# A magyarországi mezofil rétek osztályozása – Módszertan és szüntaxonómia

**Doktori értekezés tézisei**


## LENGYEL ATTILA

Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kar, Biológia Doktori Iskola, Ökológia, Konzervációbiológia és Szisztematika Doktori Program

Témavezető:

**DR. BOTTA-DUKÁT ZOLTÁN**, D.Sc., tudományos tanácsadó

MTA Ökológiai Kutatóközpont, Ökológiai és Botanikai Intézet

A doktori program vezetője:

**DR. PODANI JÁNOS**, az MTA levelező tagja, egyetemi tanár

ELTE TTK Növényrendszertani, Ökológiai és Elméleti Biológiai Tanszék

A doktori iskola vezetője:

**DR. ERDEI ANNA**, az MTA rendes tagja, egyetemi tanár

ELTE TTK Immunológiai Tanszék


Vácrátót, 2015

# Bevezetés

A XX. század második felétől tapasztalható informatikai fejlődés a vegetációtudomány munkastílusában, kérdésfeltevésében és kutatási módszertanában is változásokat hozott (Mucina & van der Maarel 1989, Mucina 1997). A Braun-Blanquet-féle cönológia (Braun-Blanquet 1928, Dengler és mtsai. 2008) közel évszázados története során főleg Európában felvett kvadrátalapú, növényi fajkompozíciós adatokat (cönológiai felvételeket) elektronikus adatbázisokba kezdték gyűjteni, melyek így könnyen elérhető adatforrásokká váltak (Dengler és mtsai. 2011,), s lehetővé tették, hogy a kutatók olyan nagy volumenű vegetációs mintákkal dolgozzanak, amik csaknem elképzelhetetlenek voltak addig, amíg a cönológusok személyes úton vagy szakirodalomból maguk gyűjtöttek adatot a vizsgálataikhoz. Az elérhető adatmennyiség szempontjából megnyílt a lehetőség a durva térléptékű növényzeti mintázatok rutinszerű vizsgálatára. A több száz vagy több ezer felvételt tartalmazó vegetációs minták elemzéséhez elengedhetetlenné váltak a reprodukálható eredményt adó statisztikai módszerek, melyek közül a cönológiai vizsgálatokban elsősorban a többváltozós adatfeltárás eszközei, a klasszifikációs és az ordinációs eljárások terjedtek el (Podani 1997).

Ugyanakkor az új lehetőségek mellett új módszertani akadályok is emelkedtek. A vegetációs adatbázisok sok forrásból származó, különböző célokkal, gyakran nem egységes szemlélettel és tudással gyűjtött felvételeket tartalmaznak, valamint térbeli és időbeli reprezentativitásuk is inkább az adatgyűjtők aktuális érdeklődési körét és lehetőségeit tükrözi, mint a növényzet tényleges változatosságát (Botta-Dukát és mtsai. 2007, Michalcová és mtsai. 2011). A kérdéseink megválaszolásához megfelelő növényzeti minta adatbázisból történő kiszűrése igen körültekintő adatválogatást és újramintavételi technikákat igényel (Knollová és mtsai. 2005).

Az elemzés során ma már a statisztikai módszereknek széles arzenálja áll rendelkezésünkre, közülük azonban egyik sem ad minden esetben elfogadható, ideális eredményt. A kutató szubjektív döntéseire is szükség van az elemzés elvégzéséhez, ezek a döntések viszont jelentős hatást gyakorolnak a végeredményre és a belőlük levonható következtetésekre. Amennyiben azonban mind a mintavétel (beleértve az adatbázisból történő leválogatást), mind az elemzés lépései kellő körültekintéssel történnek, valamint az eredmények értékelése során minta és a módszerek lehetséges torzításait is figyelembe vesszük, valóban születhetnek gyakorlati szempontból is használható, statisztikailag megalapozott vegetációtipológiák, amelyekre több közép-európai országban is látunk példát (pl. Chytrý 2007, Hegedüšová Vantarová & Škodová 2014). Hasonló szintézisek eddig Magyarországon csak néhány vegetációtípusról születtek (pl. Botta-Dukát és mtsai. 2005, Illyés és mtsai. 2009), míg létezik

több olyan növényzeti egység, amelynek a hazai kutatottsága messze elmarad a környező országokban tapasztalhatótól. Ezen elhanyagolt típusok egyike a mezofil kaszálókat és legelőket tartalmazó *Arrhenatheretalia* asszociációrend. Az *Arrhenatheretalia* rendbe tartozó társulásokról első kézből csupán néhány lokális tanulmányból tájékozódhatunk (Juhász-Nagy 1959, Máthé & Kovács 1960, Kovács 1994, Lájer 2002, Lengyel és mtsai. 2012), az országos kitekintésű összefoglalások (pl. Soó 1971, Borhidi és mtsai. 2012) valójában a szűkebb tájegységekről publikált adatokból, külföldi irodalmakból és (bizonyára) saját terepi tapasztalatokból építkeznek. Mivel mind gazdasági, mind természetvédelmi szempontból fontos élőhelytípusról van szó, melynek cönológiai feldolgozásában lényeges lemaradásban vagyunk a többi közép-európai országhoz képest, elmondható, hogy a mezofil gyepek szüntaxonómiai revíziója a hazai cönológia egy sürgető feladata.

A doktori értekezésem célja a magyarországi mezofil rétek szüntaxonómiájának felülvizsgálata statisztikai elemzésekkel, valamint a cönológiai adatbázisokon alapuló kutatások módszertanának fejlesztése. A disszertáció három témát ölel fel:

A vegetációs adatbázisok gyakran torzítottan reprezentálják a növényzet változatosságát. A cseh kutatókkal végzett módszerfejlesztő munkánkban egy új újramintavételi eljárást javasoltunk a cönológiai minták reprezentativitásának javítására. A disszertációm első témája ennek a módszernek bemutatása és tesztelése.

Az adatbázisokból származó felvételek numerikus osztályozása során számos módszertani döntést kell meghoznunk, kezdve az elemzésbe bevonandó felvételek tulajdonságaival, az adatok transzformálásának módján át egészen az értelmezendő felvételcsoportok számáig. Az értekezésem második részében egy olyan tanulmányt mutatok be, amelyben varianciapartíciós megközelítéssel teszteltük, hogy egy szárazgyepi és egy szimulált adatsor osztályozásait bizonyos módszertani döntések mekkora mértékben befolyásolnak.

A hazai mezofil rétek változatosságáról, tipizálásáról és szüntaxonómiájáról igen kevés közlemény látott eddig napvilágot, és a megjelent publikációk sem nyújtottak statisztikailag alátámasztott szintézist a vegetációtípus országos szintű ismeretéről. A dolgozat harmadik részében ezt a hiányt igyekszem betölteni az *Arrhenatheretalia* rend numerikus osztályozáson alapuló, hazai szüntaxonómiai revíziójával.

## Anyag és módszer

### Heterogenitással kötött újramintavételezés (HCR)

Az új módszer a rétegzett random újramintavételt helyettesíti. A cönológiai mintából (mint felvételek halmazából) több random részminta véletlenszerű kiválasztása történik, melyeket a felvételek közti disszimilaritások csökkenő átlagai és növekvő varianciái szerint is sorba rendezünk. A két rangszámot részmintánként összeadva alacsony összeget azok a részminták kapnak, amelyek egymástól jelentősen, de páronként hasonló mértékben különböző felvételeket tartalmaznak. A tényleges elemzésbe a sorrend legelejére kerülő részmintát vesszük be, amely a heterogenitási megkötéseknek köszönhetően egyenletesebben reprezentálja a minta teljes változatossági terjedelmét. A HCR eljárás sztratifikációval kombinálva is alkalmazható, ebben az esetben a rétegen belüli random újramintavételt helyettesíti. A módszer működését különböző struktúrájú, szimulált és valódi adatsorokon vizsgáltuk. Először egy aggregált pontmintázaton végeztünk HCR újramintavételt, majd összehasonlítottuk a heterogenitási kritériumok szerinti rangsor különböző pozícióira került részmintákat. Ezután különböző mértékben aggregált pontmintázatokat generáltunk (véletlenszerű, enyhén aggregált, erősebben aggregált), amelyeken teljesen random, HCR, rétegzett random és rétegzett HCR újramintavételt alkalmaztunk. A kapott részminták térbeli eloszlását Ripley-féle K-függvénnyel hasonlítottuk egymáshoz és egy random referencia mintázathoz. Végül a réti adatsoron végeztünk random és HCR újramintavételt, majd a két részminta felvételeit külön-külön osztályoztuk egy numerikus módszerrel, és összehasonlítottuk a két osztályozás eredményét.

**Az osztályozást befolyásoló módszertani döntések relatív fontossága**

Az elemzéseinket egy valódi szárazgyepi és egy random struktúrájú, szimulált adatsoron végeztük. Mindkettő 80 mintavételi pont nyolc különböző méretű, egymásba ágyazott kvadrátban készült térsorozati felvételét tartalmazta. Mindkét adatsor esetén 200 ismétlésben elvégeztük a 80 mintavételi pont numerikus osztályozását úgy, hogy az elemzés során felmerülő módszertani döntéseket véletlenszerűen hoztuk meg. Ilyen módon véletlenszerűen döntöttünk az egyes mintavételi pontokról az elemzésbe bevont kvadrátok méretéről, a fajok tömegességének transzformálásáról, a felvételek közt számítandó disszimilaritási indexről, az osztályozó algoritmusról, valamint az értelmezendő csoportok számáról. Az így kapott 200 nem-hierarchikus osztályozás közti varianciát távolságalapú redundanciaanalízissel osztottuk fel a módszertani döntések mint magyarázó változók közt, majd teszteltük a magyarázó változók hatásának erősségét. A teljes elemzést külön elvégeztük a szárazgyepi és a szimulált adatokra, valamint egyes változók tágabb és szűkebb tartományát figyelembe véve. A szűk tartományú elemzésekkel azokat az eseteket modelleztük, amikor a lehetséges módszertani döntéseknek csak egy szűkebb tartománya jön szóba gyakorlati szempontok miatt. A modellező megközelítésünk helyességét egy szimulációs elemzéssel ellenőriztük, melyben a

randomizált változók száma, a modell által magyarázott és a nem magyarázott variancia aránya alapján következtettünk arra, hogy a változók randomizálásából fakadó varianciát megfelelően magyarázza-e a modellünk.

### A magyarországi mezofil rétek osztályozása

A kutatásban közreműködők saját felvételei, valamint a CoenoDat adatbázisból hozzáférhető és irodalmi adatokból összeállítottunk egy 2055 felvételt tartalmazó mintát, amely döntően az *Arrhenatheretalia* és a *Brometalia erecti* asszociációrendekhez tartozó felvételeket tartalmazott. Ezt az egyéb vegetációtípusok felvételeinek kiszűrése és eltávolítása, valamint a földrajzilag rétegzett HCR újramintavételezés során 1204 felvételre csökkentettük. A fajok tömegességeit négyzetgyök-transzformáció után használtuk fel az elemzésben. A mintát a PAM nem-hierarchikus módszerrel 60 csoportra osztottuk. A csoportok értelmezésekor csak azokat a felvételeket vettük figyelembe, amelyek sziluettértéke pozitív, azaz besorolásuk a csoportba egyértelmű volt. A csoportok közti kapcsolatokat minimális feszítőfával és ordinációs módszerekkel elemeztük. Az azonos társuláshoz sorolható csoportokat összevontuk, majd differenciális, konstans és domináns fajaikkal, valamint a rendelkezésünkre álló információk alapján termőhelyi, kezelési és történeti hátterükkel ismertettük őket.

## Új tudományos eredmények

### Heterogenitással kötött újramintavételezés (HCR)

**A HCR módszer alkalmas arra, hogy egy torzított növényzeti mintából olyan részmintát kapjunk, amely egy reprezentatívabb minta sajátosságait hordozza a mintaelemek eloszlása tekintetében.** A heterogenitási mutatók szerinti rangsor elejére olyan részminták kerültek, amelyekben a mintaelemek közel egyenletesen oszlottak el a minta által lefedett területen, míg a sorrendben egyre hátrébb egyre inkább aggregált eloszlást mutató részminták kerültek. A különböző újramintavételi eljárások közül mind a rétegzett random, mind a HCR eljárás egyenletesebb eloszlású részmintát adott, mint a teljesen random mintavétel. A leghatékonyabban azonban a sztratifikáció és a HCR módszer kombinálása csökkentette a minta torzítottságát. A mezofil réti cönológiai mintából a HCR eljárással vett részminta osztályozása sikeresen különítette el a minta által reprezentált három gyeptípust, míg a random mintavételről ez nem volt elmondható.

### Az osztályozást befolyásoló módszertani döntések relatív fontossága

**Az osztályozó algoritmusról, a csoportszámról, az átlagos kvadrátméretről és az alkalmazott adattranszformációról meghozott döntések befolyásolják a legnagyobb mértékben az osztályozás kimenetét.** Ezek a változók minden vizsgált esetben jelentős hányadot magyaráztak az osztályozások közötti varianciából, noha a sorrendjük nem volt mindig azonos. Az osztályozó algoritmus és a csoportszám hatásának megítélése a modellező módszertől is függ, ugyanis egyes indexek (pl. Goodman-Kruskal lambda, Cramér-féle V) kontrollálnak az eltérő csoportszámok és csoportméretek hatására, ilyenkor nyilván ezek a döntések kisebb varianciahányadot magyaráznak. Ugyanakkor az osztályozások értelmezésekor általában a gyakorlatban sem elhanyagolható szempont a csoportok száma és méretei.

**Az osztályozó algoritmus, a csoportszám, a kvadrátméret átlaga és az adattranszformáció fontosságát a korábbi vizsgálatok alulbecsülték a disszimilaritási indexéhez képest.** A disszimilaritási index által magyarázott, viszonylag alacsony varianciahányad abban a tekintetben meglepő, hogy a többváltozós adatfeltárás ökológiai alkalmazásainak irodalmán belül a korábbi szerzők nagy hangsúlyt fektettek a disszimilaritási indexek közti különbségek ismertetésére és a megfelelő index kiválasztását segítő szempontok körüljárására. Ehhez képest a tesztünkben jóval fontosabbnak bizonyuló döntések lehetséges hatásairól arányaiban kevesebb közlemény született eddig.

**A kvadrátméretbeli eltéréseknek még akkor is lehet hatása, ha az elemzésbe bevont felvételek területe a hagyományosan alkalmazott és ajánlott mérettartományon belüli.** Erre utal az, hogy a kvadrátméret hatása a szűk tartományon és szárazgyepi adatsoron futtatott elemzésekben is szignifikáns volt, amikor a kvadrátméretek 2 és 4 $m^2$ közötti értéket vettek fel. A kvadrátméret ekkora vagy ennél nagyobb változatossága teljesen általános gyepcönológiai minták esetén, továbbá a kézikönyvek többsége sem ad meg ennél szűkebb tartományt a terepi mintavételi útmutatások közlésekor (vö. Chytrý és Otypková 2003, Van der Maarel 2005, Dengler és mtsai. 2011).

**Az osztályozások közti varianciafelosztás a távolságalapú redundanciaanalízissel és a Pairbonds távolságindexszel lehetséges**. Amikor csökkentettük a randomizált változók számát, s ezzel az osztályozások közti teljes varianciát, a modell által magyarázott variancia is csökkent, míg a nem magyarázott variancia megközelítően konstans maradt. A döntések (és egyben a magyarázó változók) „varianciájának” növelésével az osztályozások közti teljes és a modell által magyarázott variancia arányosan nőtt. Ez arra utal, hogy az osztályozások Pairbonds indexszel kifejezett különbségei lineáris kapcsolatba hozhatók a módszertani

döntésekkel, így a redundanciaanalízis alkalmas az osztályozások és a döntések közti összefüggés modellezésére.

**A magyarországi mezofil rétek osztályozása**

**Az *Arrhenatheretalia* renden belül igazoltuk az *Arrhenatherion* és a *Cynosurion* asszociációcsoportok jelenlétét, és cáfoltuk a *Phyteumo–Trisetion* hazai előfordulását.**

**Az *Arrhenatherion* csoport hazai társulásai a *Pastinaco–Arrhenatheretum*, az *Anthoxantho–Festucetum pratensis*, az *Anthyllido–Festucetum rubrae*, a *Ranunculo bulbosi–Arrhenatheretum*, a *Filipendulo vulgaris–Arrhenatheretum*, a *Tanaceto–Arrhenatheretum* és a *Ranunculo repentis–Alopecuretum pratensis*.** A felsorolás első három tagját tartalmazta a legutóbbi hazai szintézis (Borhidi et al. 2012), melyet statisztikailag megerősítettünk. A további társulásnevekkel a szomszédos országok közleményei alapján azonosítottuk az osztályozásban kapott csoportokat, így elsőként jeleztük őket az országból. Az *Arrhenatherion* termőhelyi változatosságának „közepén" az üde és tápanyagban viszonylag gazdag talajon kialakuló *Pastinaco–Arrhenatheretum* áll. Ennél nedvesebb, láposodó, de alkalmanként akár kiszáradó termőhelyeken, szubmediterrán-szubatlanti klímahatás alatt fordul elő elsősorban a Dunántúlon a *Filipendulo–Arrhenatheretum*, valamint szubmontán-szubkontinentális jellegű vidékeken, elsősorban az Északi-középhegységben az *Anthoxantho–Festucetum pratensis*. A *Ranunculo–Alopecuretum* a mocsárrétek felé mutat átmenetet. Az *Anthyllido–Festucetum rubrae* jelen értelmezés szerint egy nagy változatosságú társulás, amely csapadékos vidékek savanyú, tápanyagszegény talaján kialakuló mezofil réteket tartalmaz. A *Tanaceto–Arrhenatheretum*ba a bolygatás vagy felhagyás miatt gyomos franciaperjések tartoznak.

**A *Cynosurion* csoport hazai társulásai a *Cynosuro–Lolietum*, az *Alopecuro–Festucetum pseudovinae*, az *Anthoxantho–Festucetum pseudovinae* és a *Colchico–Festucetum rupicolae nom. prov.*** A *Cynosuro–Lolietum* korábban *Lolio–Cynosuretum* néven volt ismert a hazai irodalomban, és a tápanyagban gazdag, intenzíven legeltetett, mezofil gyepek társulása. Az *Alopecuro–Festucetum pseudovinae* feledésbe merült a hazai cönológiai irodalomban. Ez a társulás az alföldi, ártéri mocsárrétek túllegeltetése és kiszáradása nyomán alakul ki. Nála kevésbé intenzíven legeltetett típus a száraz és sovány gyepi elemeket is tartalmazó *Anthoxantho–Festucetum pseudovinae*, amelynek főleg az Alföld északkeleti részéről származnak adatai. Jellemzően a kötöttebb talajú öntéstalajokon, ártéri buckatetőkön fordul elő. Hasonló termőhelyen, de még mérsékeltebb legeltetés nyomán alakul ki a több mezofil elemet tartalmazó *Colchico–Festucetum rupicolae* nom. prov. A *Festuco–Cynosuretum* hazai előfordulását, illetve különállását nem tudtuk megerősíteni.

**A *Brometalia erecti* rendben kettő olyan társulást mutattunk ki Magyarországon elsőként, amelyek a mezofil és a félszáraz gyepek közt átmeneti helyzetűek.** A közelmúltban Ausztriából leírt *Filipendulo vulgaris–Brometum erecti* a *Cirsio–Brachypodion* asszociációcsoport tagja és főleg a Nyugat-Dunántúl üde-félszáraz kaszálóin fordul elő. A *Brachypodio–Molinietum arundinaceae* társulást a szlovák és cseh irodalmak lápréti, erdei, sovány gyepi és hegyi réti elemeket is tartalmazó félszáraz kaszálórétként ismertetik, és többnyire a *Bromion erecti*be sorolják. Ezt a társulást az Északi-középhegység magasan fekvő régióiból mutattuk ki. A *Brometalia erecti* többi társulása tekintetében alátámasztottuk Illyés és mtsai. (2007) eredményeit.

## Hivatkozások


Borhidi, A., Kevey, B. & Lendvai, G. (2012): *Plant communities of Hungary*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 544 pp.

Botta-Dukát, Z., Chytrý, M., Hájková, P. & Havlová, M. (2005): Vegetation of lowland wet meadows along a climatic continentality gradient in Central Europe. *Preslia* 77: 89–111.

Botta-Dukát, Z., Kovács-Láng, E., Rédei, T., Kertész, M. & Garadnai, J. (2007): Statistical and biological consequences of preferential sampling in phytosociology: Theoretical considerations and a case study. *Folia Geobotanica* 42: 141–152.

Braun-Blanquet, J. (1928): *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde*. Springer, Berlin, 330 pp.

Chytrý, M. & Otýpková, Z. (2003): Plot sizes used for phytosociological sampling of European vegetation. *Journal of Vegetation Science* 14: 563–570.

Chytrý, M. (szerk.) (2007): *Vegetation of the Czech Republic. 1. Grassland and heathland vegetation*. Academia, Praha, 528 pp.

Dengler J., Chytrý M. & Ewald J. (2008): Phytosociology. In: Jørgensen S.E. & Fath B D. (szerk.): *Encyclopedia of Ecology. Vol. 4. General Ecology*. Elsevier, Oxford, p. 2767–2779

Dengler, J., Jansen, F., Glockler, F., Peet, R.K., De Cáceres, M., Chytrý, M., Ewald, J., Oldeland, J., Lopez-Gonzalez, G., Finckh, M., Mucina, L., Rodwell, J.S., Schaminée, J.H.J. & Spencer, N. (2011): The global index of vegetation-plot databases (GIVD): a new resource for vegetation science. *Journal of Vegetation Science* 22: 582–597.

Hegedüšová Vantarová K. & Škodová I. (szerk.) (2014): *Rastlinné spoločenstvá Slovenska. 5. Travinno-bylinná vegetácia.* Veda, Bratislava, 581 pp.

Illyés, E., Bauer, N. & Botta-Dukát, Z. (2009): Classification of semi-dry grassland vegetation in Hungary. *Preslia* 81: 239–260.

Juhász-Nagy P. (1959): A Beregi-sík rét-legelőtársulásai. *Acta Universitatis Debreceniensis* 4: 195–228.

Knollová, I., Chytrý, M., Tichý, L. & Hajek, O. (2005): Stratified resampling of phytosociological databases: some strategies for obtaining more representative data sets for classification studies. *Journal of Vegetation Science* 16: 479–486.

Kovács J.A. (1994): A Kőszegi-hegység és a Kőszeg-hegyalja réttársulásai. In: Bartha D. (szerk.): *A Kőszegi-hegység vegetációja*. Sopron—Kőszeg, pp. 147–174.

Lájer K. (2002): Florisztikai és cönológiai vizsgálatok a somogyi Dráva-völgy rétjein. *Kitaibelia* 7: 187–205.

Lengyel, A., Purger, D. & Csiky, J. (2012): Classification of mesic grasslands and their transitions of South Transdanubia (Hungary). *Acta Botanica Croatica* 71: 31–50.

Maarel, E. van der (2005): *Vegetation Ecology*. Blackwell Science, Oxford, UK, 408 pp.

Máthé, I. & Kovács, M. (1960): Vegetationsstudien im Mátragebirge. *Acta Botanica Academiae Scientiarium Hungariae* 6: 343–382.

Michalcová, D., Lvončík, S., Chytrý, M. & Hájek, O. (2011) Bias in vegetation databases? A comparison of stratified-random and preferential sampling. *Journal of Vegetation Science* 22: 281–291.

Mucina, L. & Maarel, E. van der (1989): Twenty years of numerical syntaxonomy. *Vegetatio* 81: 1–15.

Mucina, L. (1997): Classification of vegetation: Past, present, and future. *Journal of Vegetation Science* 8: 751–760.

Podani J. (1997): *Bevezetés a többváltozós biológiai adatfeltárás rejtelmeibe*. Scientia Kiadó, Budapest, 412 pp.

Soó, R. (1971): Aufzählung der Assoziationen der ungarischen Vegetation nach den neueren zönosystematisch-nomenklatorischen Ergebnissen. *Acta Botanica Academiae Scientiarium Hungariae* 17: 127–179.

## A disszertáció alapjául szolgáló közlemények

### Megjelent és bírálat alatt álló cikkek

**Lengyel, A.**, Chytrý, M. & Tichý, L. (2011): Heterogeneity-constrained random resampling of phytosociological databases. *Journal of Vegetation Science* 22(1): 175–183.

**Lengyel, A.** & Podani, J. (2015): Assessing the relative importance of methodological decisions in classifications of vegetation data. *Journal of Vegetation Science* 26(4): 804–815.

**Lengyel, A.**, Illyés, E., Bauer, N., Csiky, J., Király, G., Purger, D. & Botta-Dukát, Z.: Classification of mesic and semi-dry meadows in Hungary. *Preslia*, benyújtva.

### Könyvfejezetek

**Lengyel A**., Kovács J.A., Botta-Dukát Z., Bölöni J., Tímár G., Csiky J., Lájer K., Molnár Zs. & Nagy J. (2011): E1 – Franciaperjés rétek. In: Bölöni J., Molnár Zs. & Kun A. (szerk.): *Magyarország Élőhelyei. Vegetációtípusok leírása és határozója: ÁNÉR 2011*. MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet, Vácrátót, pp. 98–102.

**Lengyel A.**, Kovács J.A., Tímár G., Bölöni J., Botta-Dukát Z. & Bagi I. (2011): E2 – Veres csenkeszes rétek. In: Bölöni J., Molnár Zs. & Kun A. (szerk.): *Magyarország Élőhelyei.*

*Vegetációtípusok leírása és határozója: ÁNÉR 2011.* MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet, Vácrátót, pp. 103–107.

**Lengyel A.**, Kovács J.A., Csiky J., Lájer K., Tímár G. & Bölöni J. (2011): E34 – Hegy-dombvidéki sovány gyepek és szőrfűgyepek. In: Bölöni J., Molnár Zs. & Kun A. (szerk.) *Magyarország Élőhelyei. Vegetációtípusok leírása és határozója: ÁNÉR 2011*. MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet, Vácrátót, pp. 107–110.

**Konferenciaelőadások**

**Lengyel A.**, Illyés E., Bauer N., Botta-Dukát Z., Purger D., Chytrý, M., Jandt, U., Janišová, M., Kącki, Z., Krstonošić, D., Šilc, U., Škodová, I., Stančić, Z. & Willner, W.: Magyarországi üde és félszáraz rétek egy közép-európai elemzés tükrében. *X. Aktuális Flóra- és Vegetációkutatás a Kárpát-medencében*. NYME Erdőmérnöki Kar, Sopron, Magyarország, 2014.03.07–2014.03.09.

**Lengyel, A**., Bauer, N., Botta-Dukát, Z., Chytrý, M., Illyés, E., Jandt, U., Krstonošić, D., Purger, D., Šilc, U., Škodová, I., Stančić, Z. & Willner, W.: Delimitation between semi-dry and mesic meadows in Central Europe. *21st International Workshop of European Vegetation Survey*. Univ. of. Vienna, Bécs, Ausztria, 2012.05.24–2012.05.27.

**Lengyel A.** & Podani J.: Numerikus osztályozások kimenetelét befolyásoló módszertani döntések összehasonlító értékelése. *9. Magyar Ökológus Kongresszus*. Keszthely, Magyarország, 2012.09.05–2012.09.07.

**Konferenciaposzterek**

**Lengyel, A.** & Podani, J.: Assessing the relative importance of methodological decisions in classifications of vegetation data. *56th Symposium of the International Association for Vegetation Science: Vegetation Patterns and their Underlying Processes*. Tartu, Észtország, 2013.06.25–2013.06.30.