Z. – TÍMÁR, G. – HORVÁTH, F. – RÉVÉSZ, A. – KUN, A. – BÖLÖNI, J. – BIRÓ, M. – BODONCZI, L. – DEÁK, Á.J. – FOGARASI, P. – HORVÁTH, A. – ISÉPY, I. – KARAS, L. – KECSKÉS, F. – MOLNÁR, CS. – ORTMANN-NÉ AJKAI, A. – RÉV, SZ. (2007): A grid-based, satellite-image supported, multi-attributed vegetation mapping method (MÉTA). – *Folia Geobotanica* 42: 225–247.
- MOLNÁR, ZS. – HORVÁTH, F. (2008): Natural vegetation based landscape indicators for Hungary I.: critical review and the basic „MÉTA” indicators. – *Tájökológiai Lapok* 6(1–2): 61–75.
- NASH, M.S. – HEGGEN, D.T. – EBERT, D. – WADE, T.G. – HALL, R.K. (2009): Multi-scale landscape factors influencing stream water quality in the state of Oregon. – *Environmental Monitoring and Assessment* 156: 343–360.
- OTTE, A. – SIMMERING, D. – WOLTERS, V. (2007): Biodiversity at landscape level: recent concepts and perspectives for multifunctional land use. – *Landscape Ecology* 22: 639–642.
- PARK, Y.-S. – GRENOUILLET, G. – ESPERANCE, B. – LEK, S. (2006): Stream fish assemblages and basin land cover in a river network. – *Science of the Total Environment* 365: 140–153.
- PARSONS, M. – THOMS, M.C. (2007): Hierarchical patterns of physical-biological associations in river ecosystems. – *Geomorphology* 89: 127–146.
- ROTH, N.E. – ALLAN, D. – ERICKSON, D.E. (1996): Landscape influences on stream biotic integrity assessed at multiple spatial scales. – *Landscape Ecology* 11: 141–156.
- SÁLY, P. – ERŐS, T. – TAKÁTS, P. – KISS, I. – BIRÓ, P. (2009): Tájleptékű, lokális és térbeli tényezők relatív jelentősége kisvízfolyások halegyütteseinek szerveződésében a Balaton vízgyűjtőjén. In: KÖRMÖCZI L. (szerk): 8. Magyar Ökológus Kongresszus – Előadások és posztterek összefoglalói, p. 192.
- SHANDAS, V. – ALBERTI, M. (2009): Exploring the role of vegetation fragmentation on aquatic conditions: Linking upland with riparian areas in Puget Sound lowland streams. – *Landscape and Urban Planning* 90: 66–75.
- SONG, M. – LEPRIEUR, F. – THOMAS, A. – LEK-AMONG, S. – CHON, T. – LEK, S. (2009): Impact of agricultural land use on aquatic insect assemblages in the Garonne river catchment (SW France). – *Aquatic Ecology* 43(4): 999–1009.
- TEN BRINK, B. (2000): Biodiversity indicators for the OECD environmental outlook and strategy: A feasibility study. National Institute of Public Health and the Environment, Bilthoven, The Netherlands. 52. pp.
- UTZ, R.M. – HILDEBRAND, R.H. – BOWARD, D.M. (2009): Identifying regional differences in threshold responses of aquatic invertebrates to land cover gradients. – *Ecological Indicators* 9: 556–567.
- VÍZÜGYI ÉS KÖRNYEZETVÉDELMI IGAZGATÓSÁG (2009): A Víz Keretirányelv hazai megvalósítása. Vízgyűjtő-gazdálkodási Terv. A Duna vízgyűjtő magyarországi része. pp. 427. (www.vizeink.hu)
- YATES, A.G. – BAILEY, R.C. (2010): Improving the description of human activities potentially affecting rural stream ecosystems. – *Landscape Ecology* 25: 371–382.