

XXXII. OTDK Biológia Szekció

A Mecsek hegység és a Dél-Zselic
forrásgyepjeinek florisztikai,
szüntaxonómiai és ökológiai vizsgálata

Deme Judit¹

Biológia BSc 2012-es évfolyam

Témavezetők: Csiky János¹, Lengyel Attila²

¹Pécsi Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Biológiai
Intézet, Ökológiai Tanszék

²Magyar Tudományos Akadémia, Ökológiai Kutatóközpont,
Ökológiai és Botanikai Intézet

Tartalomjegyzék

1. Bevezető	
1.1. Általános bevezetés.....	3
1.2. Magyar szüntaxonómiai rendszer.....	4
1.3. Irodalmi áttekintés.....	5
2. Célkitűzés.....	7
3. Anyag és módszer	
3.1. A vizsgált terület.....	8
3.2. Vizsgálati módszerek, a kutatás menete.....	10
4. Eredmények és értékelésük	
4.1. Moha-és edényes növényfajok gazdagsága, veszélyeztetettsége.....	13
4.2. Abiotikus tényezők hatása a fajgazdagságra.....	13
4.3. Klasszifikáció.....	14
4.4. Forrásgyepek különleges állatfajai.....	26
5. Összefoglalás.....	27

Mellékletek

Irodalom

Köszönetnyilvánítás

Függelék

1. Bevezető

1.1. Általános bevezetés

Bár a források hazánkban „ex lege” védelmet élveznek (Magyar Közlöny 1996/53), a környékükön kialakuló forrásgyep-társulások (*Montio-Cardaminetea* Br.-Bl. & Tx. 1943) hazai florisztikai, társulástani és ökológiai kutatása jelentős lemaradásban van a szomszédos országokhoz képest. Ezek a társulások Magyarországon mind kipusztulással veszélyeztetett (CR) vagy aktuálisan veszélyeztetett (EN) kategóriába tartoznak, fokozott védelemre javasoltak (BORHIDI & SÁNTA 1999). Mindezekon kívül az élőhelyvédelmi irányelvben a 7220-as kóddal azonosítható meszes forrásgyepek Natura 2000-es jelölő élőhelyek is (HARASZTHY 2014).

A forrásgyepeket komolyan veszélyeztetik az antropogén hatások (források befoglalása, turizmus, szakszerűtlen erdőgazdálkodás miatti talajerózió, környezetszennyezés, bányászati vízemelésekkel kapcsolatos karsztvízszintsüllyedés), valamint a vadállomány (RÉDEI 1997, BORHIDI & SÁNTA 1999). Az zavarás negatív hatása jobban érinti a mohákat, mint az edényes növényeket; mivel az előbbiek közvetlenebb kapcsolatban vannak a talajjal, alapközzel, forrásvízzel, ezért hamarabb reagálnak a környezeti változásokra is (SPITALE *et al.* 2009).

Mindezek miatt a forrásgyepek Európa legveszélyeztetettebb élőhelyi közé tartoznak, ám védelmük csupán akkor lehetséges, ha kellő mennyiségű és minőségű információval rendelkezünk róluk, kutatásuk ezért mindenképpen indokolt (SEKULOVÁ *et al.* 2011).

A forrásgyepek domb- és hegyvidékek forrásainak előterében kialakuló gyepes társulások, melyeknek fontos jellemzői a hűvös mikroklíma, a hideg, tiszta, oxigénben gazdag víz jelenléte, a vízzel átitatott talaj. Ezek a tényezőknek köszönhetően növényfajaik gyakran szubatlantikus, boreális, alpin elterjedésűek (BORHIDI & SÁNTA 1999). A forrásgyepek gyakran jelentősen elütnek környezetüktől, növényzetük más szerkezetű és összetételű, mint az őket körülvevő vegetáció (BORHIDI 2003). A phanerophyta fajok gyakran hiányoznak az állományokból, míg a különböző mohafajok nagy számban, változatosságban, mennyiségben képviseltetik magukat; némely faj, nemzetség előfordulása csupán a forrásgyepi élőhelyekre korlátozódik (KLIMENT *et al.* 2008, ZECHMEISTER & MUCINA 1994). Néha találkozhatunk a „forrásláp” elnevezéssel is (feltörő rétegvizek felett kialakuló, kis kiterjedésű lápok, melyekben az oxigéndús víz hatására a tőzeg jelentős mértékben lebomlott állapotban található), ám mivel a forrásgyepekben a tőzégképződés átmeneti vagy hiányzik, *Montio-Cardaminetea* társulások esetében a „forrásgyep” név használata a helyes. Említésre méltó, hogy a nemzetközi nomenklatura is megkülönbözteti a két kifejezést:

Quellmoore=forrásgyep; Quellflur=forrásláp (LÁJER 1998). A források speciális élőhelyet nyújtanak számos állatfajnak, melyek főként állandó hőmérsékletigényű, kistermetű fajok (HAVASSY & KISS 2001). A dolgozat tárgyát képező forrásgyeppek területén előforduló fogyasztók többnyire sztenők (szűktűrűsű) fajok, melyek az adott források, patakok, vizek állandó hőmérsékletét, kémiai összetételét igénylik. Különböző gerinctelen taxonok képviseltetik itt magukat: örvényférgek (*Turbellaria*), csigák (*Gastropoda: Prosobranchiata*), felemáslábú rákok (*Crustacea: Amphipoda*). Nagy számban vannak jelen bizonyos rovarok: szitakötők (*Odonata*), kérészek (*Ephemeroptera*), álkérészek (*Plecoptera*), tegzesek (*Trichoptera*) (BORHIDI & SÁNTA 1999).

1.2. Magyar szüntaxonómiai rendszer

A forrásgyeppek hazai rendszere a nemzetközi trendet követve a kezdetektől egy osztályt (*Montio-Cardaminetea* Br.-Bl. et Tx. 1943) és egy rendet (*Montio-Cardaminetalia* Pawl. 1928) különített el (SOÓ 1964). Ezen belül sokáig csak két csoportot tartottak számon, a mészkerülő *Cardamineto-Montion* Br.-Bl. 1925-öt és a meszes *Cratoneurion commutati* W. Koch 1928-at (SOÓ 1964). A legújabb magyarországi rendszerek (BORHIDI & SÁNTA 1999, BORHIDI 2003, BORHIDI *et al.* 2012) egy osztályt, egy rendet, három csoportot, ezeken belül pedig négy társulást tartalmaznak. A három csoport nevének magyar megfelelői: az árnyas (*Caricion remotae*), a mészkerülő (*Cardamino-Montion*) és a meszes forrásgyeppek (*Cratoneurion commutati*) (1. táblázat). Ez a szisztéma azonban (ellentétben például a csehorszáigival), bár nagy vonalakban összeegyeztethető a korábbi nemzetközi eredményekkel (ZECHMEISTER & MUCINA 1994), modern statisztikai elemzésekkel nem támogatott rendszer. Éppen ezért a hazai forrásgyeppek társulástani elemzése előtt és/vagy során indokoltnak tűnik más, geográfiai adottságainkból adódóan főként a közép-európai, aktuális, statisztikai alapokon nyugvó szüntaxonómiai rendszerek tanulmányozása, kritikai vizsgálata is (HÁJKOVÁ & HÁJEK 2011).

1. táblázat. A legfrissebb hazai szüntaxonómiai rendszer forrásgyepekre vonatkozó részlete
(BORHIDI *et al.* 2012).

<i>Montio- Cardaminetea</i> Br.-Bl. & Tx. 1943
<i>Montio- Cardaminetalia</i> Pawl. 1928
<i>Caricion remotae</i> Kastner 1941
<i>Cardaminetum amarae</i> Br.-Bl. 1925
<i>Cardamino- Chrysosplenietum alternifolii</i> Maas 1939
<i>Cardamino- Montion</i> Br.-Bl. 1928
<i>Montio- Bryetum schleicheri</i> Br.-Bl. 1925
<i>Cratoneurion commutati</i> Koch 1928
<i>Carici lepidocarpae- Cratoneuretum filicini</i> Kovács & Felföldy 1960 corr. Soó 1971

1.3. Irodalmi áttekintés

Az első magyarországi forrásgyepi felmérések a XX. század közepéről származnak, azonban a hazai publikált cönológiai *Montio-Cardaminetea* felvételek száma azóta is nagyon alacsony. KOVÁCS és FELFÖLDY (1958) az aszófői Séd mentén írta le a szakma által nemzetközi szinten is elfogadott, provizórikus nevén *Cariceto (flavae)–Cratoneuretum filicini*, később BORHIDI & SÁNTA (1999) által már *Carici lepidocarpae-Cratoneuretum filicini*-ként emlegetett forrásgyepi társulást. PÓCS *et al.* (1958) az Őrségből közölt mészkérülő forrásgyepi (*Montio-Bryetum schleicheri*) felvételeket. A *Cardaminetum amarae* társulást MÁTHÉ & KOVÁCS (1960) a Mátrából jelezte, míg SIMON (2001) *Cardamino-Chrysosplenietum alternifolii* felvételeket közölt a Börzsöny területéről. BORHIDI (1984) az utóbb említett társulás két felvételét már régebben is publikálta a Zselicből. Itt érdemes megemlíteni, hogy a Dél-Zselic területéről és a Mecsekből mindezidáig nem jelentek meg *Montio-Cardaminetea* felvételek, a társulások térségbeli jelenlétéről azonban KEVEY és CSIKY (2012), valamint KIRÁLY *és mtsai* (2008) könyvfejezetéből, valamint HARASZTHY (2014) könyvéből is értesülhettünk.

A magyarországi CoenoDat és az innen exportált adatok alapján a nemzetközi EVA adatbázisban (CHYTRÝ *et al.* 2014). ennél több hazai forrásgyepfelvétel szerepel. Csiky János 2003 és 2007 között az Északi-középhegységben (Litke-Etesi-dombság, Medves, Heves-Borsodi-dombság) és a Mecsekben készített *Cardamino-Chrysosplenietum alternifolii* és *Cardaminetum amarae* felvételeket. Ez utóbbi társulást 2003 és 2004-ben Lájér Konrád is

megtalálta a Bükkben, a Bakonyban és a Közép-Dráva-völgyben. 2004-ben a Bükkben kimutatta a *Montio-Bryetum schleicheri* fragmentális állományait is. A meszes társulást *Carici flavae-Cratoneuretum filicini* néven Daniel Dítě jegyezte fel 2008-ban, Jósvaldönél.

Konkrét felvételek hiányában, nagyobb áttekintő munkákban azonban több területről is jelezték vagy feltételezték a különböző forrásgyepi társulások meglétét. SOÓ (1964) a „*Cardaminetum amarae* (Rübel 12) Br.-Bl.26”-ot a Sátor-hegység, Bükk, Márta, a Dunántúlon Vas, Zala és Somogy megye; a „*Bryetum schleicheri* (Br.-Bl. 26) W. Koch 28, Soó 60b, 61, 62”-t az Őrség (Vasi-hegyhát), Szőce térségéből; „*Carici-Cratoneutum filicini* Kovács-F 58, 60 L, Soó 61, 62”-t pedig a Balaton-vidékről, valamint a Bükkből jelzi. VOJTKÓ (2002) a *Cardaminetum amarae* társulást a Bükk, CSIKY és mtsai (2007) a *Caricion remotae* csoportot a Karancs-Medves, míg SIMON és mtsai (2007) a *Cardamino-Chrysosplenietum* társulást a Zemplén területéről említik. BORHIDI & SÁNTA (1999), BORHIDI (2003), BÖLÖNI és mtsai (2011), valamint BORHIDI *et al.* (2012) mind a négy hazai társulás meglétét jelzi. A Bakonyt, a Gerecsét, a Pilist, a Bükköt, az Aggteleki-karsztot, a Mecseket, a Tapolcai-medencét, a Bakonyalját, a Zselicet, a Gerecse és a Karancs lábát, mint a meszes forrásgyep előfordulási helyét HARASZTHY (2014) listázza.

2. Célkitűzés

Dolgozatom célja a mecseki és dél-zselici forrásgyepek florisztikai és társulástani vizsgálata, illetve bizonyos vízkémiai tényezők (különösen a pH és a konduktivitás) társulásállományokra gyakorolt hatásának kutatása.

Vizsgálataim során a következő kérdésekre kerestem választ:

1. milyen védett, veszélyeztetett növényfajok fordulnak elő az állományokban, milyen környezeti tényezők befolyásolják a diverzitást?
2. milyen forrásgyeptípusok különíthetők el a vizsgálati területen?
3. milyen fajok jellemzik az elkülöníthető típusokat és a térségbeli forrásgyepeket általában?
4. milyen abiotikus tulajdonságokkal jellemezhetők az egyes típusok?
5. milyen eddig leírt típusokkal azonosíthatók a dél-zselici és mecseki forrásgyepek?
6. beilleszthetők-e a térség forrásgyepjei más hasonló módszerekkel előállított szüntaxonómiai rendszerekbe?

3. Anyag és módszer

3.1. A vizsgált terület

A felmérések a Dél-Dunántúl flóraidékén (*Praeillyricum*), pontosabban a Mecsekben és a Dél-Zselic területén készültek forráskifolyóknál, patakok mentén.

A Mecsek a Dél-Dunántúl egyetlen középhegységi jellegű, 545 km² kiterjedésű területe [1], amely a *Sopianicum* (Mecsek és Villányi hegység) flórjárásába tartozik (BORHIDI & SÁNTA 1999). Fő vonulata kelet-nyugati irányban húzódik, kettő vagy három részre tagolják: a Kelet-Mecsekre és a Nyugat-Mecsekre (KEVEY & CSIKY 2012), illetve alkalmanként a kettő összekötő zónájaként is kezelhető Közép-Mecsekre (HORVÁT 1942). Dolgozatomban a Mecsek előbbi, kettős bontását használom. A hegység legmagasabb csúcsa a Kelet-Mecsekben található Zengő (682m). A Mecsek földtani felépítése, éghajlata igen változatos. Szubkontinentális klímájára jellemző, hogy szubmediterrán és szubatlanti hatások hazai viszonylatban jelentősen befolyásolják. Az alapkőzet is sokféle: meszes és mészmentes, üledékes és eruptív kőzetek egyaránt jellemzik. Legjelentősebbek ezek közül a Nyugat-Mecsekben perm és triász kori homokkővek [2], a Közép- és Kelet-Mecsekben a triász és jura kori mészkővek [3]. Mindezek miatt sokféle vegetációtípus tudott kialakulni. A klímazonálisnak számító cseres-tölgyeseken és gyertyános-tölgyeseken, valamint az extrazonális bükkösökön kívül homokkővön többnyire mészkerülő tölgyesek és bükkösök, míg a döntően meszes felszíneken melegkedvelő tölgyesek, szikla- és szurdokerdők, karsztbokorerdők színesítik a tájat. A Mecsek hazánk növényfajokban egyik leggazdagabb térsége, biodiverzitási gócpontja (KIRÁLY és mtsai 2007). A hegység elsősorban a karsztosodó kőzeteknek köszönhetően körülbelül 100 barlanggal rendelkezik, s számos töbrrel, víznyelővel is [1] (BÁTORI 2012). A Mecsekben közel 200 foglalt forrás létezik, ám több mint 1200 vízkifolyásról van tudomásunk. Az itt található források mennyisége, változatossága (pl. alapkőzet, kitettség, tszf. magasság) lehetővé teszi, hogy a forrásgyepek sokféleségét a Mecsek területén vizsgáljuk [4] [5].

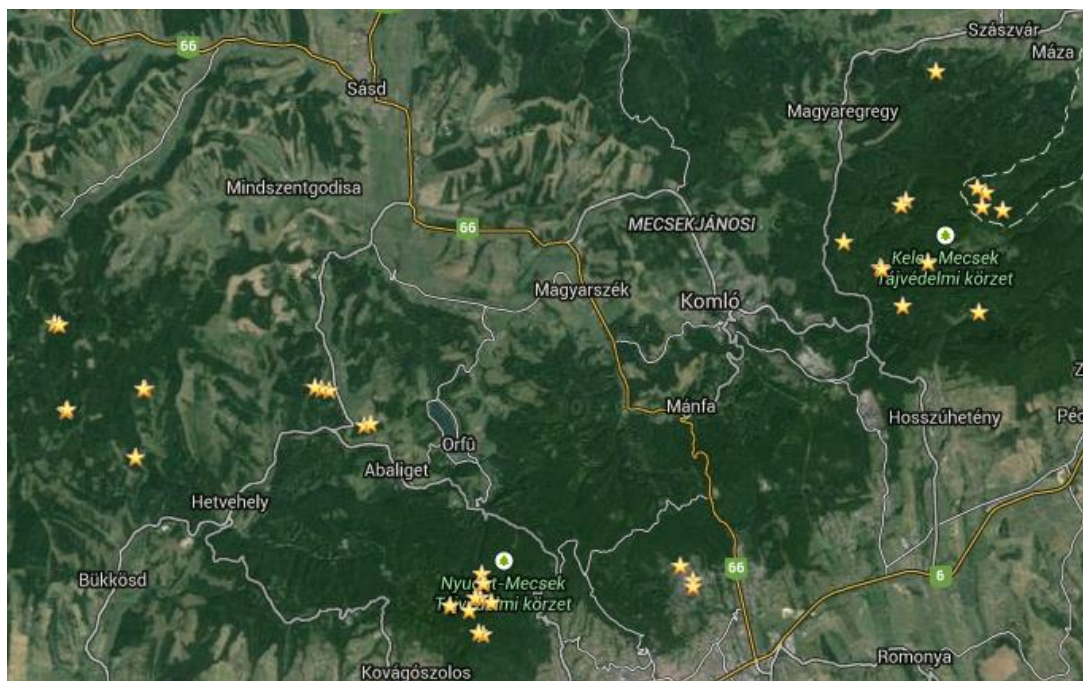
A Zselic a Dunántúli-dombság területén elterülő dombvidék. A széles, lapos dombhátakkal és a közöttük húzódó völgyekkel jellemezhető terület, amelynek kiterjedése 1160 km² [6], a Belső-Somogy (*Somogyicum*) flórjárás területén található (BORHIDI & SÁNTA 1999). Átlagos magassága 200-250m, legkiemelkedőbb pontja a 358m magas Hollófészek, amely a Dél-Zselicben található. Geológiaiailag paleozoikumi kristályos és metamorf kőzetekre rakódott mezozoikumi üledék, majd kainozoikumi tengeri üledéket borító lösz jellemzi [7], de a Dél-Zselic keleti felében triász kori meszes kőzetkibukkanások is előfordulnak (pl. Bükkösd,

Gorica) (KONRÁD és mtsai 2010). Éghajlatáról elmondható, hogy kissé hűvösebb és csapadékosabb a környezeténél (évi átlagos csapadékmennyiség: 700-800mm), enyhe telű, szubmediterrán jellegű. Még mindig nagy kiterjedésű erdőségek borítják [7]. Főként a klíma határozza meg a kialakuló vegetációt; az illír jellegű gyertyános-tölgyesek és bükkösök mellett a cseres-tölgyesek és melegkedvelő tölgyesek szerényebb kiterjedésben fordulnak elő (KIRÁLY *et al.* 2008). Számos forrása, patak jellegű vízfolyása van, amely sajátság itt is jó lehetőséget biztosít a forrásgyepek tanulmányozására [7].

A vizsgálatok során 38 felvétel készült; ez nem 38 egymástól nagy távolságokra eső állományt jelent; több felvétel készült ugyanannak a forrásnak a közelében, vagy egy patak különböző, szivárgóvizes, forrásgyepekkel borított szakaszain. A vizsgált (névvel is rendelkező) források és patakok a következők (a zárójelben szereplő szám az adott forrás /patak környékén készült felvételek számát mutatja):

- a Kelet-Mecsekben a Takanyó-forrás (1), Curgó-forrás (2), Betyár-forrás (1), Iharos-kút (2), Lencse-forrás (2), Amália-forrás (1), Csöpögő-forrás (1);
- a Nyugat-Mecsekben a Tixi-forrás (1), Rákos-patak (3), Apacsok-kútja (1), Szuadó-forrás (1);
- a Dél-Zselicben az Ödön-forrás (2).

A kelet-mecseki felvételek sín-gödörbeli (1), váralja-árok (1) és püspökszentlászlói (1) felvételekkel egészültek ki. A Nyugat-Mecsekben vizsgáltuk a Szuadó-völgy (1) és a Szörnye-völgy forrásait (1), a Rákos-patak környékén lévő kisebb oldalforrásokat (1), patakokat, az abaligeti (2) állományokat és a Pécs környékén lévő Karolina-külfejtés (3) területén elhelyezkedő, nagyobb bányatóba ömlő és a közelében található kisebb, mesterséges (duzzasztott) tóba folyó forrásokat. Ezt a külfejtést 1968-ban nyitották meg, jura korú fekete szenet bányásztak itt. A fedőközetek közt homokkő, agyagkő, aleurolit, tufit fordul elő, az utóbbiban helyenként kovás-pirites konkréciókkal [8]. A bányát 2004-ben zárták be, a rekultiválandó terület nagyjából 120 hektár, amely 1200m hosszúságban, 600m szélességben terül el [9]. A bányagödörben elhelyezkedő tó vízmélysége kb. 100m [10]. A fentiekén kívül a dél-zselici Husztót (3), Gorica (2), Kán (2), Ibafa (2) közelében, fakadó források is bekerültek a felmért területek közé (**1. ábra**). A felvételezett állományok közötti legnagyobb távolság 30 km, az ezen belül felvételezett 38 mintaterület összesített nagysága 330 m².



1. ábra. A Dél-Zselicben és a Mecsekben felmért forrásgyep-állományok. A sárga csillagok a forrásgyepek helyét jelölik.

3. 2. Vizsgálati módszerek, a kutatás menete

A mintákat a Zürich-Montpellier iskola módszereivel vizsgáltuk (LÁJER *et al.* 2007). A használt kvadrátméret az állományok térbeli adottságainak megfelelően változó volt, többnyire 2m x 2m, 4m x 1m, 4m x 4m. A kvadrátban előforduló növényfajok (mohák és edényes növények) jelenlétén kívül, az edényes növények esetében a %-os borítást is rögzítettük. A mohák borítási viszonyainak becslése azonban problémát jelentett, ui. a mohákat terepen, csupán makroszkopikus bélyegek alapján nagyon nehéz (néha lehetetlen) fajszerint meghatározni. Nehezítő körülménynek számít ilyenkor, hogy a mohafajok igen gyakran keveredve, a párnákban vegyesen, bizonyos fajok csak szálanként fordultak elő, némelyikük pedig olyan apró, hogy szabad szemmel alig látható. Mindezek miatt a mohaborítás becslését nem végeztük el. Az állományokat 2010 és 2014 között legalább két alkalommal, elsősorban a tavaszi és nyári időszakban kerestük fel.

A vízhőfok mellett bizonyos vízkémiai paraméterek (pH, konduktivitás) mérésére is sor került, mivel a *Montio-Cardaminetea*-osztályba tartozó társulások diverzitását legnagyobb mértékben ezek a jellemzők határozzák meg (SEKULOVÁ *et al.* 2011). Általában a mérések terepen elvégezhetőek voltak egy egyszerű műanyag, vízminta vételére szolgáló pohár és egy speciális mérőműszer (Hanna Combo HI98129) segítségével, amely pH, elektromos vezetőképesség (EC) és hőmérséklet mérésére is alkalmas. Ám némelyik állományban

szükséges volt a vízminta begyűjtése, ugyanis a konduktivitás extrém magas értéke a terepi műszer mérési tartományából kiesett. A begyűjtött vízmintákat laborban egy másik eszköz (HACH P/N 44600-00 Conductivity/TDS meter) segítségével mértük meg.

A felvételek megismételhetősége érdekében GPS készülékek segítségével rögzítettük a mintavételi helyek WGS84-koordinátáit és a tengerszint feletti magasságát is, amely bizonyos referenciák alapján szintén meghatározó lehet az állományok szüntaxonómiai besorolásánál (MOLINA 2001). Feljegyeztük továbbá a geomorfológiát, a vegetációs környezetet, az állomány kitettségét, meredekségét, az összes vízborítást, a vízmélyiséget, a szerves anyag, az iszap és a durva törmelék borítását, valamint az aljzat és az alapkőzet jellemzőit. Az állományok térképen való ábrázolása a Google Earth [11] segítségével történt.

A mohafajok határozása ERZBERGER & SCHRÖDER (2013), ORBÁN & VAJDA (1983), SMITH (2004) határozókulcsai alapján történt; a veszélyeztetettségi kategóriákba PAPP *et al.* (2010) Vörös Listája alapján soroltuk be őket. A mohafajok gyűjtését és a felvételek készítését Csiky János, Tóth Antónia és Deme Judit, a határozást Papp Beáta, Peter Erzberger, Deme Judit és Csiky János végezte. Nevezéktan tekintetében PAPP *et al.* (2010) listáját és SMITH (2004) határozókulcsát követtük. Az edényes növények azonosítását KIRÁLY (2009) fűvészkönyve alapján végeztük, a Vörös Listás kategóriákat KIRÁLY (2007) szerint, a védettségi kategóriákat a Magyar Közlöny 128. száma (2012) alapján rendeltük a fajokhoz. Az egyetlen felvételezett (makro)algafaj határozását KRAUSE (1997) kulcsa, a veszélyeztetettségi kategóriába való besorolását NÉMETH (2004) munkája alapján végeztük.

A megjelenő növényfajokat néhány fajcsoport-besorolás alapján is vizsgáltuk: a mohák esetében a TWR-értékeket, stratégiatípusokat (ORBÁN 1984), valamint az L-értékeket és életformatípusokat vettük figyelembe (ELLENBERG *et al.* 1992). Az edényes fajok Raunkiaer-féle életformatípusait, WB-, RB-, LB-értékeit, flóraelem-kategóriákat, szociális magatartástípusokat, a fajok archeofiton vagy neofiton, invazív voltát is figyelembe vettük (HORVÁTH *et al.* 1995, MIHÁLY & BOTTA-DUKÁT 2004, TERPÓ *et al.* 1999).

A statisztikai elemzések során bináris adatokkal dolgoztunk, az adatokat R-környezetből [12] nyertük, a JUICE [13] statisztikai programot is használtuk. A klasszifikációt R-ben, egy *agnes* nevű függvénnyel, tapasztalati alapon a „legjobbna” tartott $\beta=0,25$ -os (PODANI (1997) flexibilitási index-szel végeztük. A dendrogram eredményét a JUICE-ban importáltuk, majd meghatároztuk a csoportonkénti konstans (határérték $\geq 50\%$) és fideles fajok (határérték $\phi \geq 30$). Az eredményeket szinoptikus táblában összesítettük. A társulásokat a különböző irodalmi munkák (BORHIDI *et al.* 2012, HÁJKOVÁ & HÁJEK 2011) alapján határoztuk meg, majd az eredményt nemzetközi, valamint (ha rendelkezésre álltak) korábbi magyar

felvételekkel (CHYTRÝ *et al.* 2014) hasonlítottuk össze, többnyire a diagnosztikus fajok és bizonyos abiotikus tényezők alapján.

Az EVA adatbázisból (CHYTRÝ *et al.* 2014) a vizsgálatokhoz kiszűrt 956 felvétel [14] egy részét sajnos nem tudtuk felhasználni a vizsgálatainkhoz. Értelemszerűen a nálunk nem megtalálható, nem kimutatott társulásokat, főként, melyekben hazánk területén nem élő (például magashegyi) fajok fordulnak elő nagy mennyiségben, kihagytuk az összehasonlításokor. Szintén csökkentette az összehasonlításra felhasznált minták mennyiségét az, hogy az adatbázisban nagyon gyakran nem a társulás neve, hanem egy nagyobb szüntaxonómiai kategória volt feltüntetve (csoport, rend, olykor csak osztály), így ezek a felvételek nem kerülhettek bele a vizsgálatba. Elvégeztük az összehasonlítást az adatbázisban szereplő összes (társulás szintjén meghatározott) csehországi és szlovákiai felvétellel, valamint (amennyiben lehetőség volt rá) a korábbi évek során készített magyarországiakkal. (A felvételek kiválogatása után a konstans (határérték $\geq 50\%$) és fidélis (határérték $\phi \geq 0,30$) fajkészletet elemeztük.)

A mohák és az edényes növények fajgazdagságának változását R-programban, generalizált lineáris modell segítségével végeztük.

4. Eredmények és értékelésük

4.1. Moha- és edényes növényfajok gazdagsága, veszélyeztetettsége

A forrásgyepek fajgazdagságát, a fajok veszélyeztetettségi állapotát vizsgálva a következő eredményekre jutottunk: 48 mohafaj fordult elő a vizsgált területeken, amely a 659 fajt számláló magyar mohafldrának (PAPP *et al.* 2010) 7,28%-a. A fajok több mint 20%-a tipikusan vizes élőhelyekre jellemző; ez egyáltalán nem meglepő, ugyanis a forrásgyepek tipikusan a vizes élőhelyek közé sorolhatóak be. A mohafajok közül 12 rendelkezik LC-att, 3 NT, 1 DD, 2 EN besorolással (PAPP *et al.* 2010). A veszélyeztetett fajok a *Palustriella commutata* és a *Fissidens incurvus* voltak. Az utóbbi csupán egy, az előbbi három állományban fordult elő. Az adathiányos *Philonotis marchica*-nak jelenleg ez az egyetlen aktuális előfordulása hazánk területén (PAPP *et al.* 2010, PAPP *ex verb.*).

Az edényes növényeket tekintve 131 fajt mutattunk ki az állományokban, ez a magyar flóra (KIRÁLY 2009) mindössze 4,8%-át teszi ki. Ezek közül csupán négy faj volt védett, az *Aruncus dioicus*, *Cardamine amara*, *Carex strigosa* és az *Asplenium scolopendrium*. Mindegyikük 5000 Ft-os természetvédelmi értékkel rendelkezik. A Vörös Listán szintén csak négy, a forrásgyepekben általunk felvételezett edényes növényfaj szerepel: *Cardamine flexuosa* (NT), *Catabrosa aquatica* (NT), *Epilobium obscurum* (VU), *Asplenium scolopendrium* (NT).

A felvételekbe egy csillárkamoszat (*Chara globularis*) is bekerült, amely NÉMETH (2005) szerint hazánkban potenciálisan veszélyeztetett (VU) alfafaj. Az edényes növények honossági státusza alapján elmondható, hogy csupán három archeofiton (őjövevény) faj volt megtalálható a vizsgált állományokban: az *Aethusa cynapium* és az *Arctium lappa* egy, a *Solanum nigrum* tizennégy mintában fordult elő (TERPÓ *et al.* 1999). A felmérések során megtalált fajok közül három volt neofiton (újjövevény), azon belül is invazív (özönfaj): az *Ambrosia arthemisifolia*, az *Erigeron annuus* és a *Solidago gigantea* (MIHÁLY & BOTTA-DUKÁT 2004). Ezek a fajok szerencsére mindössze öt mintában, és ott is csak alacsony borításértékekkel szerepeltek.

4.2. Abiotikus tényezők hatása a fajgazdagságra

A forrásgyepek fajgazdagságát számos környezeti paraméter befolyásolhatja: földrajzi elhelyezkedés, hőmérséklet, tengerszint feletti magasság, lombkorona zártsága, szukcessziós stádium, zavarás mértéke, alapkőzet, vízmélység, vízkémiai tényezők, utóbbiak közül különösen a pH és az elektromos vezetőképesség (SEKULOVÁ *et al.* 2011, SPITALE *et al.*

2009). E kérdés kapcsán érdemes külön tárgyalni a mohákat és az edényes növényeket, ugyanis ezek a csoportok eltérő környezeti tényezőkre érzékenyek, más-más tulajdonságok határozzák meg, hogy egy területen milyen fajszámmal jelennek meg.

A pH-t nézve nem sikerült kimutatni jelentős kapcsolatot a mohák esetében, viszont az edényes növényeket tekintve már szignifikáns ($p=0,05$), negatív kapcsolat mutatható ki a fajszám és a pH közt (**1. melléklet**). A forrásgyepek fajgazdagságát azonban a konduktivitás sokkal jelentősebb mértékben befolyásolja. Az elvégzett elemzések alapján a mohák esetében nincs szignifikáns kapcsolat, az edényes növények tekintetében viszont nagyon erős függés ($p=0,001$) figyelhető meg (a vezetőképesség növekedésével csökken a fajgazdagság) (**2. melléklet**). SEKULOVÁ *et al.* (2011) e kérdésben azonban a konduktivitás helyett a pH-t említi legfontosabb tényezőként. SPITALE *et al.* (2009) ennek éppen az ellenkezőjét írja le: a mohák függenek nagymértékben a konduktivitástól, az edényes növények kevésbé.

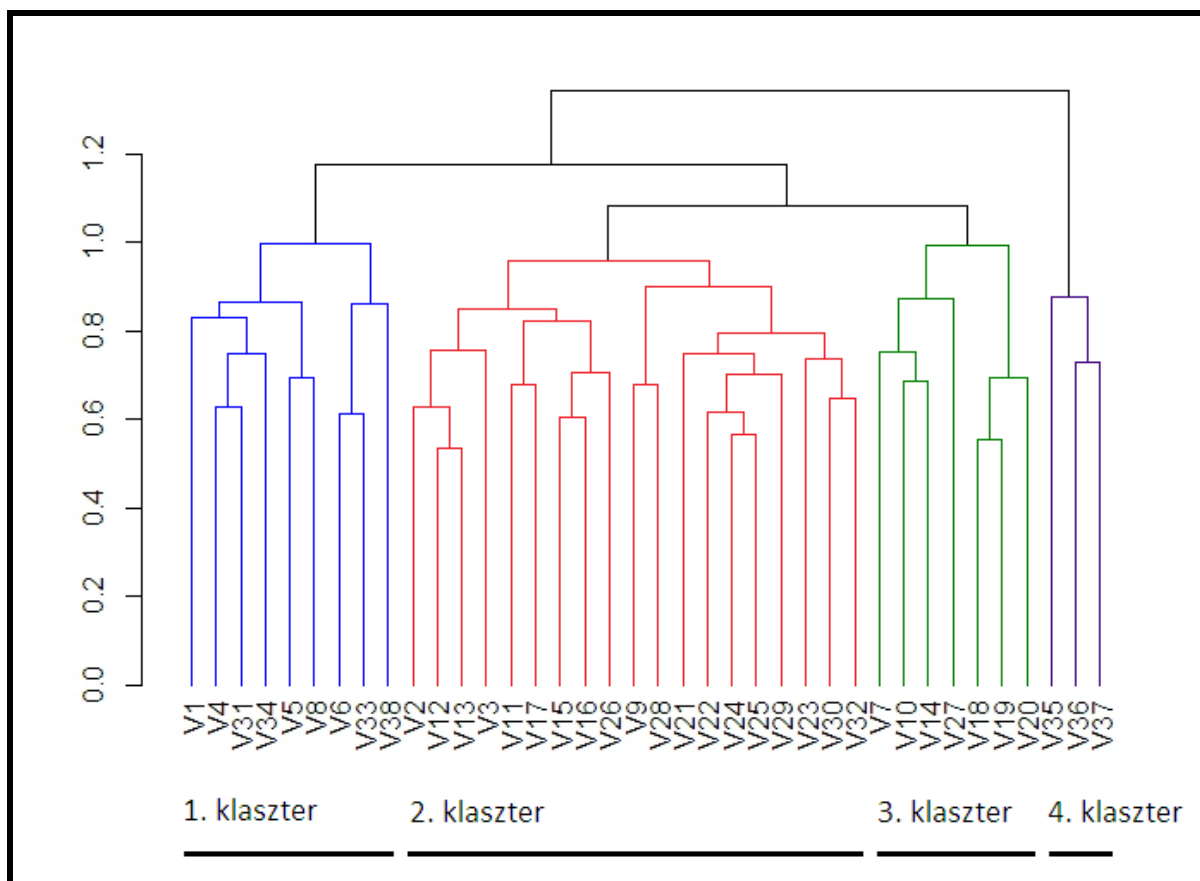
SPITALE *et al.* (2009) megállapításaival ellentétben nem sikerült semmiféle kapcsolatot kimutatni a fajszám és a tengerszint feletti magasság közt, ennek oka bizonyára az, hogy nagyon kicsi (csupán 374m) volt a legnagyobb és a legkisebb magasság közti differencia.

Noha SEKULOVÁ *et al.* (2011) szerint a mohák fajgazdagságára a lejtőszögnek igen jelentős befolyása lehet, a vizsgálati területünkön e szempontból nekünk nem sikerült szignifikáns kapcsolatot kimutatni. Ezzel szemben az edényes növényeket vizsgálva nagyon erős ($p=0,001$) a fajszám és az inklináció nagysága közt: a lejtés mértékének növekedésével meredeken zuhan az előforduló fajok száma (**3. melléklet**).

SPITALE *et al.* (2009) tapasztalataival összhangban a legalacsonyabb fajszám (mind a mohák, mind az edényes növények terén) a leginkább degradált, legzavartabb helyen, a külfejtés területén volt (**4. melléklet**).

4.3. Klasszifikáció

A klasszifikáció eredményeként kapott dendrogram 4 fő klaszterre oszlik (**2. ábra**). Ezek egy kivételével szüntaxonómiai egységekkel is azonosíthatók. A csoportok részletes bemutatását, társulástani megnevezését az alábbiakban részletezem.



2. ábra. A dél-zselici és mecseki forrásgyep-állományok dendrogramja

Az 1. klaszterbe kilenc minta tartozik (**2. ábra**).

Frekvens fajok (határérték $\geq 50\%$): *Brachythecium rivulare*, *Chrysosplenium alternifolium*, *Circaea lutetiana*, *Cratoneuron filicinum*, *Galeobdolon luteum*, *Geranium robertianum*, *Urtica dioica*.

Fidélis fajok (határérték $\phi \geq 0,30$): *Atropa bella-donna*, *Brachythecium rivulare*, *Circaea lutetiana*, *Conocephalum conicum*, *Cratoneuron filicinum*, *Dryopteris filix-mas*, *Galeobdolon luteum*, *Galium odoratum*, *Geranium robertianum*, *Palustriella commutata*, *Plagiomnium rostratum*.

Ebben a csoportban csak a mohák között találunk forrásgyepi karakterfajokat (HÁJKOVÁ & HÁJEK 2011), az edényes növényfajok (*Chrysosplenium alternifolium* kivételével) többsége a nedves, üde élőhelyeken általánosan elterjedt taxonokhoz tartozik.

A HÁJKOVÁ & HÁJEK (2011) által említett *Lycopodo europaei-Cratoneurion commutai* Hadač 1983 csoportba tartozó *Brachythecio rivularis-Cratoneuretum* Dierßen 1973 társulás diagnosztikus fajkészletéből a mintáinkban megtalálható a *Carex pendula*, a *Brachythecium rivulare*, a *Palustriella commutata* és a *Pellia endiviifolia*. Az ott megadott konstans fajok

listájából az első klaszter állományaiban a névadó *Brachythecium rivulare* hasonló szerepet játszik, a *Palustriella commutata* viszont nálunk csak fideles faj. Az utóbbi, Magyarországon ritka, visszaszoruló, veszélyeztetett faj lévén (PAPP *et al.* 2010), csak néhány állományban fordult elő, habár a meszes forrásgyepek többsége a számára megfelelő életfeltételeket biztosíthatta volna. Akadályozhatja e moha terjedését az is, hogy az aktuális állományok az élőhelyfoltok kis méretéhez képest viszonylag elszigeteltek, nagy távolságra helyezkednek el egymástól. HÁJKOVÁ & HÁJEK (2011) állításának megfelelően több mintában a szintenkénti összehasonlítás alapján a mohák uralkodtak az edényes növények felett.

Mindezek alapján az 1. klaszter felvételei a *Brachythecio rivularis-Cratoneuretum*-mal azonosíthatók. Több felvétel HÁJKOVÁ & HÁJEK (2011) formális definíciójának is megfelel. Sem a társulást, sem a csoportot nem mutatták ki korábban hazánk területéről, viszont a legújabb csehországi szisztémában szerepelnek, sőt, a csoport jelenlétét Németország, Ausztria, Szlovákia területén is jelezték, s valószínűleg Horvátországban, Bulgáriában, Görögországban is előfordul (HÁJKOVÁ & HÁJEK 2011). A rendelkezésünkre bocsátott EVA adatbázis (CHYTRÝ *et al.* 2014) csak csehországi (társulás szinten azonosított) *Brachythecio-Cratoneuretum* felvételeket tartalmaz.

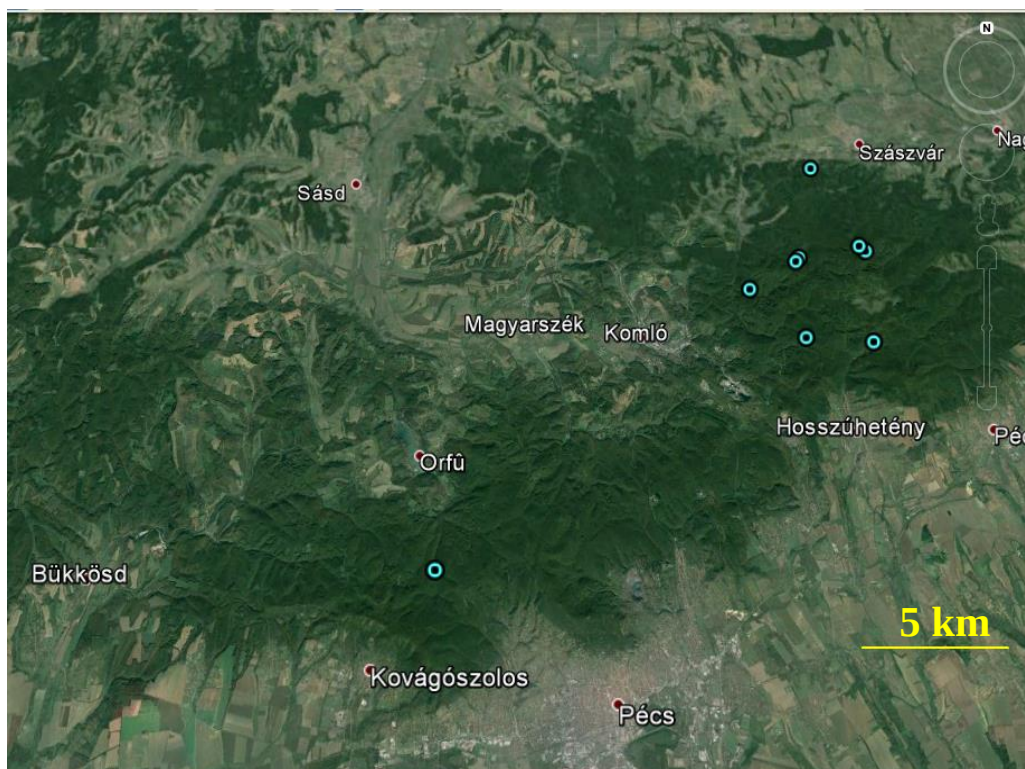
Az abiotikus tényezőket nézve is kitűnnek fontos különbségek a többi klaszterhez képest. A mohák vízigényét vizsgálva szembevetendő, hogy a nedvességjelző, rövid elárasztást is tűrő fajok vannak túlsúlyban, ám az edényes növényeket tekintve sok félüde termőhelyet kedvelő faj is előfordul (5. és 6. melléklet). A mohaszintben az árnyékos, félárnyékos helyeket kedvelő fajok vannak jelen nagyobb mennyiségben, s hasonló tendencia figyelhető meg az edényes növényfajok esetében is: a félárnyéknövények, valamint enyhe árnyékolást kedvelő fajok képviseltetik magukat nagyobb számban (7. és 8. melléklet). Ez is alátámasztja a helyes diagnózist, miszerint a *Brachythecio-Cratoneuretum* esetében erdei társulásról van szó, az állományok mindig a lombkorona legalább részleges árnyékolásában, erdei szituációban jelennek meg (HÁJKOVÁ & HÁJEK 2011).

A vízkémiai mérések alapján a pH-érték viszonylag magas volt (átlagosan 8,28 pH), akárcsak az átlagos konduktivitás (666,44 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$). Ennél a típusnál az alapkőzet, aljzat szinte mindig mészkő, mésztufa volt (csupán ritkán fordult elő iszap, dolomitmárga). A meszeség szoros összefüggésben van a pH-érték magasságával (VALACHOVIČ & JANOVIČOVÁ 1999), ennek megfelelően az előforduló fajok között (az indifferensek mellett) a bázikusságot, meszeséget jelző fajok jelentek meg nagy mennyiségben (pl. *Cratoneuron filicinum*, *Palustriella commutata*).

A szociális magatartástípusokat nézve a generalisták és a zavarástűrő fajok dominálnak, nagy mennyiségben jelennek meg a kompetítorok és a specialisták is, viszont hiányoznak a természetes gyomfajok és az agresszív kompetítorok (**9. melléklet**).

A jelenlegi magyar rendszerben is szerepel egy meszes forrásgyepi társulás, a *Cratoneurion commutati* csoportba tartozó *Carici lepidocarpae-Cratoneurion filicini* (**1. táblázat**). Az erre jellemző edényes növények, pl. a *Carex lepidocarpa* és az *Eriophorum latifolium*, a vizsgálati területen nem is fordulnak elő. Mindezekon kívül alapvető ökológiai különbséget jelent a két meszes forrásgyepi társulás és a társuláscsoportjaik esetében az a tény, hogy míg a *Cratoneurion commutati* és a *Carici lepidocarpae-Cratoneurion filicini* inkább nyílt (gyakran lápi) termőhelyek közelében, addig a *Lycopodo europaei-Cratoneurion commutati* és a *Brachythecio rivularis-Cratoneurion* állományok erdei mésztufagátak környezetében fordulnak elő. Ennek köszönhetően fajkészletük olyannyira eltérő, hogy más-más asszociációcsoportba is tartoznak. A két csoportot vizsgálva altitudinális tagolódás is megfigyelhető: míg a *Cratoneurion commutati* elsősorban magas, főként mészkőhegységekben fordul elő (pl. Nyugati-Kárpátok), addig a *Lycopodo-Cratoneurion commutati* (csakúgy, mint a *Caricion remotae*) ezekről a magasabb területekről hiányzik, inkább alacsonyabb, szubmontán régiókban gyakori, tehát magassági vikariáns csoportoknak tekinthetők (KLIMENT *et al.* 2008).

A *Brachythecio rivularis-Cratoneurion* állományai a vizsgálati területen csupán a Mecsekben kerültek elő, a Dél-Zselicből hiányoznak (**3. ábra**). Ennek elsődleges oka az lehet, hogy a Zselic területén jóval ritkábban fordul elő meszes alapkőzet, mint a Mecsekben, ezért a *Brachythecio rivularis-Cratoneurion* kialakulásához alapvetően szükséges mésztufagátak kialakulására is csekélyebb az esély.



3. ábra. A *Brachythecio rivularis*-*Cratoneuretum* társulás állománjai

A 2. vizsgált klaszter a legnagyobb, 19 állomány tartozik ide (**2. ábra**).

Frekvens fajok (határérték $\geq 50\%$): *Athyrium filix-femina*, *Brachythecium rutabulum*, *Carex remota*, *Circaea lutetiana*, *Chrysosplenium alternifolium*, *Gaeobdolon luteum*, *Polygonum hydropiper*, *Ranunculus repens*, *Rumex sanguineum*, *Urtica dioica*, *Veronica beccabunga*, *Veronica montana*.

Fidélis fajok (határérték $\Phi \geq 0,30$): *Allium ursinum*, *Amblystegium riparium*, *Athyrium filix-femina*, *Brachythecium rutabulum*, *Cardamine flexuosa*, *Circaea lutetiana*, *Ficaria verna*, *Geum urbanum*, *Hypericum tetrapterum*, *Hypnum cupressiforme*, *Mycelis muralis*, *Polygonum hydropiper*, *Prunella vulgaris*, *Ranunculus repens*, *Rumex sanguineum*, *Scrophularia nodosa*, *Urtica dioica*, *Veronica beccabunga*, *Veronica montana*, *Viola reichenbachiana*.

Fajkészlete alapján e csoport nagy hasonlóságot mutat a HÁJKOVÁ & HÁJEK (2011) által lehatárolt *Caricion remotae* csoportba tartozó *Caricetum remotae* társulással. Az asszociáció csehországi diagnosztikus fajai, a *Cardamine flexuosa*, *Carex remota*, *Veronica montana* mind fidelisek voltak a mintáinkban is. A csehországi *Caricetum remotae*-ra jellemző konstans fajok (*Athyrium filix-femina*, *Carex remota*, *Oxalis acetosella*, *Ranunculus repens*) az általunk végzett elemzések alapján is konstansnak bizonyultak (kivételt képez az *Oxalis acetosella*, mely nem érte el az 50%-os előfordulási arányt, de a minták 37%-ában szerepelt).

Ez a forrásmunka a *Carex remota* mellett a *Caltha palustris*-t is említi, mint fontos domináns fajt, ám az ide sorolt mecseki és dél-zselici felvételekből e taxon teljesen hiányzott. Ez a hiány máshol is megfigyelhető, például a szlovákiai *Caricetum remotae* állományok többségében (VALACHOVIČ & JANOVIČOVÁ 1999). A cseh vegetációmonográfiában szereplő formális társulásdefiníció alapján azonban a felvételeink döntő része *Caricetum remotae*-ként azonosítható. A szlovákiai felvételekben más, a mecseki, dél-zselici állományokban szintén megjelenő, diagnosztikus fajt is kiemelnek a szerzők (pl. *Festuca gigantea*, *Rumex sanguineus*). A Nagy-Fátra területén készült felvételek is nagy hasonlóságot mutatnak a hazai mintáinkkal (KLIMENT *et al.* 2008): konstans faj a *Carex remota*, *Chrysosplenium alternifolium*, *Veronica beccabunga*, de gyakori a *Festuca gigantea* is. A mecseki, dél-zselici állományokban a fenti tanulmányban szintén konstansnak jelzett *Geranium robertianum*, *Brachythecium rivulare* csak elenyésző mennyiségben fordul elő.

A *Caricetum remotae* társulást hazánkból korábban nem jelezték, ezért nincsen lehetőség hazai referenciatelvényekkel való összevetésre. Az EVA adatbázisból (CHYTRÝ *et al.* 2014) kölcsönzött 57 felvétel az 1970-es évek végétől bizonyítja a társulás folyamatos jelenlétét az egykori Csehszlovákia területén. Mindezek alapján konstans fajnak csupán a *Carex remota*, *Ranunculus repens*, *Impatiens noli-tangere* bizonyult. Az utóbbi a vizsgálati területen nem kifejezetten gyakori, inkább szórványos faj, a felvételeinkben nem is szerepelt. Említésre méltó, hogy e faj a kiszáradásra, taposásra igen érzékeny, így az időszakos, a vadak által gyakran látogatott források mentén gyakran évekre eltűnik, majd újra felbukkan. A másik két faj viszont a vizsgált klaszter hazai mintáiban tapasztaltakhoz hasonlóan meglehetősen frekvens. Az adatbázisban szereplő külföldi felvételek fideles fajtái a *Carex remota*, *Rumex sanguineus*, *Circaea lutetiana*, a hazai mintákban is hűségesnek bizonyultak.

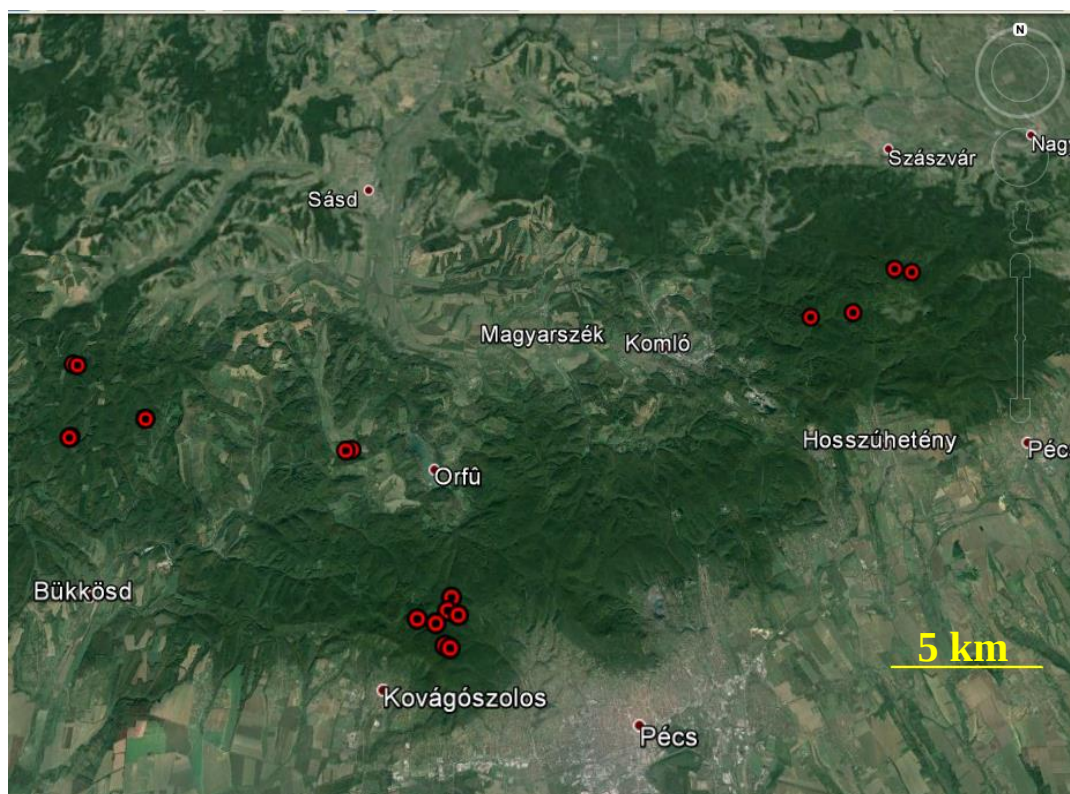
A fenti adatok alapján tehát a 2. klaszter állományai besorolhatóak a *Caricion remotae* csoport *Caricetum remotae* társulásába.

A vizsgált területek abiotikus tényezőit nézve megállapítható, hogy az átlagos pH-érték ebben a klaszterben volt a legalacsonyabb (pH = 7.67) csakúgy, mint az átlagos elektromos konduktivitás (EC = 530,16 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$). Az alapkőzet, aljzat igen változatos volt; előfordult mészkő, pannon üledék, homokkő, iszap, szilikátos törmelék, mésztufa is. A mohák fajkészletét főként a fűlde termőhelyek növényei jellemzik, az edényes növényeket vizsgálva ezeken kívül nagy számban vannak jelen az üde és nedvességjelző fajok (5. és 6. melléklet).

A *Caricion remotae* a montán övben Közép- és Kelet-Európában széleskörűen elterjedt. Főként Közép-Európa hegyvidékein, a Vogézek területén, Magyarországon, a szlovákiai, valamint a romániai Kárpátokban találhatóak meg a társulásai (ZECHMEISTER & MUCINA

1994). Más források szerint viszont inkább szubmontán, alacsonyabb térszíneken jellemzőek, a magasabb területekről hiányoznak (KLIMENT *et al.* 2008). Az asszociációcsoport további két alcsoportra osztható, a *Caricenion remotae* Zechmeister et Mucina 1994-re és *Cratoneuro filicini-Calthenion laetae* (Hadač 1983) Zechmeister et Mucina 1994-re. Az utóbbi inkább Kelet-, míg az előbbi főként Észak- és Közép-Európában található meg; ez utóbbiba tartozik a *Caricetum remotae* is (ZECHMEISTER & MUCINA *lc.*). HÁJKOVÁ & HÁJEK (2011) szerint a *Caricetum remotae* társulás jelenlétét a fentebb említetteken kívül Németországban, Spanyolországban, Romániában is kimutatták.

A *Caricetum remotae* állományok mind a Mecsek, mind a Dél-Zselic területén megtalálhatóak (4. ábra).



4. ábra. A *Caricetum remotae* társulás állományai

A 3. klaszterbe 7 állomány került be (2. ábra).

Frekvens fajok (határérték $\geq 50\%$): *Aegopodium podagraria*, *Angelica sylvestris*, *Carex remota*, *Chrysosplenium alternifolium*, *Cratoneuron filicinum*, *Festuca gigantea*, *Lysimachia nummularia*, *Polygonum hydropiper*, *Ranunculus repens*, *Solanum nigrum*.

Fidélis fajok (határérték $\Phi \geq 0,30$): *Aegopodium podagraria*, *Amblystegium varium*, *Angelica sylvestris*, *Anomodon viticulosus*, *Arctium nemorosum*, *Berula erecta*, *Cardamine amara*, *Carex acutiformis*, *Carex remota*, *Caltha palustris*, *Catabrosa aquatica*, *Chara fragilis*,

Chelidonium majus, *Epilobium hirsutum*, *Equisetum arvense*, *Eucladium verticillatum*, *Geranium phaeum*, *Glechoma hirsuta*, *Hieracium murorum*, *Lygustrum vulgare*, *Lysimachia nummularia*, *Lysimachia vulgaris*, *Lythrum salicaria*, *Myosotis palustris*, *Philonotis marchica*, *Plagiomnium affine*, *Pohlia melanodon*, *Pohlia wahlenbergii*, *Polygonum hydropiper*, *Ranunculus repens*, *Scirpus sylvaticus*, *Solidago gigantea*, *Trifolium hybridum*, *Valeriana dioica*.

Mivel a cseh vegetációmonográfia (HÁJKOVÁ & HÁJEK 2011) szerint a *Caricion remotae* csoportba tartozó *Cardamino-Chrysosplenietum alternifolii* társulás kiemelt diagnosztikus edényes növényfajai (*Cardamine amara*, *Chrysosplenium alternifolium*) megtalálhatóak voltak a minták nagy részében, továbbá konstans fajként volt jelen a *Chrysosplenium alternifolium*, *Ranunculus repens* (a *Cardamine amara* is megjelent több állományban, de nem érte el az 50%-os szintet), a klaszterbe tartozó felvételek szüntaxonómiai azonosítása elvégezhető volt. A meghatározást nehezítette a különböző irodalmi források jelentősen eltérő diagnosztikus fajkészlete (HÁJKOVÁ & HÁJEK 2011, KLIMENT *et al.* 2008, VALACHOVIČ & JANOVIČOVÁ 1999). A felvételeinket összesen 192 EVA adatbázisbeli (CHYTRÝ *et al.* 2014) felvétellel tudtuk összehasonlítani, ezek közül 22 Magyarországról származik. Noha KLIMENT *et al.* (2008) diagnosztikus fajként említi a 3. klaszterben is fidélis *Caltha palustris*-t, az EVA adatbázis felvételeinek egyikében sem szerepel sőt, VALACHOVIČ & JANOVIČOVÁ (1999) meglátása szerint a tipikus állományokból e faj hiányzik. KLIMENT *et al.* (2008) viszont a társulás egyik névadó faját, a *Chrysosplenium alternifolium*-ot nem veszi be a diagnosztikus fajok sorába. Több forrás említi a *Chaerophyllum hirsutum*-ot és a *Stellaria nemorum*-ot, mint konstans fajt (pl. HÁJKOVÁ & HÁJEK 2011, KLIMENT *et al.* 2008), ám ezek a vizsgálati területünkön nem fordulnak elő, éppen ezért a felvételeinkből is hiányoznak. A *Stellaria nemorum* az EVA adatbázis cseh és szlovák vonatkozású felvételeiben nem található meg, ám a *Chaerophyllum hirsutum* a fidélis fajok közé tartozik. Ezekben a forrásokban a *Myosotis palustris* agg. is jelen van, mint konstans faj. A korábbi magyar felvételekben csak nagyon ritkán, az EVA adatbázis cseh, szlovák felvételeiben szintén kis mennyiségben fordul elő. A vizsgálati területünkön viszont viszonylag gyakori, fidélis faj volt. A bekezdésben idézett irodalmak mindegyikében, és az EVA adatok szerint is konstans faj az *Impatiens noli-tangere*, viszont (ahogy a 2. klaszter esetében már említettem) nem található meg a mecseki és dél-zselici felvételekben. HÁJKOVÁ & HÁJEK (2011) szerint, valamint az EVA felvételek alapján is az *Athyrium filix-femina* a konstans fajok közé sorolható, a 3. klaszter felvételeiben azonban viszonylag ritka (vö. KLIMENT *et al.* 2008). Az irodalmi adatokkal összevetve a mohafajokat nézve is tapasztaltunk eltéréseket. A cseh és szlovák felvételekben gyakori

Brachythecium rivulare, *Plagiomnium undulatum*, *Rhizomnium punctatum* az általunk készített felvételekben csak elvétve fordult elő. Mindenesetre, a cseh vegetáciomonográfia (HÁJKOVÁ & HÁJEK 2011) formális társulás definíciója alapján a 3. klaszter felvételeinek többsége a *Cardamino-Chrysosplenietum alternifolii* társulással azonosítható.

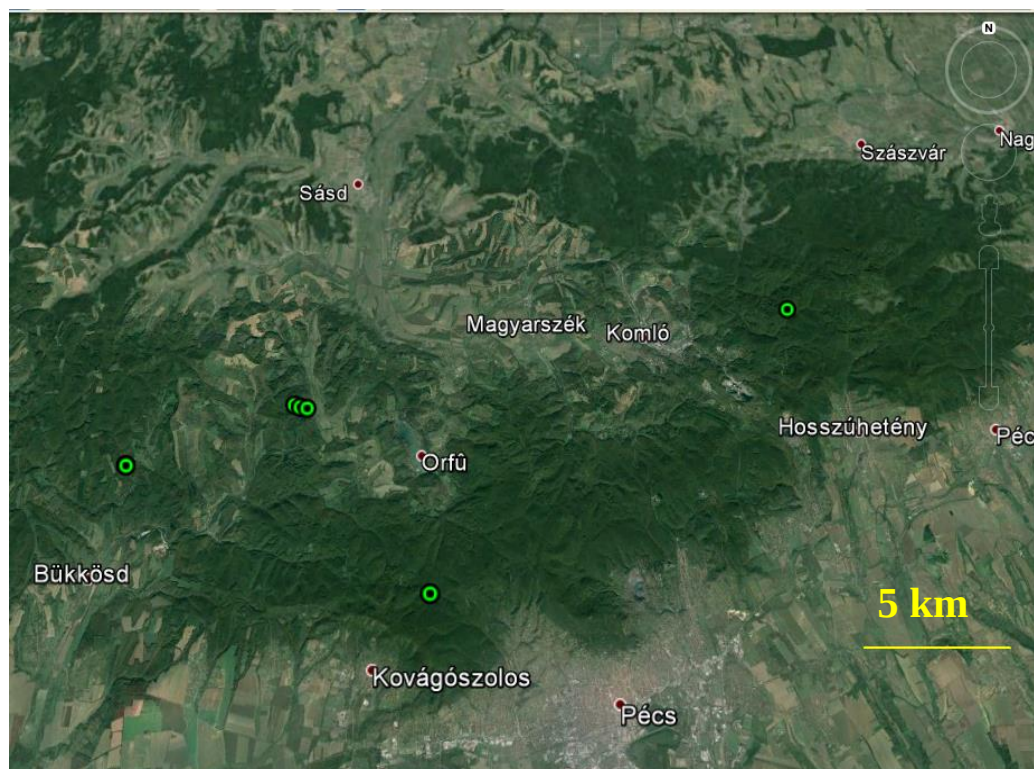
A vízkémiai vizsgálatok során az előző társuláshoz képest magasabb értékeket mértünk mind a pH (átlagos érték: 8,18), mind a konduktivitás esetében (átlagos érték: 698,14 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$). Furcsa módon az utóbbi az 1. klaszter állományaiban mért átlagértéknél is magasabbnak bizonyult; ennek oka valószínűleg az, hogy a *Cardamino-Chrysosplenietum alternifolii*-állományoknál néhány kiugró érték „megnövelte” a vezetőképesség átlagát. A pH-érték nagysága a fajok magas R-, RB-értékében is tükröződik: mind a mohák, mind az edényes növények esetében több volt a mészkedvelő faj, mint a *Caricetum remotae* társulásban (**10. és 11. melléklet**). Ehhez viszonyítva a fajok vízigénye (W-,WB-érték) is magasabb volt (**5. és 6. melléklet**): a mohák többnyire félüde területeket kedvelő, míg az edényes növények többsége nedvesség- illetve talajvízjelző fajok voltak (ám mindkét *Caricion remotae*- társulásnál nagyon változatosak voltak az értékek).

Az aljzat, alapkőzet a 2. klaszterhez hasonlóan nagy változatosságot mutatott: itt is megtalálható volt a mészkő, mésztufa, iszap, pannon üledék, valamint kisebb mennyiségben, kevesebb helyen a homokkő. Ez részben magyarázatként szolgálhat arra, hogy a víz pH-értéke miért volt ebben az esetben magasabb. A pH-érték ugyanis nagyban függ az alapkőzettől, mivel a szilikátos kőzetek a savanyúbb, a meszes kőzetek a bázikusabb tartomány felé tolják el a pH-t (VALACHOVIČ & JANOVIČOVÁ 1999). Bizonyos források szerint ez a társulás mind az alapkőzet, mind a hőmérséklet, a konduktivitás és a pH terén is a legváltozatosabb forrásgyepi szüntaxonok közé tartozik (KLIMENT *et al.* 2008).

Mindezen különbségek ellenére a két *Caricion remotae* társulás (2. és 3. klaszter) nagy hasonlóságot mutat bizonyos mutatók terén. Fajainak szociális magatartástípusairól elmondható, hogy legtöbb a generalista, kicsit kevesebb a zavarástűrő faj, komptítorok és specialisták már kisebb számban fordulnak elő, valamint megjelennek természetes gyomfajok, agresszív kompetítorok is (**9. melléklet**). Ezen állományokban található legtöbb savanyú, enyhén savanyú környezet igénylő faj (ám az értékek továbbra is a lúgos tartomány felé tolódnak) (**10. és 11. melléklet**). A megjelenő fajok fényigénye is hasonló a két társulásban: mélyárnyék-növények nem találhatók a mintákban, kevés az erősen árnyéktűrő faj és a teljes napfénynövény is. Általában az árnyék-félárnyéknövények, valamint a félnapfénynövények a leggyakoribbak (**7. és 8. melléklet**). Amint a csoport magyar neve is utal erre („árnyas forrásgyepek”) (BORHIDI 2003), ezek a szüntaxonok is az erdei forrásgyepek közé tartoznak.

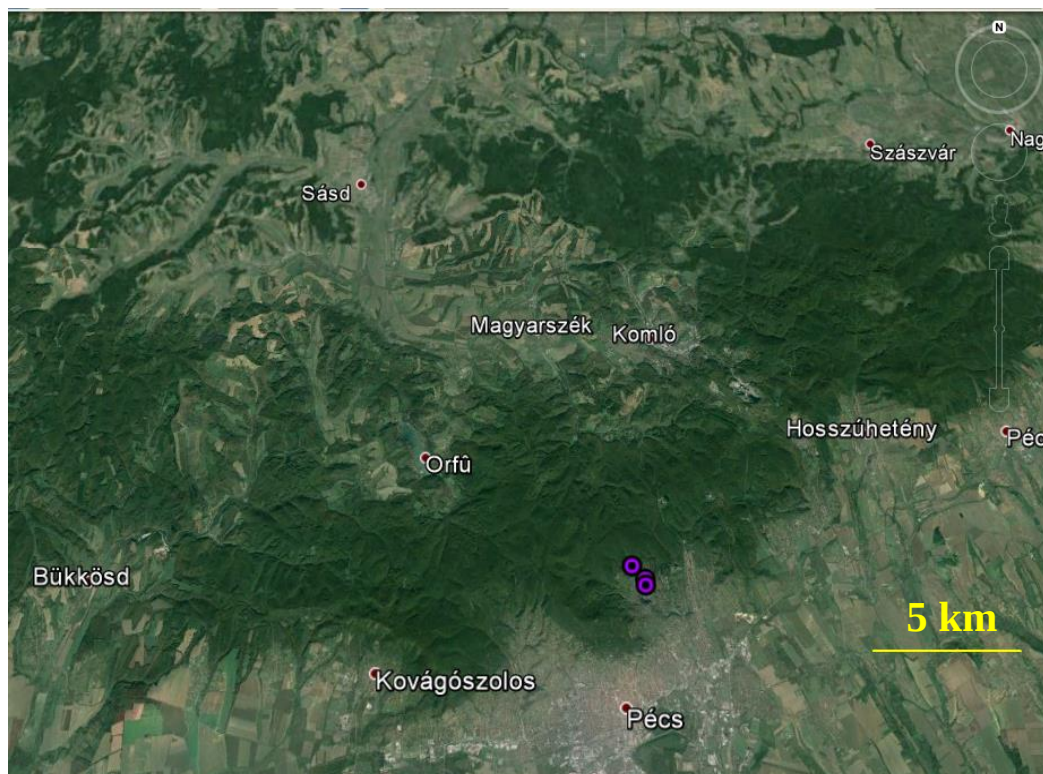
Európa-szerte elterjedt: Németország, Lengyelország, Szlovákia, Ausztria, Románia, Litvánia és Magyarország területéről ismertek adatai (HÁJKOVÁ & HÁJEK 2011). Ahogy arra a bevezetőben is utaltunk már, e társulás hazai jelenlétéről már 1984 óta tudunk (BORHIDI 1984). Érdekes, hogy a legfrissebb magyarországi szüntaxonómiai rendszerben (BORHIDI *et al.* 2012) a *Caricion remotae*-n belül szereplő, *Cardamine amara*-dominanciájú kakukktormás forrásgyep (*Cardaminetum amarae*) a szomszédos országok forrásgyeppel foglalkozó irodalmában már nem, vagy csak synonym-ként szerepel (vö. HÁJKOVÁ & HÁJEK 2011). Annyi bizonyos, hogy a cseh vegetáciomonográfiában szereplő *Caricetum remotae* nem lehet azonos a hazánkból jelzett, dús gyepszintű *Cardaminetum amarae*-val, mivel az előbbi formális társulásdefiníciójában a *Cardamine amara* 5%-nál nagyobb borítással nem lehet jelen, míg az utóbbiban a névadó faj az uralkodó. Említésre méltó, hogy BORHIDI (1984) a Zselicben korábban *Cardaminetum amarae*-ként azonosított felvételeit később *Cardamino-Chrysosplenietum*-ként revideálta. A fenti nehézségek arra utalnak, hogy a *Cardamino-Chrysosplenietum alternifolii* társulás lehatárolása, értelmezése további, országokon átívelő elemzésekre szorul.

A 3. klaszterbe került felvételek a Mecsek és a Dél-Zselic területéről származnak (**5. ábra**).



5. ábra. A *Cardamino-Chrysosplenietum alternifolii* társulás állományai

A 4. klaszterbe csupán három minta került. A felvételek kivétel nélkül a Pécs környéki Karolina-külfejtésben lévő bányatóba ömlő patakok, valamint a közelben lévő mesterséges tóba folyó források mentén készültek (6. ábra).



6. ábra. A Karolina-külfejtésnél készült felvételek

Mivel egymáshoz igen közel, erősen zavart, meddő területen készültek a felvételek, a szukcesszió nagyon korai stádiumában, a fajkészlet igen szegényes volt.

Frekvens fajok (határérték $\geq 50\%$): cf. *Aneura pingius*, *Bryum pseudotriquetrum*, *Dicranella varia*, *Didymodon tophaceus*, *Tussilago fragara*.

Fidélis fajok (határérték $\Phi \geq 0,30$): cf. *Aneura pingius*, *Bryum pseudotriquetrum*, *Calamagrostis epigeios*, *Dicranella varia*, *Didymodon tophaceus*, *Holcus lanatus*, *Marchantia polymorpha*, *Phalaris arundinacea*, *Phragmites australis*, *Populus alba*, *Populus nigra*, *Rhynchostegium riparioides*, *Salix purpurea*, *Tussilago fragara*.

A felsorolt fajok alapján látható, hogy az edényes növények közül szinte kizárólag ruderalis-, gyomfajok, generalisták, valamint vizes élőhelyeket kedvelő, jól terjedő pionír fajok fordultak elő (9. melléklet). A fajszám nagyon alacsony volt a felvételekben (4. melléklet), ez az előbb említett okokon kívül az erős abiotikus stressznek tudható be. A pH-érték átlagosan 8,08 (csupán enyhén lúgos) volt, viszont az átlagos konduktivitásérték elérte a 4480 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ -t. Egy esetben több mint 6000 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ volt mérhető. Az extrém magas értéket az alapkőzetten és a

meddő rétegeken áttörő vízben jelen levő ionok okozzák. Ez már első ránézésre is feltűnő, mivel a talajon, köveken, növényeken jól láthatóak voltak az élénk színű meszes, vasas kiválások, és a vízből kiálló, néhol több mm nagyságú fennőtt kristályok (**12. melléklet**). A növények szubsztrátját többnyire a frissen kiváló mésztufa, az alapkőzetet meddő közettörmelékek (kőszén, pala, homokkő bazalt) alkották.

A 4. klaszterbe tartozó állományok szüntaxonómiai besorolása nem volt lehetséges, mivel egyik szisztémába sem találtam hasonló fajkészlettel rendelkező társulást. Említésre méltó azonban, hogy HÁJKOVÁ & HÁJEK (2011) szerint a *Brachythecio rivularis-Cratoneuretum*-nak létezik egy pionír változata, amelynek fajkészlete a 4. klaszter mintáihoz hasonló. A *Brachythecio-Cratoneuretum* viszont erdei környezetben fejlődik ki tipikus formában. Sajnos ezt a stádiumot képviselő felvételek az EVA adatbázisában (CHYTRÝ *et al.* 2014) sem találhatók, de a leírás alapján a mésztufagátás környezet is arra utal, hogy egy hasonló élőhelyről van szó (HÁJKOVÁ & HÁJEK *lc.*).

Ez a típus az ökológiai vizsgálatok alapján számos tulajdonságban elkülönül a másik három klasztertől. A mohafajok többsége első megtelepedő volt: a szukcesszió kezdeti stádiumában lévő terület, a zavarás erős mértéke, a nagyon erős abiotikus stressz (extrém magas konduktivitás), a rossz minőségű talaj csupán ezeknek a fajoknak képes megfelelő életfeltételeket teremteni itt (**13. melléklet**). A megjelenő fajok talajreakció-értéke (R-, RB-érték) nem meglepő: a meszes környezetnek megfelelően többségük mészkedvelő volt (**10. és 11. melléklet**). A moha- és edényes növényfajokat tekintve is a fényt jobban preferáló taxonok jelentek meg nagyobb mennyiségben, ugyanis a nyílt, fátlan területeken képesek az árnyékot kerülő, többnyire teljes fényben élő fajok is megtalálni életfeltételeiket (**7. és 8. melléklet**).

Az edényes növények tekintetében a szociális magatartástípusokat nézve a kompetitorok és a zavarástűrő fajok dominálnak, a generalisták viszonylag kis számban vannak jelen, ellenben több az agresszív és a ruderalis kompetitor (**9. melléklet**). Az előbb felsorolt jellemzők alátámasztják, hogy a terület erősen degradált, ruderalis terület. A környező (szintén zavart) területekről származó propagulumeső csak ilyen növényzet megtelepedését, ilyen állományok kialakulását teszi lehetővé. Szinte minden életformájú faj megtalálható volt az állományokban, egyik típus képviselői sem fordultak elő kiemelkedő mennyiségben (**14. melléklet**). A flóraelemek vizsgálatakor kitűnik, hogy míg az első három klaszterben pannon-balkáni, szubatlanti, szubmediterrán, atlanti-szubmediterrán színező elemek is megtalálhatóak a felvételekben, a külfejtés állományaiból hiányoznak, viszont nagyobb

arányban jelennek meg az adventív fajok. A fajlista kiemelkedően nagy hányadát az eurázsiai elemek adják (**15. melléklet**).

Forrásgyepek különleges állatfajai

A forrásgyepek természetesen nem csupán florisztikai, cönológiai szempontból érdekes területek, de zoológiailag is, hiszen számos különleges, veszélyeztetett fajnak nyújtanak élőhelyet. A felmérések során három különösen ritka fajjal találkoztunk. A keleti ajtócsiga (*Pomatias rivulare* Eichwald) egy védett csigafaj, eszmei értéke 50000 Ft (Magyar Közlöny 2012/128.). Csupán egy állományban, a Lencse-forrás meszes forrásgyepében került elő. A Dél-Zselictől a Kelet-Mecsekig több forrásgyep környékén találkoztunk a ritka vagy kétsávós hegyiszitakötővel (*Cordulegaster heros* Theischinger). Ennek az endemikus szitakötőfajnak az IUCN besorolása csak veszélyeztetettség közeli (NT), viszont hazánkban fokozottan védett, pénzben kifejezett értéke 100000 Ft (HARASZTHY 2014). A harmadik, talán legérdekesebb faj a szintén fokozottan védett, 100000 Ft-os eszmei értékű (Magyar Közlöny 2012/128.) dunántúli vízfutrinka (*Carabus nodulosus* Creutzer). Egyes munkák a kárpáti vízfutrinka alfajaként emlegetik (*C. variolosus nodulosus*), ám nagyobb összefoglaló könyvek már többnyire két önálló fajként írják le őket. Küllemük, életmódjuk rendkívül hasonló (HARASZTHY 2014). A Szuadó-völgy egy láposodó, *Cardamine amara*-s morotvájában került elő egyetlen példánya. A Mecsekben kipusztultnak hitt fajnak 1961 óta ez az első adata (TALLÓSI *et al.* 2006). A forrásgyepi állományok esetleges pusztulása, leromlása (pl. foglalt források) tehát nemcsak a társulásokat, növényeket veszélyezteti, hanem számos állatfajt is, melyek ezeken a területeken élnek.

Összefoglalás

A forrásgyepekkel foglalkozó hazai kutatás jelentős elmaradásban van a szomszédos országoktól, Magyarországon többfelé találhatók olyan területek, melyekről még nem közöltek forrásgyepi cönológiai felvételeket. Ilyen régió a Mecsek és a Dél-Zselic, melyek területén most 38 felvétel készült. Az állományok három forrásgyepi társulásba sorolhatóak be, melyek a fajkészlet, a fajcsoportok és bizonyos abiotikus tényezők alapján azonosíthatóak:

1. *Brachythecio rivularis-Cratoneuretum*, 2. *Caricetum remotae*, 3. *Cardamino-Chrysosplenietum alternifolii*. Ezek közül csupán a *Cardamino-Chrysosplenietum alternifolii* előfordulása volt bizonyított hazánkban. Az ezzel egy asszociációcsoportba (*Caricion remotae*) tartozó *Caricetum remotae*-t először mutattuk ki Magyarországról, csakúgy, mint az erdei mésztufagátakon fejlődő *Brachythecio rivularis-Cratoneuretum*-ot, amely a hazánkból eddig még nem jelzett asszociációcsoportba, a *Lycopodo europaei-Cratoneurion commutati*-ba sorolható (**2. táblázat**). A nemzetközi tanulmányok eredményeivel összhangban megállapítható, hogy a forrásgyepállományok fajgazdagsága függ néhány általunk is vizsgált környezeti tényezőtől, mint pl. a meredekség, a pH és az elektromos vezetőképesség. Az állományokban számos védett, veszélyeztetett moha- és edényes növényfaj volt megtalálható, továbbá zoológiai kuriózumok is. A forrásgyepi társulások tehát nemcsak élőhelyi különlegességük, hanem ritka növény- és állatfajaik miatt is fokozott védelemre szorulnak. A hazai állományok további, átfogó kutatása szüntaxonómiai szempontból is indokolt lenne.

2. táblázat. A hazai szüntaxonómiai rendszer forrásgyepekre vonatkozó részlete, kiegészítve az újonnan kimutatott kategóriákkal.

***Montio- Cardaminetea* Br.-Bl. & Tx. 1943**

***Montio- Cardaminetalia* Pawl. 1928**

***Caricion remotae* Kastner 1941**

***Caricetum remotae* Kästner 1941**

***Cardaminetum amarae* Br.-Bl. 1925**

***Cardamino- Chrysosplenietum alternifolii* Maas 1939**

***Cardamino- Montion* Br.-Bl. 1928**

***Montio- Bryetum schleicheri* Br.-Bl. 1925**

***Cratoneurion commutati* Koch 1928**

***Carici lepidocarpae- Cratoneuretum filicini* Kovács &
Felföldy 1960 corr. Soó 1971**

***Lycopodo europaei-Cratoneurion commutati* Hadač 1983**

***Bracynthecio rivularis-Cratoneuretum* Dierßen 1973**