

Mennyiben javítja a mohaflóra feltártságát a harasztflóra lokális maximumainak keresése a mecseki völgyekben?



Szerző: Sipos Attila

Biológia MSc, 1. évfolyam

Pécsi Tudományegyetem, Természettudományi kar

Témavezető: Dr. Csiky János

TARTALOMJEGYZÉK

I.	Bevezetés	3. o.
II.	Célkitűzések	6 o.
III.	Anyagok és módszerek	6. o.
IV.	Eredmények	11. o.
V.	Diszkusszió	14. o.
VI.	Köszönetnyilvánítás	18. o.
VII.	Irodalom	19. o.
VIII.	Függelék	25. o

Bevezetés

A nemzetközileg is elismert, híres magyar mohászoknak, Boros Ádámnak és Vajda Lászlónak kedvelt munkamódszere volt, hogy ritka virágosnövény különlegességekkel bíró helyeket moha-florisztikai szempontból tanulmányozzanak. A mohaflóra feltárása érdekében kifejezetten ezeket a helyeket keresték fel: „ahol a virágos érdekességek teremnek ott kell a mohokra tekintettel lenni” (Szabó & Szabó 2008). Ezzel a módszerrel mutatták ki például az európai vörös listán veszélyeztetett (EN), hazánkban sérülékenynek (VU) tartott *Taxiphyllum densifolium* bakonyi állományait is (Boros & Vajda 1963, Hodgetts et al. 2019, Papp et al. 2010). Egészen addig, csak feltételezték (vö. Szabó & Szabó 2008), hogy a Dunántúli-középhegységben is előfordulhat a hazánkban akkoriban csak az Északi-középhegység néhány pontjáról és a Mecsekből ismert, azóta védett sűrűleveles kaukázusimoha (20/2022 (VII. 29.) AM rendelet). A ritka edényes növények lelőhelyei tehát jó eséllyel azonosak a ritkaságuk miatt nehezen kimutatható mohafajok lehetséges előfordulási helyeivel. Más szavakkal, a ritka edényes növények és a ritka mohák térbeli mintázata nagymértékben átfed, amiből következik, hogy ha ismerjük a regionálisan ritka edényes növények lelőhelyeit, akkor ott nagy eséllyel megtaláljuk az egyébként nehezen kimutatható regionálisan ritka mohákat is.

Megvizsgálva a fenti módszer, megközelítés széleskörű alkalmazhatóságának elméleti alapjait, megállapítható, hogy a szárazföldi növényfajok, a mohák és edényes növények robusztus, globális taxonómiai sokfélesége csak hasonló, ám regionálisan olykor jelentősen eltérő térbeli mintázatot mutat (Möls et al. 2013). A közelebbi rokonságban lévő szárazföldi kriptogám taxonok, az újabban megint monofiletikusnak tartott mohák (incl. becősmohák, májmohák, lombosmohák, a továbbiakban mohák) (Su et al. 2021) és a parafiletikus harasztok (incl. korpafüvek, zsurlók és páfrányok, a továbbiakban harasztok) fajgazdagsági mintázatai viszont regionálisan, akár kontinensnyi léptékben is jelentős átfedést mutathatnak (Mateo et al. 2016, Nagalingum et al. 2014). A két csoport florisztikai feltártsága a harasztok javára eltérő mértékű (Deilmann et al. 2024, Meyer, Weigelt & Kreft 2016), ugyanakkor a globális fajsza alapján a mohák törzse népesebb taxonnak tekinthető, mint a harasztok (mohák : harasztok = 21925 : 11850 $\approx$ 1,85 : 1) (Christenhusz & Bing 2016). Régóta ismert, hogy egy terület fajgazdagsága nem csak a terület méretétől, de a feltárására fordított időtől is függ (Preston 1960, Callaghan 2013). Az idő függvényében vizsgálva a fajok észlelését kimutatták, hogy a később, vagy nehezebben detektált fajok általában kisebb méretűek (vö. Chen, Zheng & Liu 2023). Feltételezhető tehát, hogy az általában nagyobb termetű, így könnyebben detektálható (csupasz szemmel terepen is azonosítható), kevesebb, így könnyebben megtanulható harasztok elterjedési mintázatainak ismeretében a mohák előfordulásai, fajgazdagsági mintázatai is egyszerűbben, pontosabban prognosztizálhatók, mint fordítva. Felmerül a kérdés, hogy ez a viszony milyen térléptékben, milyen sikerrel alkalmazható a mohaflóra valós térbeli mintázatainak feltárásában. A szintén nagyobb termetű magvas növényekkel szemben a harasztok moha indikációjának vizsgálata mellett szól az is, hogy általános megjelenésükben (néhány kivételtől eltekintve) terepen már viszonylag messziről, akár 50-100 méterről is felismerhetően különböznek a többi edényes növénytől.

Harasztok szempontjából a mérsékeltövi területek, mint Európa messze elmaradnak a trópusok fajgazdagságától (García Criado et al. 2017, Weigand et al. 2020), míg a mohák esetében ilyen viszonylatban nem tapasztalható szignifikáns különbség (Hodgetts et al. 2020, Möls et al. 2013). Mindkét taxonnal kapcsolatban megállapítható, hogy európai feltártságuk finomabb térléptékben is a globális átlag feletti, ha nem a legjobb (Meyer, Weigelt & Kreft

2016). Ez leginkább a florisztika és taxonómia évszázados, regionális múltjának, ennek következtében a felmérésre szánt időnek és az európai kutatók viszonylag nagy számának köszönhető. Az edényes kriptogámok elterjedésének szisztematikus felmérése, térképezése a 20. század első évtizedében Magyarországon is megtörtént (Bartha és mtsai 2015). Míg Nyugat- és Közép-Európában a mohák elterjedési mintázata sok országban KEF (Közép-Európai Flóratérképezés, vö. Bartha és mtsai 2015), vagy annál finomabb térleptékben, raszterháló szinten is feltárt (pl. Blockeel et al. 2014, Man et al. 2022, Meinunger & Schröder 2007, Ochya, Szmaida & Bednarek-Ochya 1994, Swissbryophytes 2022), addig Magyarországon ennek elérése, az utóbbi évtizedben tapasztalható biztató eredmények ellenére, még mindig igen távoli célnak tűnik (vö. Erzberger et al. 2023). Ez a hátrány részben lokálisan, részben globálisan is jelentkező okokra vezethető vissza. Előbbire példa Magyarország biogeográfiai helyzetéből adódó viszonylag magas edényes növény és alacsony moha fajszám (vö. Bartha és mtsai 2015, Erzberger et al. 2023), de a hazai támogatási rendszerek bryológiát súlytó negatív hatása is (vö. Csiky 2021). A globális okokra vonatkozóan a mohák határozási és észlelési nehézségeiből következő érdeklődés, így a megfelelő számú moha-kutató kritikus tömegének hiánya emlithető általános, hazánkra is érvényes példaként (vö. Deilmann et al. 2024). Minthogy a fenti problémát előidéző okok megszűnése a közeljövőben nem várható, a térképezők kis létszáma miatt a mohaflóra feltárását megkönnyítő módszerek alkalmazása nagyban segítené a hazai KEF alapú térképezés felzárkózását az európai élvonalhoz. A hatékonyság növelésének lényege esetünkben, hogy minél több fajt (pontosabb becslés) és minél gyorsabban (idő, térképező, pénz spórlás) találjunk meg a kvadrátban előforduló mohák közül.

Durva (50km * 50km) térleptékben a harasztok fajgazdagsági centrumai Ausztráliában ugyan jól indikálták a mohák diverzitási gócpontjait (Nagalingum et al. 2014), ez az információ önmagába mégsem használható az emberhiányban végzett magyarországi hálótérképezések hatékonyságának növelésére. Trópusi erdőkben, finomabb térleptékben végzett vizsgálatok alapján a lombosmohák, májmohák és harasztok α - és β -diverzitásának összevetésekor általában eltérő mintázatokat tapasztaltak, ám a harasztok és májmohák α -diverzitása nagy átfedést mutatott (Mandl et al. 2010). Fontos azonban megemlíteni, hogy ezekben az erdőkben, a mérsékelt övi területektől eltérően a lombosmohák elsősorban teresztrisiek voltak, míg a májmohák és harasztok inkább epifitonok. Olyan mérsékelt övi tanulmányok, amelyekben a két csoport együttes fajszámának felmérése egy adott területen megtörtént, még hazánkban is akadnak, ám ezekben a dolgozatokban vagy nem volt cél a probléma térlepték függésének vizsgálata, vagy maga a térlepték sem volt explicite definiálva (pl. Papp & Kovács 2020). A mohák fajgazdagsági mintázatát feltáró módszertani cikkek számos szempontból (pl. ráfordított idő, térképezési időszak, térképezők száma, felkészültsége, élőhelyi sokféleség, preferencia, észlelési korlátok) vizsgálják a mintavételi hibából adódó fajhiány csökkentésének lehetőségét, ennél fogva a térképezés hatékonyságának növelését (vö. Callaghan 2012, Yao et al. 2024). Tudomásunk szerint azonban korábban senki sem vizsgálta, hogy a mérsékelt övi harasztok finom felbontású fajgazdagsági (α -diverzitási) gócpontjainak bryológiai felmérése mennyiben járul hozzá a nem epifiton ($\sim$ teresztris) mohák különböző, ennél durvább térleptékben jellemző fajgazdagságának (γ -diverzitásának) pontosabb feltárásához. Tény, hogy a harasztok diverzitási gócpontjai terepen szembetűnőbbek (könnyebben detektálhatók), ezért ha a harasztok és mohák finom térleptékű pozitív fajgazdagsági relációja fennáll, akkor a harasztok foltjaira fókuszálva időt

takaríthatunk meg a durvább térleptékű hálótérképezések során, és/vagy a hálószemek flórájának becslési pontosságán javíthatunk.

A harasztok és a mohák gametofitonjai általában a környezet páratartalmának, nedvességének kiszolgáltatott telepes szerveződésű élőlények, ezért mikroklíma igényeik gyakran hasonlóak (**1. ábra**) (vö. Nagalingum et al. 2014). A Magyarországról eddig kimutatott harasztok fajszáma a különböző taxonómiai megközelítések függvényében 70 körüli (vö. García Criado et al. 2017, Király 2009, Soó 1964), míg a mohafajok száma 700 körül mozog (vö. Erzberger et al. 2023). Elmondható tehát, hogy hazánkban közel tízszer annyi moha él, mint haraszt. A helyzet Európában is nagyjából hasonló: 194 haraszt mellett (García Criado et al. 2017) a kontinensen 1892 moha él (Hodgetts et al. 2020). Amennyiben a harasztok a nehezebben detektálható mohák élőhelyeinek jó indikátorai, akkor a harasztok lokális fajgazdagsági gócpontjain nagyszámú mohafaj együttélését feltételezhetjük.



1. ábra. A harasztok előtelepei (*Athyrium filix-femina*) és a mohák gametofitonjai (*Fissidens* sp.) hasonló ökológiai toleranciával rendelkeznek (Pécs, Nagy-mély-völgy)

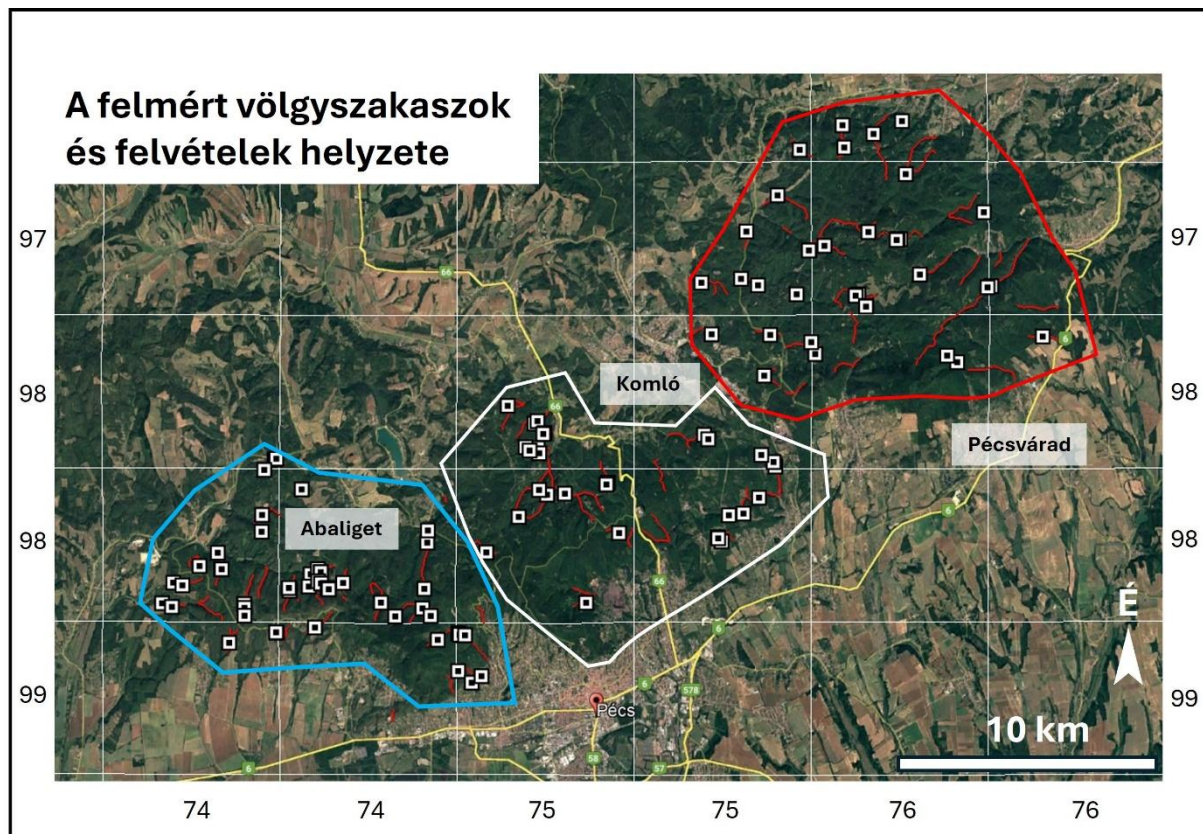
A ritka harasztfajok egy része (pl. *Botrychium* spp.) azonban élőhelyi preferenciájuknak köszönhetően (Soó 1964) nem kifejezetten jó mohajelző növények, míg a közepesen gyakori fajok némelyike kifejezetten ritka mohákat is jelezhet. A *Taxiphyllum densifolium*-ot a Bakonyban például Boros & Vajda (1963) két helyről ismerteti (Bakonykoppány, Bakonyszűcs). A szerzők mindkét esetben megjegyzik, hogy a lelőhelyek a *Polystichum setiferum*-nak is nevezetes élőhelyei a hegységben. Nem csak Magyarországról ismertek ilyen coincidenciák. Oroszországban, Moszkva környékén pl. két ritka faj, a *Polystichum braunii* (Spenn) Fee és az *Atrichum flavisetum* Mitt. pozitív asszociáltságára figyeltek fel korábban (Ignatov & Ignatova 1990). Nem találkoztunk azonban az irodalomban olyan megközelítéssel, amely a speciális mikroklímát igénylő lopvanószó csoportok, a harasztok α -diverzitási mintázatainak mohákra gyakorolt hatását vizsgálta volna, vagy ennek a hálótérképezés pontosságát befolyásoló hatásával, esetleg ezzel kapcsolatban a moharitkaságok kimutathatóságával foglalkozott volna.

I. Célkitűzések

A mecseki erdős völgyek haraszt- és mohafloisztikai gazdagságának becslésén túl az alábbi kérdések megválaszolására törekedtünk. Azokon a mecseki, erdei élőhelyeken, ahol egy völgyrendszerben a harasztok α -diverzitásának maximumát találjuk, hány lokális-regionális léptékben új mohafaj fordul elő? Milyen összefüggés mutatható ki ugyanitt a harasztok fajgazdagsága és a mohák fajszáma között? 1 m²-es felvételek alapján milyen harasztok, vagy azok milyen kombinációi, milyen mohák előfordulásait jelzik a vártnál nagyobb valószínűséggel? Összességében: segíti-e a harasztok finom léptékben koncentrált előfordulási helyeinek célzott keresése és felmérése a mohaflóra különböző térléptékű feltárását?

Anyag és módszer

A Mecsek mintegy 500 km²-es területének ~250 km²-nyi „belső” részén fekvő erdős terület völgyszakaszait jártuk be, 2023 szeptemberétől 2024 végéig. Jellemzően a mélyebb, és/vagy szurdokszerű szakaszokat mértük fel, ahol a korábbi tapasztalatok ismeretében a harasztok nagyobb fajgazdagságban és tömegességgel fordultak elő. A harasztok és mohák α -diverzitásának (legfinomabb léptékű fajgazdagságának) vizsgálatához az 1 m²-es térléptéket választottuk. Ekkora mintanégyszetben ui. megbízhatóan és könnyen becsülhető a harasztflóra maximuma, de a mohaflóra is. Ennél durvább térbeli felbontás esetén a harasztflóra még 100 m²-es térléptékig könnyen becsülhető, de 10 m²-nél a mohaflóra megbízható, pontos becslése (az egyedek apró mérete, nehéz detektálhatósága miatt) már túl sok időt venne igénybe. A felvételi pontok hegységen belüli eloszlását nem terveztük előre, hanem a hegység domborzati adottságaihoz (völgyrendszereihez) és terepbotanikai ismereteinkhez igazítottuk, készítésükkor nem a KEF alapú egyenletes lefedettségre törekedtünk. A minták pozícióját GPS eszköz segítségével, terepen mértük be. A felvételek eloszlását Google Earth Pro segítségével mutatjuk be. Egy éven belül 113 db 1 m²-es felvételt készítettünk a völgyszakaszok lokális haraszt fajgazdagsági gócpontjain, ahol a harasztokon kívül az ott előforduló mohákat is azonosítottuk (**2. ábra**).



2. ábra. A 113 db 1 m²-es mintakvadrát (fehér négyszög) és a bejárt völgyszakaszok (piros görbék) eloszlása a Nyugat- (kék poligon), Közép- (fehér poligon) és Kelet-Mecsek (piros poligon) területén. A fehér raszterháló a közép-európai flóratérképezési (KEF) negyedkvadrátokat jelölik, a térkép szegélyén a kvadrát azonosítóival.

A felvételi négyzet elhelyezésének fő szempontja a völgyeken belül az volt, hogy a felmért szakaszhoz képest minél több harasztfaj koncentrálódjon 1 m²-en belül (**3. ábra**). Egy völgyrendszeren belül, ha ott több, hasonló fajgazdagságú gócpont is előfordult, több felvételt készítettünk.



3. ábra. Az egyik 1 m²-es mintavételi terület a Megyefai-árokban (Bükkösd) hat harasztfaj mellett 12 mohafaj lelőhelye. Ez a felvétel a 9874.3-as KEF kvadrát mohalistáját három új fajjal bővítette

A felvételezés során moha mintákat gyűjtöttünk és a terepi határozásinkat laboratóriumi körülmények között, mikroszkóppal ellenőriztük. A harasztok határozásához alapvetően Király (2009), a mohák azonosításához Orbán & Vajda (1983), valamint Erzberger (2021) munkáját használtuk. Mind az edényes, mind a mohák határozását témavezetőmmel együtt végeztük. A *Dryopteris affinis* agg. kisfajainak határozásához Freser-Jenkins (2007) cikkét vettük alapul, ennek köszönhetően a hazai kulcsokban nem szereplő *D. borrieri*-t és *D. affinis* s.str-t is megkülönböztettük. A *Dryopteris dilatata* és *D. expansa* elkülönítésénél Rünk et al. (2012) dolgozatához igazodtunk. A begyűjtött mohák nem mindegyike volt elégséges a pontos határozáshoz, ezért az így azonosított *Didymodon* cf. *ferrugineus*-t, az *Orthotrichum* cf. *pumilum*-ot, a *Pseudoamblystegium* cf. *subtile*-t, valamint a *Sciuro-hypnum* cf. *reflexum*-ot kihagytuk az elemzésekből. A nemzetközi irodalom alapján a *Hygroamblystegium* fajok, különösen a *H. tanax* és *H. fluviatile* faji rangon nem különíthetők el egymástól (vö. Csiky & Sipos 2024), ezért a dolgozatban egy név alatt, a hazánkban hegyvidékeken gyakoribbnak gondolt *H. tenax* (incl. *H. fluviatile*) néven említjük és elemeztük e két taxon előfordulásait. A *Schistidium*-ok határozása érett tokos minták nélkül bizonytalan, ezért az ilyen szempontból hiányos minták esetében a példányok megnevezésénél a *Schistidium* sp. formát alkalmaztuk. Ez utóbbi előfordulásokat csak a leíró statisztikáknál vettük figyelembe, mert a Mecsek hármass bontása esetében a fajsza szám tekintetében van jelentőségük (egy felvételen csak egy *Schistidium* faj fordult elő). A begyűjtött mohaanyagot a Pécsi Egyetem Herbáriumában (JPU) helyeztük el.

A mohák közeli felvételeinek készítéséhez a PTE TTK Biológiai Intézetének Leica DMS 1000 digitális és BTC BIM 516 fénymikroszkópját használtuk, míg a terepi fotókat okostelefonnal készítettük.

A hazai vörös listás besorolások tekintetében Papp *et al.* (2010) dolgozataihoz igazodtunk. A mohák országos ritkaságát Erzberger *et al.* (2023) cikke, míg a fajok védettségi státuszát a 20/2022 (VII. 29.) AM rendelet alapján határoztuk meg. A mecseki mohaflóra KEF léptékű felmértségének referenciájaként a Deme J., Erzberger P. & Csiky J. (ined.) 2023. augusztus

31-éig rögzített adatbázisát vettük alapul (fajszám archív adatokkal együtt 363/Mecsek). A hegységet és felméréseinket érintő 17 KEF kvadrátban (9775.2, 9775.4, 9776.1, 9776.3, 9776.4, 9874.1, 9874.3, 9874.4, 9875.1, 9875.2, 9875.3, 9875.4, 9876.1, 9876.2, 9974.1, 9974.2, 9975.1) az átlagos fajszám 101, a maximális fajszám 183 volt. KEF kvadrátonként átlagosan ~7 (6,64), maximálisan 21 db 1 m²-es felvételt készítettünk. A mecseki harasztflóra sokféleségének referenciájaként Csiky J., Tóth I.Zs. & Sipos A. (ined.) adatbázisára hagytuk (Csiky et al. 2023b), amely nem csak KEF szinten azonosítható adatokat tartalmaz, de archív, több KEF kvadráton átívelő lelőhelyek dűlőneveihez köthető előfordulásokat is. Ennek megfelelően ezt az adatbázist csak a harasztok mecseki össz fajszámánál vettük figyelembe (42 fajszintű taxon/ Mecsek), a harasztok hegységen belüli térbeli eloszlásának referenciájaként nem. A dolgozatban a célkitűzéseknek megfelelően a harasztok sokféleségével részletesen nem is foglalkozunk.

A harasztok és mohák fajgazdagsági relációit több térléptékben is vizsgáltuk. Az α -diverzitást 1 m²-en, a γ -diverzitást a KEF negyedkvadrát léptékében (a továbbiakban csak KEF), a Mecsek hármás bontásában (Nyugat-, Közép- és Kelet-Mecsek) és az egész hegységre vonatkozóan. A KEF hálószeleinek térléptékében egy negyedkvadrátra átlagosan 7 db 1 m²-es felvétel jutott. A Mecsek hármás földrajzi bontása esetén az általunk felmért Nyugat-Mecsekre (~65 km²) 49, a Közép-Mecsekre (~71 km²) 29, míg a Kelet-Mecsekre (~109 km²) 35 db 1 m²-es felvételt esik.

Adatainkat Excel-ben rendeztük és tároltuk. A Pearson féle lineáris korreláció vizsgálatokhoz a PAST 4.03 programcsomagot használtuk (Hammer et al. 2001).

Az együttes előfordulási vizsgálatot *R* környezetben végeztem annak érdekében, hogy kiderítsem, egy-egy haraszt jelenléte milyen mohákat jelez az általunk vizsgált haraszt alfa-fajgazdagsági maximumokban. A bináris adatok beolvasása excelből a *readxl* csomag segítségével történt. A beolvasott adatokat a *tibble* és *dplyr* csomag segítségével módosítottam.

A fajpárok közti összefüggést a *cooccur* csomaggal végeztem. A *cooccur* csomag kiszámolja minden lehetséges fajpár esetében, hogy a tapasztalt együttes előfordulások száma szignifikánsan nagyobb-e (pozitív páros asszociáltság) vagy kevesebb-e (negatív páros asszociáltság), mint a véletlenszerű eloszlás esetén várt érték. Az elemzésekhez 95%-os konfidenciaszintet használtam.

A véletlenszerűtől szignifikánsan eltérő, harasztot is tartalmazó párokat az *openxlsx* csomaggal írtam ki *.xlsx formátumban, ezután kikeresem a pozitív haraszt-moha asszociációkat.

Az együttes előfordulási vizsgálatot elvégeztem az egész Mecsekre, valamint hármás bontásban a Kelet-, Közép-, és Nyugat-Mecsekre is. Ez azért volt indokolt, mert az eltérő geológiai adottságokkal rendelkező kistájrészekben a harasztok eltérő mohákat jelezhetnek. A Nyugat-Mecsekben pl. a perm-triász kori homokkő, a Közép-Mecsekben pl. a késő triász kori Karolina-völgyi Homokkőformáció, míg a Kelet-Mecsekben pl. a kréta kori Mecsekjánosi Bazalt Formáció és a neogén Komlói Andezit Formáció jelenléte biztosít speciális szubsztrátokat a mohák számára (vö. Konrád és mtsai 2010).

Logisztikus regresszióval vizsgáltam továbbá, hogy több harasztfaj együttes jelenléte hogyan befolyásolja egy-egy moha meglétét. Ehhez az excelből a *readxl* csomaggal bevitt, *tibble* és

dyplr csomag segítségével módosított adatokból felállítottam a „prediktor” fajok (harasztok) és a „target” fajok (mohák) listáját. Ezután a *combn()* nevű függvénnyel létrehoztam a harasztfajok összes lehetséges 2, 3, 4 és 5-szörös kombinációját, majd ezeket egy listába fésültem össze a könnyebb feldolgozhatóság érdekében. Ezután elvégeztem a logisztikus regressziót, minden felállított kombináció esetében, minden target fajra. Ehhez először készítettem egy vektort, aminek értéke 1 ha az adott mintavételi helyen a kombináció minden faja jelen van és 0 ha nem. Ezután a célfaj jelenlétét magyaráztam a kombináció meglétével a *glm()* függvény segítségével. Az így számolt „beta_est” értékek azt jelzik, hogy az adott kombináció milyen irányban (pozitívan vagy negatívan) befolyásolja a moha előfordulásának esélyét. A „p_value” a hatás szignifikanciáját mutatja, amit 95%-os konfidencia szinten tekintettem szignifikánsnak. A „beta_est” alapján számolt „odds_ratio” azt fejezi ki, hogy a kombináció jelenléte milyen mértékben változtatja meg a célfaj előfordulási esélyét. Ha az „odds_ratio” értéke 1, akkor a kombináció nem befolyásolja a célfaj előfordulási esélyét. Kiszámítottam az „odds_ratio” konfidencia intervallumának felső és alsó értékét, hogy pontosan meghatározhassam a hatás erősségének megbízhatósági tartományát. Ezen felül megnéztem, hogy az adott fajkombinációk hány mintavételi helyen valósulnak meg. Ezekhez a számításokhoz minden szükséges függvényt tartalmaz az *R*. Az eredményeket az *openxlsx* csomag segítségével írtam ki excelbe. A kapott szignifikáns eredmények közül ezután kiszűrtem azokat, ahol a haraszt kombináció kettő vagy kevesebb mintavételben volt meg, ahol a haraszt kombináció a target mohafaj jelenlétének valószínűségét csökkentette és ahol a konfidencia intervallum tartalmazza az 1-et.

Az *R* scriptek megírásához a ChatGPT-t is használtam, majd a kódot leellenőriztem.

Eredmények

Fajszámok és új mohafajok négy térléptékben

A 113 db 1 m²-es felvételben, a hegység felmért területén összesen 114 mohafajt (plusz négy bizonytalan: egy csak genus szinten azonosított taxon, valamint még három faj meghatározása a töredékes és nem minden bélyeget hordozó minta miatt kétes) és 22 harasztot (ebből kettő hibrid, egy kisfaj), azaz összesen 136 faji szinten elkülöníthető szárazföldi növényt mutattunk ki (**1. táblázat**).

1. táblázat. A felmérés eredményeként különböző térléptékekben tapasztalt fajszám adatok (*: n = 113, **: n = 17, [□]Csiky, Tóth & Sipos (ined.) alapján, [#]Deme, Erzberger és Csiky (ined.) alapján)

	Haraszt	Moha	Mohaúj	DD	CR	EN	VU	NT	védett
1 m ² (átlag)*	3	7,65	2,31	0,04	0	0,04	0,31	0,62	0,2
Σ 113 m ²	22	114	2	1	0	2	8	16	3
KEF (átlag)**	8,06	27,41	9,35	0,18	0	0,25	1,35	2,53	0,71
Σ Ny-Mecsek	19	71	8	1	0	0	5	9	2
Σ Közép-Mecsek	15	69	9	0	0	2	3	8	1
Σ K-Mecsek	16	84	7	1	0	1	7	7	3
Σ Mecsek	42 [□]	363 [#]	2	25 [#]	2 [#]	22 [#]	27 [#]	69 [#]	13 [#]

A fajgazdagsági gócpontok célirányos keresése során a harasztok esetében a felmért 113 m²-en megtaláltuk a mecseki harasztok ~50%-át (**2. táblázat**), illetve ugyanitt detektáltuk a hegység moháinak ~30%-át. A felvételekben a Mecsek flórájára új mohákat, mint pl. a *Hypnum pallescens* (Hedw.) P. Beauv., *Isothecium myosuroides* Brid., valamint Európában is ritkának számító fajokat mutattunk ki, mint az európai vörös listás *Taxiphyllum densifolium* (Lindb. ex Broth.) Reimers (EN), és *Thamnobryum neckeroides* (Hook.) E. Lawton (VU) (Hodgetts et al. 2019). A fajok csaknem negyede, 27 moha a magyar vörös listán legalább NT (veszélyeztetettség közeli) besorolású taxon (Papp et al. 2010). Három faj Magyarországon védett: a *Rhynchostegiella teneriffae* (Mont.) Dirkse & Bouman, a *Rhynchostegium rotundifolium* (Scop. ex Brid.) Schimp. és a *Taxiphyllum densifolium* (20/2022 (VII. 29.) AM rendelet).

2. táblázat. A mintában előforduló harasztok gyakorisági (fr) sorrendje

Haraszt fajnév	fr (%)
<i>Dryopteris filix-mas</i>	77,87
<i>Athyrium filix-femina</i>	42,47
<i>Polystichum setiferum</i>	27,43
<i>Asplenium trichomanes</i>	26,54
<i>Dryopteris carthusiana</i>	22,12
<i>Polystichum aculeatum</i>	19,46
<i>Asplenium scolopendrium</i>	17,69
<i>Polypodium vulgare</i>	12,38
<i>Cystopteris fragilis</i>	11,50
<i>Asplenium adiantum-nigrum</i>	8,84
<i>Dryopteris dilatata</i>	7,96
<i>Equisetum telmateia</i>	7,96
<i>Dryopteris affinis</i>	4,42
<i>Dryopteris borrieri</i>	4,42
<i>Equisetum hyemale</i>	2,65
<i>Polypodium interjectum</i>	1,76
<i>Dryopteris expansa</i>	1,76
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	1,76
<i>Dryopteris x complexa</i>	0,88
<i>Gymnocarpium robertianum</i>	0,88
<i>Polystichum x bicknellii</i>	0,88
<i>Phegopteris connectilis</i>	0,88

A Nyugat-Mecsekben az 1 m²-es felvételekben (együttvéve 49 m²-en) összesen 19 harasztfajt (köztük két hibridet) és 71 mohafajt határoztunk meg. Utóbbiak közül 8-at új fajként mutattunk ki. A Közép-Mecsekben (összesen 29 m²-en) 15 harasztfajt és 69 mohafajt találtunk. Utóbbiak közül 9 a területre új fajként került elő. A kelet-mecseki felvételekben (összegezve 35 m²-en) 16 harasztfajt és 84 mohafajt azonosítottunk. Az utóbbiak között 7-et a területre új mohaként mutattunk ki (**1. táblázat**). A Nyugat-Mecsekben kimutatott mohafajok 21%-a, a közép-mecsekiek csaknem 19%-a, illetve a kelet-mecsekiek 19%-a a magyar vörös listán legalább NT (veszélyeztetettség közeli) besorolású taxon (Papp et al. 2010).

A mecseki haraszt gócpontokra fókuszálva 17 KEF kvadrátban átlagosan ~27 (27,41), maximálisan 56 mohafajt és átlagosan ~8 (8,06), maximálisan 14 harasztfajt találtunk. KEF kvadrátonként (35 km²-es léptékben) átlagosan ~9 (9,35), maximálisan 27 új mohafajt azonosítottunk (**1. táblázat**). KEF kvadrátonként átlagosan ~4 (4,3) mohafaj a magyar vörös listán legalább NT (veszélyeztetettség közeli) besorolást kapott (Papp et al. 2010). Fontos azonban megjegyezni, hogy ezek az értékek fenntartásokkal kezelendők, ui. adatbázisunkban a különböző KEF kvadrátokhoz eltérő számú (min. 1, max. 21) felvétel tartozik.

Felvételenként átlagosan 3 harasztfajt és ~8 (7,65) mohafajt találtunk (**1. táblázat**). A legnagyobb haraszt fajsza 1 m²-en belül 6 volt, míg a mohákban leggazdagabb felvételben 22 mohafajt is azonosítottunk. Felvételekben átlagosan ~2 (2,31), maximálisan 12 új mohafajt mutattunk ki. Az 1 m²-es mintakvadrátokban átlagosan egy, a magyar vörös listán legalább NT (veszélyeztetettség közeli) besorolást kapott mohafaj fordult elő (Papp et al. 2010).

A harasztok gócpontjainak keresése közben (a bejárt szakaszokon) a legnagyobb haraszt fajgazdagsági centrumokon kívül is találtunk a hegységre, sőt az ország flórájára is új, jellemzően magyarországi vörös listás fajokat (Csiky és mtsai 2023, Csiky & Sipos 2024, Ellis et al. 2024a, b, Papp et al. 2010). Ezek közelében csak viszonylag kevés, olykor csak egy harasztfaj fordult elő, ill. három esetben (epifiton fajok) egy sem. Ilyen faj az ország flórájára új (vö. Ellis et al. 2024a, Ellis et al. 2024b), vörös listás besorolást igénylő *Cryphaea heteromalla* (Hedw.) D.Mohr (epifiton) és *Scleropodium touretii* (Brid.) L.F. Koch (legközelebb *Asplenium adiantum-nigrum*), a kipusztultnak hitt, így a hazai vörös listán sem szereplő *Atrichum flavisetum* Mitt. (legközelebb *Athyrium filix-femina*), a hegységre új, veszélyeztetettnek (EN) tartott *Anacamptodon splachnoides* (Froel. ex Brid.) Brid. (epifiton, de helyileg talaj- és sziklalakó is. vö. Csiky & Sipos 2025), a sérülékeny (VU) *Dicranum spurium* Hedw. (legközelebb *Polypodium vulgare*), a veszélyeztetett (EN) *Diplophyllum albicans* (L.) Dumort. (legközelebb *Dryopteris filix-mas*), a nem veszélyeztetett (LC) *Fontinalis antipyretica* Hedw. (legközelebb *Asplenium trichomanes*), a veszélyeztetettség közeli (NT) *Hypnum jutlandicum* Holmen & E. Warncke (legközelebb *Dryopteris carthusiana*), a veszélyeztetett (EN) *Leptodon smithii* (Hedw.) F. Weber & D. Mohr (epifiton), a veszélyeztetettség közeli (NT) *Plagiomnium ellipticum* (Brid.) T.J. Kop. (legközelebb *Athyrium filix-femina*), a sérülékeny (VU) *Porella cordaeana* (Huebener) Moore (legközelebb *Dryopteris dilatata*), a korhadéklakó és veszélyeztetettség közeli (NT) *Riccardia palmata* (Hedw.) Carruth. (legközelebb *Athyrium filix-femina*), valamint az adathiányos (DD) *Sciurohypnum plumosum* (Hedw.) Ignatov & Huttunen (legközelebb *Polystichum x bicknellii*).

A harasztok és mohák fajgazdagságának kapcsolata

A harasztok és mohák fajgazdagsága a Mecsek hegységben a cönológiai felvételek léptékében nem korrelál. Kijelenthető, hogy 1m²-es térléptékben a mohák fajgazdagságát a Mecsekben nem a harasztok abszolút fajgazdagsága határozza meg. A harasztok fajgazdagsága és a mohafajszám között a hegység hármass bontása esetén (Nyugat-, Közép-, Kelet-Mecsek szintjén) sincs szignifikáns összefüggés.

A harasztok és mohák páros asszociáltsági

Az együttes előfordulási vizsgálat eredményei alapján (**1. Függelék**), az egész Mecsekre vonatkoztatva kiderül, hogy a közepes gyakoriságú haraszt fajok jelzik a legtöbb mohafajt. A kettő vagy kevesebb helyen megfigyelt fajpárok kivételével szűrhető a véletlen asszociáció. A legtöbb haraszt gyakori mohafajokat jelez. Az alábbiakban csak a védett és/vagy veszélyeztetett mohák esetei kerülnek felsorolásra.

Az egész Mecsekben, valamint a Nyugat-Mecsekben a *Polystichum aculeatum* jól jelzi előre a ritka *Thamnobryum neckeroides* előfordulását. Az *Asplenium scolopendrium* és a sérülékeny *Sciurohypnum flotowianum* pozitív asszociáltsága az egész Mecseket nézve szignifikánsnak tekinthető.

A Mecsekben a *Dryopteris borerri* a veszélyeztetett *Isohecia myosuroides*-t, és *Scapania nemorea*-t jelzi. Ebben az esetben csupán egy felvételen volt jelen a fajpár, ezért ez az eredmény fenntartásokkal kezelendő.

A harasztkombinációk és mohák pozitív asszociáltságai

A logisztikus regresszióval kapott, haraszt fajkombinációk által prediktált esetek mindegyikének felsorolása nem lehetséges, így az alábbiakban csak a fontosabbnak tartott védett és/vagy veszélyeztetett mohák példáira térünk ki.

A kis mintaszám miatt az „odds ratio”-ra általában nagy konfidencia intervallumot kaptunk, ez a minta bizonytalanságára utal.

A lehetséges kombinációk közül a *Dryopteris filix-mas* és a *Polystichum aculeatum* együttese, valamint a *Dryopteris filix-mas* és a *Polypodium vulgare* fajpár az adathiányosnak tekinthető, a legutóbbi hazai vörös listából még hiányzó *Thamnobryum neckeroides* meglétét jelzheti előre a Mecsekben.

A védett és sérülékeny besorolású *Rhynchostegiella teneriffae*-t a *Dryopteris filix-mas*, *Polystichum setiferum* és *Asplenium trichomanes* fajhármasa, valamint *Polystichum setiferum* és *Asplenium trichomanes* együttes jelenléte is nagy valószínűséggel jelzi.

A sérülékeny *Sciuro-hypnum flotowianum*-ot az *Asplenium scolopendrium* különböző harasztokkal alkotott kombinációi is nagy valószínűséggel jelezhetők előre a mecseki völgyekben. Ebben az esetben a jelenléti valószínűség legnagyobb értéke az *Asplenium trichomanes* és *Asplenium scolopendrium* kombinációjánál tapasztalható.

A sérülékeny *Seligeria pusilla* előfordulási valószínűsége a lehetséges haraszt fajkombinációk közül az *Athyrium filix-femina* és az *Asplenium trichomanes* fajpárja esetén a legnagyobb.

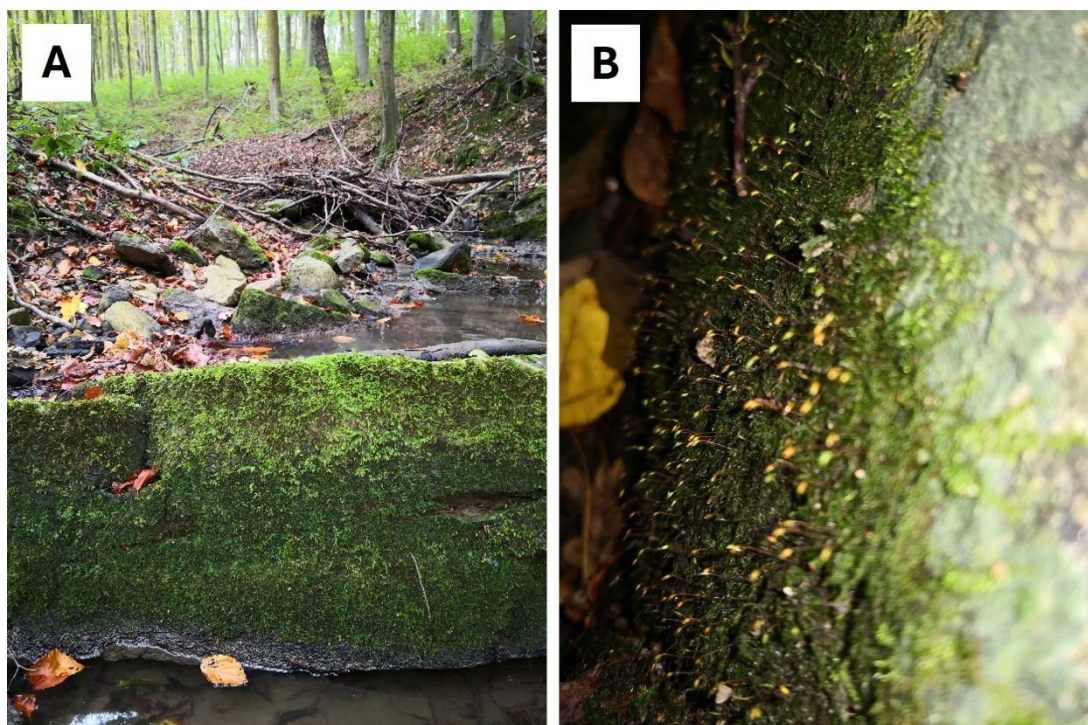
Diszkusszió

A vizsgálati területen és választott térléptékben a harasztok és mohák fajszerkezetének aránya nagy vonalakban a nemzetközi és korábbi hazai tapasztalatoknak megfelelő volt (vö. Christenhusz & Bing 2016, Erzberger et al. 2023, García Criado et al. 2017, Hodgetts et al. 2020, Király 2009): a mohák fajszerkezete 2,5-9-szer nagyobbak bizonyult, mint a harasztoké. Minél finomabb a térlépték, annál kisebb lesz a két taxon fajszerkezete közötti különbség (**1. táblázat**), ami feltehetőleg annak eredménye, hogy kisebb területen (pl. 1 m²-en) kisebb az élőhelyi diverzitás, mint KEF kvadrátok szintjén (~35 km²), vagy az egész Mecsek területén (~500 km²).

Eredeti feltételezésünk azonban, miszerint a harasztok lokális (1 m²-en tapasztalható) fajgazdagsága és ugyanott a mohák fajszerkezete között pozitív korreláció lenne, adatainkkal nem támasztható alá. Mindezek alapján a KEF kvadrátok pontosabb mohaflorisztikai feltérképezése szempontjából az is megállapítható, hogy a vizsgálatok megkezdése előtt nem jelölhető ki egy olyan abszolút haraszt fajszerkezet, amely alatt ne lenne érdemes felvételeket készíteni 1 m²-es térléptékben a haraszt fajgazdagsági gócpontok moha florulájáról. Annak megállapítása, hogy hány és milyen adottságú völgyet érdemes feltárni a pontosabb becslés érdekében, további elemzéseket igényel. A módszer maga a KEF alapú flóratérképezés sikerének javítása szempontjából mégis jól szerepelt. Viszonylag kis területen a hegység flórájának jelentős részét ki tudtuk mutatni, és ezek között jelentős számban és arányban olyan fajok is akadtak, amelyek újak voltak a kvadrát eddig feltárt flórájához képest. A

felméréseinknek köszönhetően számos korábban ritkának hitt moháról kimutattuk (pl. a veszélyeztetettség közelinek tartott *Microeurhynchium pumilum* (Wilson) Ignatov & Vanderp.), hogy a Mecsekben jóval elterjedtebb, mint gondoltuk, szinte közönséges (vö. Csiky & Sipos 2024). Figyelemre méltó azoknak a fajoknak a kimutatása, amelyeket nem csak az 1m²-es mintákban, de azokon kívül is, a völgyrendszerek átfésülése során, harasztok halmozódását keresve (de nem a legfajgazdagabb harasztöbbseseknél), számos helyen megtaláltunk. Az így kimutatott hegységre és/vagy országra új fajok száma (13 faj) meghaladja ugyan az 1 m²-nyi harasztos gócpontokban találtakat (2 faj), ám az előbbiek egy-két, egyedi lókuszhhoz köthetők, kimutatásuk inkább a bejárt terepútvonal bónuszainak tekinthetők, mintsem egy térképezési időt csökkentő, jól definiálható módszer, előre számítható eredményének.

Probléma megközelítésünk olyan fajok kimutatásában is meglepően jól szerepelt, amelyek ugyan nem újak a hegység flórájára, de ott korábban kifejezetten ritkának tartották őket. Ilyen az országosan is „jó fajnak” tartott, sérülékeny (VU) és védett *Rhynchostegiella teneriffae* is, amelynek a hegységből korábban csak egyetlen archív és egy aktuális adatáról tudtunk. A harasztfelmérésünk során több felvételtől is előkerült, de még több, mintegy 50 mecseki állományát mutattuk ki, 15 KEF kvadrátból (vö. Csiky & Sipos 2024). Ez országos szinten mintegy 100%-os gyarapodást jelent. Adatainknak köszönhetően a korábban magyar-középhegységi súlyponttal rendelkező faj ma inkább (dél-)dunántúli taxonnak számít. A Mecsekben elterjedt, a sziklás patakvölgyek tömegesen fellépő, szubmediterrán-szubatlanti lombosmohája (**4. ábra**). Az a tény, hogy az elmúlt 60 év során egy helyileg unikális faj úgy vált általánosan elterjedtté, hogy az itt járt bryológusok nem vették észre, számos kérdést vet fel.



4. ábra. A védett *Rhynchostegiella teneriffae* a mecseki nyirkos, nedves völgyek alján, sziklákon tömeges. Vékény: Csepegős-árok (A), Magyaregregy: Sín-gödör (B).

Feltételezhető, hogy más hazai, harasztokban gazdagabb hegységeinkben is hatékony módszerként alkalmazható a „haraszt → moha” asszociáltságon alapuló fajszám becslés, moha térképezés. Valószínű azonban, hogy a harasztokban gazdagabb, de mindig is feltárta, jobban bejárt hegyvidéki területeinken sikeresebben alkalmazható, mint a harasztok viszonylatában regionálisan is fajszegényebb alföldi régiókban. Egyes fajok esetében ugyanakkor olyan jelentős változást értünk el egy-egy faj elterjedésének feltárásában a Mecsekben, hogy már csak ezekre alapozva is a hazai vörös lista (Papp et al. 2010) és védett fajok listája (20/2022 (VII. 29.) AM rendelet) felülbírálásra szorul. A részletes vizsgálataink eredményei egyelőre csak a Mecsekre érvényesek, de bátran feltételezhetjük, hogy a módszernek köszönhető előfordulási adatok ilyen mértékű bővülése hazánkban is csak a Jéghegy csúcsa.

A páros asszociáltság vizsgálatunk alapján az egyes harasztfajok csak ritka esetben jelzik önmagukban is a ritkább, vagy a kvadrátra új mohák jelenlétét. Az ilyen esetek a nem reprezentatív, kisszámú mintavételből adódó műtermékek is lehetnek (véletlen koincidencia). Eredményeink alapján azonban azt is tapasztaltuk, hogy amennyiben a mohafloorisztikai felmérések során a harasztok (a mohákénál) könnyebben észlelhető lokális fajgazdagsági centrumaira koncentrálunk, olyan moha taxonokat is ki tudunk mutatni, amelyek lokálisan ritkák, másutt nem jellemzők, sőt megtalálásuk más módon kifejezetten nehéz lenne. Több harasztfaj kombinációját használva már növekedhet a mohataxonok kimutatási sikere. Igen valószínű, hogy a Mecsekben kimutatott pozitív asszociáltságok (mind a páros, mind a kombinációk esetében) csak a hegységben érvényesek, és a felvételek számának növelésével itt is módosulhatnak. Ennek ellenére lehetséges, hogy az itt kapott pozitív asszociáltságok más középhegységi régióban is sikerrel használhatók a hazai vörös listás mohák feltárásában. Ebből a szempontból meglepő sikernek könyvelhetjük el az Európa szerte ritka *Thamnobyrum neckeroides* (**5. ábra**) aktuális állományainak kimutatását a Mecsek több pontján, sőt a Börzsönyben is. Ez a pleurokarp moha annyira ritka, hogy a 21. századig Európában nem is észlelték. A 2000-es évek elején a régi gyűjtések, herbárium példányok revíziója alapján azonban kiderült, hogy már régebben is jelen volt a kontinensen (Mastracci 2003). Jelenleg az Európai Vörös Lista sérülékeny (VU) fajja, amelynek összesen 30-40 állománya ismert a kontinens humid, szubmontán és montán régiójában (Schröck et al. 2019). Hazánkból egy archív, revízió során kimutatott adata volt a Börzsönyből, amelyet azóta sem sikerült megerősíteni, illetve egy aktuális adata a Nyugati-Mecsekből (Ellis et al. 2022). Felvételezéseink során, az elmúlt egy évben a Mecsek számos pontján kimutattuk a fajt, európai léptékben is meghatározó módon alakítva a faj állományméretére vonatkozó becsléseket (vö. Schröck et al. 2019). 65 év után, sikertelen visszakeresési kísérletek követően, mecseki tapasztalataink (pozitív haraszt asszociáltsági adatok) birtokában (Peter Erzberger, Baráth Kornél és Németh Csaba társaságában), 2024 őszén a Börzsöny több pontján is kimutattuk ezt a moharitkaságot (az eredmények publikálása folyamatban).



5. ábra. Az európai vörös listán sérülékeny (VU) *Thamnobryum neckeroides* telepe a Nyugat-Mecsekben (A). A hegységben a *T. neckeroides* és a *Taxiphyllum densifolium* ritkán egymás telepeibe ágyazódva is előfordul (B).

Ugyanígy, a szintén európai vörös listás, európai/pontusi (kaukázusi) endemizmusnak tartott, hazánkban védett *Taxiphyllum densifolium* (6. ábra) mecseki lelőhelyeinek 2023-ig ismert számát eredményeink birtokában két nagyságrenddel megnöveltük (eredmények publikálása folyamatban). Ezzel a faj teljes elterjedési területének egészen megtízszereztük a faj feltárt, ún. egyedekvivalensben becsült populációméretét (vö. Bergamini et al. 2019). Ezek az eredmények már hazánkon is túlmutatnak, a fenti két faj európai vörös listás megítélését is befolyásolják (vö. Sabovljević et al. 2019).



6. ábra. A hazánkban védett, az európai és a magyarországi vörös listán is szereplő *Taxiphyllum densifolium* telepe a Mecsekben, *Plagiothecium cavifolium* társaságában (balra, középen), az egyik 1 m²-es mintánkban került elő. Sporofitonos telepei (jobbra lent) a Mecsekben gyakoriak.

A későbbiekben a harasztok (Sonkoly et al. 2023) és mohák (Van Zuijlen et al. 2023) jellegeinek együttes vizsgálatával terveink között szerepel a kapott pozitív és negatív asszociáltságok hátterének elemzése is. Ehhez azonban szükség lesz további felvételek készítésére, elsősorban a kisebb haraszt fajgazdagsági gócpontokon, ill. az egyedi haraszt előfordulások helyszínein. Különösen érdekes lenne számunkra a módszer szélesebb körű tesztelését elvégezni Mecseken kívüli területeken is.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném megköszönni a mecseki mohaadatbázis készítőinek, Deme Juditnak, Csiky Jánosnak és Peter Erzbergernek, valamint a harasztadatbázis készítőinek, Csiky Jánosnak és Tóth István Zsoltnek a közöletlen adataik egyszeri, az elemzések idejére történő rendelkezésre bocsátását. A terepbejárások során, a terepi mohahatározásban nyújtott segítségért, és/vagy néhány bizonytalan határozásunk ellenőrzéséért Peter Erzbergernek és Deme Juditnak jár köszönet. A kutatást az Egyetemi Kutatói Ösztöndíj Program keretein belül, a Kulturális és Innovációs Minisztérium támogatta, a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból.

EKÖP



Egyetemi Kutatói Ösztöndíj Program

Irodalom

20/2022 (VII.29) AM rendelet. A Duna–Ipoly Nemzeti Park létesítéséről szóló 34/1997. (XI. 20.) KTM rendelet, valamint a védett és a fokozottan védett növény- és állatfajokról, a fokozottan védett barlangok köréről, valamint az Európai Közösségben természetvédelmi szempontból jelentős növény- és állatfajok közzétételéről szóló 13/2001. (V. 9.) KöM rendelet módosításáról. Magyar Közlöny 128: 5431-5463.

Bartha D., Király G., Schmidt D., Tiborcz V., Barina Z., Csiky J., Jakab G., Lesku B., Schmotzer A., Vidéki R., Vojtkó A. & Zólyomi Sz. (szerk.) (2015): Magyarország edényes növényfajainak elterjedési atlasza. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron, 330 pp.

Bergamini A., Bisang I., Hodgetts N., Lockhart N., van Rooy J. & Tomas Hallingbäck T. (2019): Recommendations for the use of critical terms when applying IUCN red-listing criteria to bryophytes. *Lindbergia* 42(1): 1-6. <https://doi.org/10.25227/linbg.01117>

Blockeel T.L., Bosanquet S.D.S., Hill M.O. & Preston C.D. (2014): Atlas of British and Irish bryophytes: the distribution and habitat of mosses and liverworts in Britain and Ireland. Pisces, Newbury, Berkshire.

Boros Á. & Vajda L. (1963): A Bakony dolomitjának mohaföldrajza. Veszprém Megyei Múzeumok Közleményei 1: 281–286.

Callaghan D. (2012): The inventory of bryophytes at sites: completeness and survey effort. *Journal of Bryology* 34(1): 37–44. <https://doi.org/10.1179/1743282011Y.0000000046>

Chen Q.Y., Zheng S.L. & Liu J.J. (2023): Species attributes are weak predictors for future species discovery of Chinese terrestrial mammals. *Biological Conservation* 281: 110035. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2023.110035>

Csiky J. (2021): Can the thematic grouping used by SCImago influence the success of Hungarian bryologists? *Acta Biologica Plantarum Agriensis: a journal of plant biology* 9(1): 52. <https://doi.org/10.21406/abpa.2021.9.1.52>

Csiky J., Deme J., Erzberger P., Kovács D., Németh Cs. & Sipos A. (2023a): *Multiclavula mucida* (Basidiomycota) a Pannon régióban és más adatok a magyarországi lopvanősző flórához. *Kitaibelia* 28: 173–184. <https://doi.org/10.17542/kit.28.040>

Csiky J., Deme J., Kovács D., Szegedi B., Tóth I. Zs., Udvardi D. & Wirth T. (2023b): A Mecsek hegység kriptogám makroflórája. Előadás, elhangzott a Magyar Biológiai Társaság Botanikai Szakosztályának 1506. szakülésén, 2022. október 10-én. *Botanikai Közlemények* 110(1): 85–86.

Csiky J. & Sipos A. (2024): *Taxiphyllum densifolium* (Taxiphyllaceae) és a mecseki völgyek moharitkaságai. *Kitaibelia* 29(1): 3-16.

Csiky J. & Sipos A. (2025): Terricolous and saxicolous occurrence of *Anacamptodon splachnoides* (Froel. ex Brid.) Brid. (Amblystegiaceae) in Hungary. *Botanikai Közlemények* (közlésre elfogadva: 2025.01.03.)

Deilmann T.J., Christiansen D.M., García Criado M., Möller T., Schüle M. & Täuber A. (2024): Early Career Researchers advocate for raising the profile of bryophyte ecological research. *Basic and Applied Ecology* 81: 106-111. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2024.11.001>

Ellis L.T., Arrocha C., Benítez Á., Beyrouthy M., Chandini V.K., Czernyadjeva I.V., Deme J., Erzberger P., Fedosov V.E., Górski P., Guerra J., Hugonnot V., Lautenschläger T., Lee G.E., Mair P., Mamontov Yu.S., Manju C.N., Manjula K.M., Mesterházy A., Mufeed B., Müller F., Neinhuis C., Németh Cs., Paul R.R., Pócs T., Porley R.D., Rajesh K.P., Raouf Fard F., Rawat K.K., Rodríguez-Quiel E., Schäfer-Verwimp A., Ștefănuț S., Tratter W., Verwimp I., Vilnet A.A., Wolf I.M. & Zander R.H. (2022): New national and regional bryophyte records, 71. *Journal of Bryology* 44: 252-263. <https://doi.org/10.1080/03736687.2022.2143223>

Ellis L.T., Adjie B., Alvarez D.J., Ardiles V., Asthana A.K., Atwood J.J., Bakalin V.A., Bednarek-Ochyra H., Boiko M., Budke J.M., Cedrés-Perdomo R.D., Cerrato M.D., Csiky J., Espinoza-Prieto B., Gabriel R., Gey S., Gil L., Graulich A., Hylander K., Kiebacher T., Konstantinova N.A., Kučera J., Kunev G., Larraín J., Lönnell N., Maciel-Silva A.S., Mamontov Yu.S., Mattos G.H.R., Mir-Rosselló P.M., Nadhifah A., Natcheva R., O’Leary S.V., Oliveira M.F., Opisso J., Papp B., Peñaloza-Bojacá G.F., Polaino-Martín C., Rawat K.K., Ribas-Serra A., Rosadziński S., Sahu V., Sipos A., Staniaszek-Kik M., Starzomski B.M., Suárez G.M., Tucker D.B.L., Verma A. & Zagorodniuk N. (2024a): New national and regional bryophyte records, 77. *Journal of Bryology* 46(2):139-155. <https://doi.org/10.1080/03736687.2024.2388418>

Ellis L.T., Afonina O.M., Ahmadi S., Alvarez D.J., Álvaro Alba W.R., Ashouri A., Aslan G., Campos L.V., Costa M.C.O., Csiky J., Czernyadjeva I.V., Estepa-Ruiz M.T., Gonçalves O.A., Gradstein S.R., Graulich A., He Y.-K., Hu R.Y., Hugonnot V., Ignatova E.A., Kirmaci M., Kopitar D., Krajšek S.S., Kučera J., Kürschner H., Li X.-D., Liu Z., Maciel-Silva A.S., Mahdigholi K., Manju C.N., Mehrabian A.R., Mejia-Toro L.F., Mufeed B., Ochyra R., O’Leary S.V., Oliveira-da-Silva F.R., Özenoğlu H., Peñaloza-Bojacá G.F., Pépin F., Peralta D.F., Rajesh K.P., Rios A.B.M., Sahu V., Sajitha M.S., Schäfer-Verwimp A., Shirzadian S., Soares de Lima J., Sipos A., Suárez G.M., Vélez Puerta J.M., Verma A., Vončina G., Vilc E.F.,

Wierzgoń M., Winter G., Yao K.-Y. & Zheng T.-X. (2024b): New national and regional bryophyte records, 78. *Journal of Bryology* 46(3): 226-243.

<https://doi.org/10.1080/03736687.2024.2418206>

Erzberger P., Csiky J., Baráth K., Beránek Á., Deme J., Fintha G., Jakab G., Matus G., Mesteházy A., Nagy J., Nagy Z., Németh Cs., Pócs T., Schmidt D., Schmotzer A., Szűcs P., Wolf M. & Papp B. (2023): Preliminary data on frequency and distribution of Hungarian bryophytes based on ‘recent’ (1974–2022) records. *Journal of Bryology* 45(2): 121–148.

<https://doi.org/10.1080/03736687.2023.2225966>

Fraser-Jenkins C.R. (2007): The species and subspecies in the *Dryopteris affinis* group. *Fern Gazette* 18(1): 1–26.

García Criado M., Väre H., Nieto A., Bento Elias R., Dyer R., Ivanenko Y., Ivanova D., Lansdown R., Molina J.A., Rouhan G., Rumsey F., Troia A., Vrba J. & Christenhusz M.J.M. (2017): European Red List of Lycopods and Ferns. Brussels, Belgium: IUCN. iv + 59 pp.

Griffith D.M., Veech J.A., & Marsh C.J. (2016). cooccur: Probabilistic Species Co-Occurrence Analysis in R. *Journal of Statistical Software, Code Snippets*, 69(2), 1–17.

<https://doi.org/10.18637/jss.v069.c02>

Hammer O., Harper D.A.T. & Ryan P.D. (2001): PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4: 1–9.

Hodgetts N., Cálix M., Englefield E., Fettes N., García C.M., Patin L., Nieto A., Bergamini A., Bisang I., Baisheva E., Campisi P., Cogoni A., Hallingbäck T., Konstantinova N., Lockhart N., Sabovljevic M., Schnyder N., Schröck C., Sérgio C., Sim Sim M., Vrba J., Ferreira C.C., Afonina O., Blockeel T., Blom H., Caspari S., Gabriel R., Garcia C., Garilleti R., González Mancebo J., Goldberg I., Hedenäs L., Holyoak D., Hugonnot V., Huttunen S., Ignatov M., Ignatova E., Infante M., Juutinen R., Kiebach T., Köckinger H., Kučera J., Lönnell N., Lüth M., Martins A., Maslovsky O., Papp B., Porley R., Rothero G., Söderström L., Ștefănuț S., Syrjänen K., Untereiner A., Váňa J. I., Vanderpoorten A., Vellak K., Aleffi M., Bates J., Bell N., Brugués M., Cronberg N., Denyer J., Duckett J., During H.J., Enroth J., Fedosov V., Flatberg K.-I., Ganeva A., Gorski P., Gunnarsson U., Hassel K., Hespanhol H., Hill M., Hodd R., Hylander K., Ingerpuu N., Laaka-Lindberg S., Lara F., Mazimpaka V., Mežaka A., Müller F., Orgaz J.D., Patiño J., Pilkington S., Puche F., Ros R.M., Rumsey F., Segarra-Moragues J.G., Seneca A., Stebel A., Virtanen R., Weibull H., Wilbraham J. & Żarnowiec J. (2019): A miniature world in decline: European Red List of Mosses, Liverworts and Hornworts. Brussels, Belgium: IUCN

Hodgetts N.G., Söderström L., Blockeel T.L., Caspari S., Ignatov M.S., Konstantinova N.A., Lockhart N., Papp B., Schröck C., Sim-Sim M., Bell D., Bell N.E., Blom H.H., Bruggeman-Nannenga M.A., Brugués M., Enroth J., Flatberg K.I., Garilleti R., Hedenäs L., Holyoak D.T., Hugonnot V., Kariyawasam I., Köckinger H., Kučera J., Lara F. & Porley R.D. (2020): An annotated checklist of bryophytes of Europe, Macaronesia and Cyprus. *Journal of Bryology* 42(1): 1-116. DOI: 10.1080/03736687.2019.1694329

- Ignatov M.S. & Ignatova E.A. (1990): Materials to the knowledge of the bryoflora of Moscow Province. In: Skvortsov A.K. (ed.): Floristicheskie issledovaniya v Moskovskoj oblasti. Moscow, Nauka, pp. 121-179. [Orosz nyelven]
- Király G. (szerk.) (2009): Új magyar fűvészkönyv. Magyarország hajtásos növényei. Határozókulcsok. Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, Jósuaő, 616 pp.
- Konrád Gy., Sebe K., Halász A. & Halmai Á. (2010): A Délkelet-Dunántúl földtani fejlődéstörténete – recens analógiák. Földrajzi Közlemények 134(3): 251-265.
- Man M., Malíček J., Kalčík V., Novotný P., Chobot K. & Wild J. (2022): DaLiBor: Database of Lichens and Bryophytes of the Czech Republic. Preslia 94: 579–605.
- Mandl N., Lehnert M., Kessler M. & Gradstein R.S. (2010): A comparison of alpha and beta diversity patterns of ferns, bryophytes and macrolichens in tropical montane forests of southern Ecuador. Biodiversity and Conservation 19: 2359–2369.
<http://dx.doi.org/10.1007/s10531-010-9839-4>
- Mastracci M. (2003): *Thamnobryum neckeroides* (Bryopsida: Neckeraceae): lectotypification, synonymies, diagnostic characters, habitat and distribution. Journal of Bryology, 25: 115-120. DOI: 10.1179/037366803235001788
- Mateo R., Broennimann O., Normand S., Petitpierre B., Araújo M.B., Svenning J-C., Baselga A., Fernández-González F., Gómez-Rubio V., Munoz J., Suarez G.M., Luoto M., Guisan A. & Vanderpoorten A. (2016): The mossy north: an inverse latitudinal diversity gradient in European bryophytes. *Scientific Reports* 6: 25546. <https://doi.org/10.1038/srep25546>
- Meinunger L. & Schröder W. (2007): Verbreitungsatlas der Moose Deutschlands. Regensburgische Botanische Gesellschaft, Regensburg.
- Meyer C., Weigelt P. & Kreft H. (2016): Multidimensional biases, gaps and uncertainties in global plant occurrence information. Ecology Letters 19: 992–1006. doi: 10.1111/ele.12624
- Möls T., Vellak K., Vellak A. & Ingerpuu N. (2013): Global gradients in moss and vascular plant diversity. Biodiversity and Conservation 22: 1537–1551.
- Ochyra R., Szmajda P. & Bednarek-Ochyra H. (1994): Atlas rozmieszczenia geograficznego mchów w Polsce. W. Szafer Institute of Botany of the Polish Academy of Sciences and Adam Mickiewicz University, Kraków.
- Papp B., Erzberger P., Ódor P., Hock Zs., Szövényi P., Szurdoki E. & Tóth Z. (2010): Updated Checklist and Red List of Hungarian Bryophytes. *Studia bot. hung.* 41: 31–59.
- Papp B. & Kovács T. (2020): Bryophytes and ferns on stone walls in the Cuha Valley, Bakony MTS, Western Hungary. *BioData Hungarica* 1(1):1-4.
- Preston F.W. (1960): Time and space and the variation of species. Ecology 41: 611–627.
<https://doi.org/10.2307/1931793>

Rünk K., Zobel M. & Zobel K. (2012): Biological Flora of the British Isles: *Dryopteris carthusiana*, *D. dilatata* and *D. expansa*. *Journal of Ecology* 100: 1039-1063.

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2012.01985.x>

Sabovljević M., Papp B., Blockeel T., Ignatov M., Hallingbäck T. & Söderström L. (2019): *Taxiphyllum densifolium* (Europe assessment). *The IUCN Red List of Threatened Species* 2019: e.T87464580A87780687. (Accessed on 14 January 2025.)

Schröck C., Bisang I., Caspari S., Hedenäs L., Hodgetts N., Kiebacher T., Kučera J., Ștefănuț S. & Vana J. (2019): *Thamnobryum neckeroides* (Europe assessment). *The IUCN Red List of Threatened Species* 2019: e.T87467907A87737832. Accessed on 12 January 2024.

Sonkoly J., Tóth E., Balogh N., Balogh L., Bartha D., Csendesné Bata K., Bátori Z., Békefi N., B.-D. Zoltán, Bölöni J., Csecserits A., Csiky J., Csontos P., Dancza I., Deák B., Dobolyi K.Z., E-Vojtkó A., Gyulai F., Hábcenyus A.A., Henn T., Horváth F., Höhn M., Jakab G., Kelemen A., Király G., Kis Sz., Kovacsics-Vári G., Kun A., Lehoczky É., Lengyel A., Lhotsky B., Löki V., Lukács B.A., Matus G., Mcintosh-Buday A., Mesterházy A., Miglécz T., Molnár A.V., Molnár Zs., Morschhauser T., Papp L., Pósa P., Rédei T., Schmidt D., Szmorad F., Takács A., Tamás J., Tiborcz V., Tölgyesi Cs., Tóth K., Tóthmérész B., Orsolya V., Viktor V., Wirth T. & Török P. (2023): *PADAPT 1.0 – the Pannonian Dataset of Plant Traits*.

Scientific Data 10: 742. Available from:

https://www.researchgate.net/publication/374995077_PADAPT_10_-_the_Pannonian_Dataset_of_Plant_Traits#fullTextFileContent [accessed Jan 14 2025].

Soó R. (1964): *A magyar flóra és vegetáció rendszertani és növényföldrajzi kézikönyve I.* Akadémiai Kiadó, Budapest, 589 pp.

Su D., Yang L., Shi X., Ma X., Zhou X., Blair Hedges S. & Zhong B. (2021): Large-Scale Phylogenomic analyses reveal the monophyly of Bryophytes and Neoproterozoic origin of Land Plants. *Molecular Biology and Evolution* 38(8): 3332–3344.

<https://doi.org/10.1093/molbev/msab106>

Swissbryophytes (2022): Swissbryophytes. URL:

<https://www.swissbryophytes.ch/index.php/de/>

Szabó I.L. & Szabó L.Gy. (2008): Boros Ádám breviáriuma. Emlékkönyv Dr. Boros Ádám tiszteletére. Pannon Egyetem Georgikon Kar, Keszthely

Van Zuijlen K., Nobis M.P., Hedenäs L., Hodgetts N., Calleja Alarcón J.A., Albertos B., Bernhardt-Römermann M., Gabriel R., Gariletti R., Lara F., Preston C.D., Simmel J., Urmi E., Bisang I., Bergamini A. 2023: Bryophytes of Europe Traits (BET) dataset. *EnviDat*. <https://www.doi.org/10.16904/envidat.348>. (Accessed on 27.07.2024.)

Weigand A., Abrahamczyk S., Aubin I., Bitá-Nicolae C., Bruelheide H., Carvajal-Hernández C.I., Cicuzza D., Nascimento da Costa L.E., Csiky J., Dengler J., de Gasper A.I., Guérin G.R., Haider S., Hernández-Rojas A., Jandt U., Reyes-Chávez J., Karger D.N., Khine P.K., Kluge J., Krömer T., Lehnert M., Lenoir J., Moulatlet G.M., Aros-Mualin D., Noben S., Olivares I., Quintanilla L.G., Reich P.B., Salazar R., Silva-Mijangos L., Tuomisto H., Weigelt P., Zuquim

G., Kreft H. & Kessler M. (2020): Global fern and lycophyte richness explained: How regional and local factors shape plot richness. *Journal of Biogeography* 47: 59–71.
<https://doi.org/10.1111/jbi.13782>

Yao X., Dai Z., Wang Y., Zhang J. & Wang J. (2024): What Determines the Probability of Discovering a Species? A Study of the Completeness of Bryophyte Inventories in Tianmushan National Nature Reserve (Zhejiang, China). *Ecology and Evolution*: 14:e70593.
<https://doi.org/10.1002/ece3.70593>

Publikálatlan adatbázis referenciák

Deme J., Erzberger P. & Csiky J. (ined.): A Mecsek mohafldrájának KEF alapú adatbázisa. Pécs (Excel file) (2023.08.31. állapot)

Csiky J., Tóth I.Zs. & Sipos A. (ined.): A Mecsek harasztflórájának adatbázisa. Pécs (Excel file) (2023.08.31. állapot)

Függelék:

1. Függelék. Az egész Mecsekre vonatkoztatott együttes előfordulás elemzés során az egyes harasztokhoz pozitívan asszociáló mohák.

Gymnocarpium dryopteris	Dryopteris x complexa	Gymnocarpium robertianum	Polystichum x bicknellii	Phegopteris connectilis
Marchantia polymorpha	Eurhynchium angustirete	Barbula unguiculata	Polytrichum formosum	Dicranella heteromalla
Pogonatum aloides		Didymodon rigidulus		Rhynchostegium megapolitanum
		Tortula schimperi		
Dryopteris dilatata	Equisetum telmate	Dryopteris affinis	Dryopteris borrieri	Polypodium interjectum
Dicranella heteromalla	Leskea polycarpa	Oxyrrhynchium hians	Homalothecium sericeum	Exsertotheca crispa
Pseudotaxiphyllum elegans			Isothecium myosuroides	Thamnobryum alopecurum
			Plagiothecium succulentum	
			Pterigynandrum filiforme	
			Scapania nemorea	
			Tetraphis pellucida	
Polystichum aculeatum	Asplenium scolopendrium	Polypodium vulgare	Cystopteris fragilis	Asplenium adiantum-nigrum
Anomodon attenuatus	Anomodon attenuatus	Anomodon attenuatus	Amblystegium serpens	Campylodium calcareum
Anomodon viticulosus	Cololejeunea rossettiana	Fissidens dubius	Conocephalum conicum	Hypnum cupressiforme
Fissidens viridulus	Conocephalum conicum	Isothecium alopecuroides	Didymodon fallax	Plagiomnium undulatum
Microeurhynchium pumil	Ctenidium molluscum	Lejeunea cavifolia	Fissidens pusillus	Plagiothecium cavifolium
Mnium lycopodioides	Eucladium verticillatum	Metzgeria conjugata	Mnium lycopodioides	Radula complanata
Plagiomnium rostratum	Fissidens gracilifolius	Mnium stellare		
Taxiphyllum wissgrillii	Homalia besseri	Plagiochila porelloides		
Thamnobryum neckeroid	Metzgeria conjugata	Plagiothecium cavifolium		
	Neckera complanata	Sciuro-hypnum populeum		
	Pellia endivifolia	Thamnobryum alopecurum		
	Plagiochila porelloides			
	Plagiomnium rostratum			
	Plasteurhynchium striatulum			
	Sciuro-hypnum flotowianum			
	Thamnobryum alopecurum			
Dryopteris filix-mas	Athyrium filix-femina	Polystichum setiferum	Dryopteris carthusiana	Dryopteris carthusiana
Fissidens gracilifolius	Bryum rubrum	Microeurhynchium pumilum	Atrichum undulatum	Atrichum undulatum
Fissidens taxifolius	Fissidens taxifolius		Plagiothecium curvifolium	Plagiothecium curvifolium
	Pohlia melanodon			