

SPONTÁN ERDŐÁLLOMÁNYOK FAFAJÖSSZETÉTELÉNEK ÁTTEKINTŐ ÉRTÉKELÉSE AZ ORSZÁGOS ERDŐÁLLOMÁNY ADATTÁR ALAPJÁN

ZAGYVAI Gergely

Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Növényteni és Természetvédelmi Intézet
9400 Sopron, Bajcsy-Zsilinszky u. 4., e-mail: zagyvai.gergely@uni-sopron.hu

Kulcsszavak: spontán erdősődés, erdőszukcesszió, fajösszetétel, regeneráció, terjedőképesség, inváziós fajok

Összefoglalás: A kutatás során a spontán eredetű erdők fajösszetételét elemeztem az Országos Erdőállomány Adattárban „talált” erdőként nyilvántartott állományok adatai alapján. Erdészeti tájanként értékeltem a spontán erdők faállománytípusait. A fajok országos és táji szinten hasonlítottam össze a területük, a területükből számított változók, valamint a terjedőképességet és a terjedési lehetőséget leíró TSI index alapján. A legfontosabb fajok egymáshoz képesti viszonyát sokváltozós statisztikával elemeztem. A spontán erdők nagysága és összetétele jelentős táji változatosságot mutat. A tájak nagy többségében a spontán erdősülő területek az inváziós terjedés színterei [elsősorban fehér akác (*Robinia pseudoacacia*)]. Az inváziós kockázat mellett, a Dunántúl délnyugati és az Északi-középhegység keleti részén mutatkozik reális lehetőség nagyobb területen, őshonos fajokkal, diverz módon történő regenerációra. A spontán erdők fajösszetétele jelzi a kocsánytalan tölgy szerepének csökkenését a csertölgyéhez képest. Egyes honos r-K stratégista fajok [pl. mezei juhar (*Acer campestre*)] spontán erdősődésben betöltött jelentősebb szerepe természetvédelmi szempontból is előnyös alternatívát kínál a középtávon visszaszoruló honos pionír és az inváziós fajokkal szemben. Egyes adventív fajok [pl. ezüst juhar (*Acer saccharinum*)] még nem tartoznak a legkártékonyabb özőnfajok közé, de eredményeim szerint veszélyesebbé válhatnak és jelentősebb természetvédelmi problémát okozhatnak.

Bevezetés

Az utóbbi évtizedekben több százezer hektár mezőgazdasági területet hagytak fel Magyarországon, amelyek jelentős hányadán megindult a spontán cserjésedés, erdősődés. A jelenség nem csak Magyarországon, hanem Európa számos országában (pl. Franciaország, Spanyolország, Olaszország) jellemző (Barbati et al. 2011). A folyamat Kelet-Európában az 1990-es évektől vett nagyobb lendületet (Alexander et al. 2012). Elméleti megközelítésben a regenerációs folyamatokban a vegetáció összetétele a potenciális növényzetnek megfelelő irányba változik, ami Magyarország területének nagy részén jelenleg zárt erdőtakarót vagy erdő-gyep vegetációkomplexet jelent. A spontán erdősődés sok esetben az őshonos fajokkal történő regeneráció helyett az inváziós fajok térhódításához vezet (Tiborc et al. 2019). Az özőnfajok problémaköre mellett fontos természetvédelmi kérdésként merül fel, reális lehetőség-e olyan természetserű erdőállományok létrejötte a spontán szukcessziós folyamatok útján, amelyek hosszabb távon is előnyösnek értékelhetők?

A magyarországi szakirodalom jelentős része a másodlagos szukcessziós folyamatok témakörén belül elsősorban a gyepek dinamikájára koncentrált (Illyés és Bölöni 2007, Bartha és Molnár 2008, Albert et al. 2013). A kisszámú, célirányosan a spontán cserjésedéssel, erdősődéssel foglalkozó hazai kutatás különböző méretű, kistájnál kisebb mintaterületek adatain alapul (Csontos és Tamás 2005, Zagyvai et al. 2012, Zagyvai 2016). Schmotzer (2016) a cserjésekről és szegélytársulásokról ad átfogó társulástani és élőhely-osztályozási áttekintést közép-európai kitekintéssel, amelyet esettanulmányokkal egészít ki a természetvédelmi kezelések kérdéseire kitérve. A kutatások egy része a gyepek és a fásszárú növényzet közötti összefüggésekre koncentrált (Jakucs 1972, Teleki et al. 2019). A kérdéskör legtöbb esetben más, kapcsolódó tudományterületek (tájtörténet, társulástan, florisztika, élőhelyterképezés, természetvédelem, erdészet) mellékszálaként bukkan fel. A spontán erdősődés célirányos, alaposabb tanulmányozása azért is indokolt, mert a hazai tapasztalatok mellett a nemzetközi

szakirodalom is beszámol a biodiverzitás növelése szempontjából előnyös szukcessziós esettanulmányokról (Whisenant 2005, Adamowski és Bomanowska 2011). A diverzitás növelése a térbeli mintázat változatosságán keresztül is megvalósulhat az erdő záródását megelőzően (Ruskule et al. 2012), de kimutatható az erdőszukcesszió késői fázisában is, összevetve az egyéb úton létrejött erdőkkel (Cojzer et al. 2014).

Jelen tanulmány célja a spontán erdőállományok fafajokra vonatkozó összetételi jellemzőinek országos áttekintése, a fafajok egymás közötti kapcsolatainak feltárása és a fajkompozícióra hatást gyakorló táji környezet értékelése.

Anyag és módszer

A spontán eredetű erdőállományok térképi és üzemtervi adatait az Országos Erdőállomány Adattárból válogattam le. Azoknál az erdőrészeknél volt ez a művelet lehetséges, amelyeket az elmúlt másfél évtizedben, az újonnan történt üzemtervezés során, eredetük szempontjából már besoroltak a „talált erdő” kategóriába. A spontán erdőállományoknak csak egy részét regisztrálták „talált erdőként”, viszont az ilyen besorolású erdőrészek túlnyomó többségükben ténylegesen spontán eredetűek, így alkalmasak spontán erdősődés területi és összetételi jellemzőinek tájankénti összehasonlítására. A továbbiakban a „spontán erdő” kifejezés az előzőekben leírt módon leválogatott erdőrészekre vonatkozik.

Az országos léptékű elemzés során 32 312 erdőrészlet (42 640 ha) adata került felhasználásra az adatbázis 2016-os állapota szerint. A spontán erdőkre vonatkozóan összehasonlítottam az erdészeti tájakat faállománytípusuk és fafajösszetételük szerint. Meghatároztam azokat a fafajokat, amelyek jól terjednek, illetve invázióbiológiai szempontból is veszélyesek, továbbá azokat, amelyek alacsony terjedőképességgel és terjedési lehetőségekkel rendelkeznek. Részletesen annak a 15 fafajnak a területi adatait dolgoztam fel, amelyeknek a talált erdőkön belüli területaránya meghaladja az 1%-ot.

Az országosan összesített adatok felhasználásával, az egyes fafajok relatív terjedőképességét, terjedési lehetőségeit és a spontán erdők kialakulása során a szukcesszióban betöltött szerepét együttesen jellemző mutatót kaptam a következő módon:

$$dT\%_{\text{országos}} = T\%_{\text{spontán országos}} - T\%_{\text{összes országos}}$$

$dT\%_{\text{országos}}$ = a fafaj spontán és összes erdőállományokon belüli országos területarányainak különbsége (%)

$T\%_{\text{spontán országos}}$ = a fafaj spontán erdőállományokon belüli országos területaránya (%)

$T\%_{\text{összes országos}}$ = a fafaj összes erdőállományhoz viszonyított országos területaránya (%)

A kapott pozitív vagy negatív érték tükrözi, hogy a fafaj, a spontán erdőállományokban mennyire felül- vagy alulreprezentált országos léptékben az összesített súlyához képest.

Területi súlyozás nélküli, szimmetrikus skálájú (-1 – 1) indexet képeztem az alábbi számítással:

$$TSI (\text{Tree Spreading Index})_{\text{országos}} = dT\%_{\text{országos}} / (T\%_{\text{spontán országos}} + T\%_{\text{összes országos}})$$

Ez esetben a jól terjedő fafajok 1-hez közeli, a rosszul terjedők 0 és -1 közötti értéket kapnak. A pionír karakteren belüli különbségek ezzel a mutatóval kevésbé differenciáltak.

Az erdészeti tájakat a következő értékek szerint jellemeztem a részletesen vizsgált fafajok esetében:

- $T^{spontán}_{táj}$: a fafaj által borított terület nagysága a spontán erdőállományokban a táj egészére (ha) (2. táblázat).
- $T\%^{spontán}_{táj}$: a fafaj aránya a táj spontán erdőállományain belül (%).
- $QT^{spontán}_{táj}$: a fafaj által borított terület és az összes terület aránya a spontán erdőkre vonatkozóan (%). Az érték a táj területnagyságától függetlenül fejezi ki a fafaj jelentőségét a tájban a spontán erdősődés szempontjából.
- $TSI_{táj}$: a fafaj összesített területéhez képest a tájban, milyen arányban van jelen a spontán állományokban. Az $TSI_{országos}$ indexhez hasonlóan képzett mutató kifejezi, hogy milyen irányú és mértékű változások várhatók a spontán erdősődés következtében (pl. inváziós terjedés) (A 3. táblázatban azokat a tájakat emeltük ki, amelyekben számottevő (> 10 ha) az adott fafaj területe a talált erdőkben).

Az egyes fajok terjedőképességét tájökölógiai jellegű, finomabb léptékű vizsgálattal is jellemeztem. A spontán erdőállományokban legnagyobb (1% feletti) területi részesedéssel rendelkező 14 faj esetében (a korábban részletesen vizsgált fajokhoz képest a fehér nyár és a szürke nyár kivételével), minden spontán állományhoz hozzárendeltem a legközelebbi megegyező fajsorú, de nem talált eredetű állomány távolságát (az erdőrészek két legközelebbi pontjának távolsága). A módszer szerint, a rendelkezésre álló adatokra támaszkodva, ezt a távolságot leegyszerűsítve a legközelebbi propagulumforrásként értékelhetjük, bár a terület erdősödésének kezdetén már jelen lévő egyedek (pl. fás legelők, kultúrgeresztenyések, borókás legelők), fákat tartalmazó mezsgyék, fasorok, szegélytársulások sokszor fontos fajforrások. Hasonló propagulumforrást jelenthetnek azok az egyedek, amelyek a közelebbi erdőrészekben nem érik el az 5%-os elegyarányt és így nem szerepelnek a fajsorban, de rendszeres, nagy tömegű maghozammal teríthetik a másodlagos szukcesszió előtt megnyíló élőhelyeket. Ezt a varianciaforrást az elemzések során nem tudtam figyelembe venni.

A fajok részletes jellemzésekor nem tértem ki a nemes nyárokra (*Populus × euramericana*) (a faállománytípusoknál viszont szerepelnek). A nemes nyárok 19 fajtája és az „egyéb nemes nyárok” kategóriája szerepel a spontán erdők üzemtervi adataiban. A taxoncsoport tényleges terjeszkedése még tisztázandó kérdés, így nem volt lehetséges a részletes kutatásba való bevonásuk. Nem tekinthető megbízhatónak a fehér nyár (*Populus alba*) és a szürke nyár (*Populus × canescens*) üzemtervi elkülönítése, ezért fehér nyár néven vontam össze őket, a legközelebbi potenciális fajforrás vizsgálatánál pedig kihagytam őket az elemzésből.

Főkoordináta-analízissel (PCoA) vizsgáltam, hogy a spontán erdők fajokai hogyan társulnak egymással, milyen jellegzetes fajokösszetételű csoportokkal jellemezhetők. Ebben az elemzésben szintén azt a 15 fajt vizsgáltam, amelyek összesített területe eléri a talált erdők országos területének 1%-át. A fajok elegyarányát, mint mennyiségi változót figyelembe véve két eltérő információtartalmú koefficienszt használtam (korreláció, Bray-Curtis).

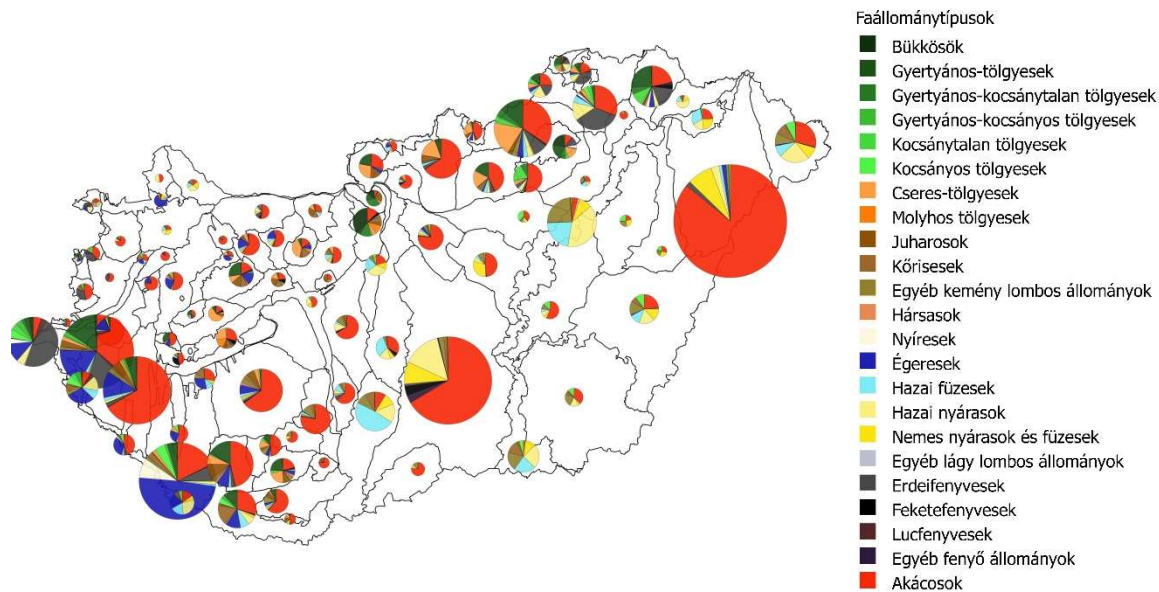
Az adatok térinformatikai feldolgozásához és megjelenítéséhez Topoxmap és QGIS.16.3 szoftvert használtam. Az ordinációs elemzéseket a fajok elegyarány értékei alapján Syn-Tax programcsomag segítségével végeztem. A főkoordináta analízisek (PCoA) során korrelációs és Bray-Curtis koefficienseket használtam.

Eredmények

Faállomány típusok – Erdészeti tájak

Eredményeim szerint mind a spontán erdők területének nagysága, mind az összetételi sajátosságai tekintetében jelentős táji változatosság fedezhető fel, ami egyszerűen és szemléletesen áttekinthető az erdészeti nyilvántartásban használt faállománytípusok csoportjaival, erdészeti táj szerinti bontásban (1. ábra).

Kiemelkedő (tájanként 1000 hektárt meghaladó) az üzemtervezett spontán erdők nagysága az alföldi homokvidékeinken (Nyírség, Duna–Tisza közti hátság), a Délnyugat-Dunántúlon (Belső-Somogyi-homokvidék, Kelet-Zalai-löszvidék, Göcseji-dombság, Nyugat-Zselic, Alsó-Órség), az Északi-középhegység dombvidékein (Heves–Borsodi-dombság, Cserehát) és a Közép-Tiszai-ártéren. Viszonylag kevés talált erdőt regisztráltak az intenzívebb használattal érintett alföldi, kisalföldi és északnyugat-dunántúli tájakon. Ha a talált erdőket a vizsgált tájak összeterületéhez viszonyítjuk a Délnyugat-Dunántúlon és a középhegységekben nagyobb, a Duna–Tisza közti hátságon alacsonyabb arányban találhatók meg az üzemtervezett spontán állományok.



1. ábra A spontán erdők faállománytípusainak megoszlása erdészeti tájak szerint (a kördiagramok átmérője a spontán erdők területnagyságával arányos az erdészeti tájon belül)
 Figure 1. Distribution of spontaneous forests according to stand types and forest region (size of circle diagrams marks the area of spontaneous forest in forest regions)

A 92 db erdészeti tájból 26-ban a spontán erdőállományok abszolút többségét az akácosok faállománytípus-csoportja teszi ki. A legtöbb spontán akácos a Nyírségben, a Duna–Tisza közti hátságon és a Kelet-Zalai-löszvidéken található. Dombvidékeink esetében is általánosságban jellemző folyamat az akácosok spontán terjeszkedése, de – ha minimális kiterjedéssel is – a fafaj csaknem minden erdészeti tájban jelen van a talált erdők között.

A Délnyugat-Dunántúl egyes tájain az őshonos fafajú állománytípusok részesedése a meghatározó a spontán erdőkön belül, köszönhetően a számukra kedvező vegetációmintázatnak, klímának, talaj- és domborzati viszonyoknak. A Belső-Somogyi-homokvidéken jellegzetesen sok spontán égeres és nyíres található. A Göcseji-dombságban az égeresek mellett jelentős a spontán gyertyánosok és erdeifenyvesek kiterjedése. Az Alsó-Órségben a spontán erdeifenyvesek relatív többségben vannak, de jellemző a gyertyánosok, kocsányostölgyesek, kocsánytalan-tölgyesek spontán térhódítása is. Az előzőleg felsorolt erdészeti tájakban az akác terjeszkedése kimutatható és fenyegető veszélyforrásként értékelhető.

A nagy folyóvölgyek eltérő tájtípusként határozhatók meg a spontán erdők fafajösszetétele szempontjából is. Ezekben a tájakban a pionír karakterű fafajokból álló hazai nyárasok és hazai fűzesek terjeszkedése jelentős, ugyanakkor szintén nagy területen jelennek meg a spontán nemesnyárasok. A nemesnyár fajtákkal a hazai fekete nyár hibridizálódik, így feltételezhető, hogy a spontán nemesnyárasok és a spontán feketenyárasok nagy számban tartalmaznak hibrid egyedeket, ami hosszú távon az őshonos fekete nyár genetikai felmorzsolódásához,

kikereszteződéses leromlásához vezet. Az ártéri körülmények között spontán keletkezett zöld juharos és amerikai kőrises állományok az „egyéb kemény lomb” faállománytípus-csoport területarányát növelik.

A spontán erdősődés szempontjából külön tájtípusba sorolhatók a magasabb arányban erdősült, „konzervatív” erdőterületekkel borított középhegységek (Zempléni-hegység, Központi-Bükk, Vértes, Bakony). Ezeken a tájakon a spontán erdők változatos típusokkal jellemezhetők; megjelennek a tájra jellemző, klimax jellegű állományok, pionír erdők és főként az alacsonyabb régiókban az akácok is.

Az előzőekben az erdészeti tájak fafajösszetételét faállománytípusok szerint röviden jellemeztem, a későbbiekben ezt fafajsoros adatok alapján részletesen is megteszem.

Fafajok – Országos áttekintés

Fafaj szerinti bontásban és országos területi összesítésben a fehér akác (*Robinia pseudoacacia*) elsősége megkérdőjelezhetetlen a talált erdők között (44,52%). Őshonos fafajaink közül kiemelkedő a mézgás éger (*Alnus glutinosa*), amelynek az összes fafaj közül a második legmagasabb az országos területaránya (8,59%) a talált erdők között. A többi fafaj területaránya 6% alatti értékekkel fedi le a spontán erdők területének fennmaradó csaknem 47%-át (1. táblázat).

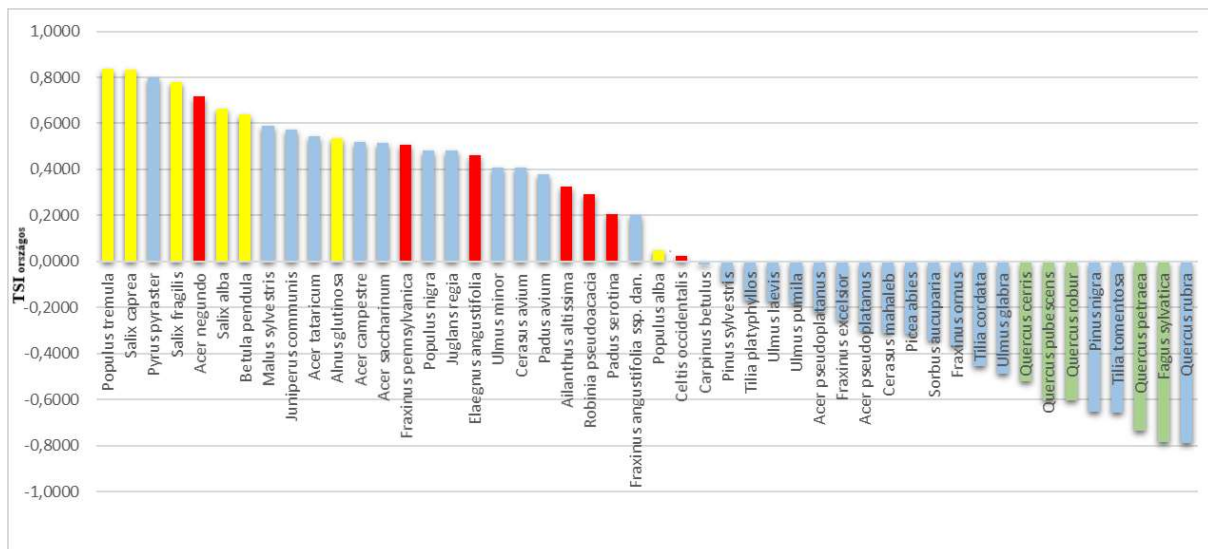
A korábban leírt módon képzett $dT\%_{\text{országos}}$ érték alapján összehasonlítva a fafajokat láthatjuk, hogy az erdőállományok spontán keletkezéséből adódóan a pionír fafajok többsége (*Alnus glutinosa*, *Salix* spp., *Populus* spp.) magas, pozitív, a K-stratégista fafajok (*Quercus* spp., *Fagus sylvatica*) alacsony, negatív értékeket kaptak. Kevésbé magától érthetőnek tekinthetjük az inváziós fafajokra, azok sorrendiségére vonatkozó adatokat. Eredményeim szerint, az inváziós fafajok közül a fehér akác, a zöld juhar (*Acer negundo*) és az amerikai kőrís (*Fraxinus pennsylvanica*) terjedése veszélyeztet nagyobb területeket összesített területarányához képest. Az ezüst juhar (*Acer saccharinum*) és a királydió (*Juglans regia*) területaránya ma még csekély, de a mutató szerint erőteljes terjedésre képesek (1. táblázat).

A $TSI_{\text{országos}}$ mutató értékei szerint az inváziós fafajokon belül a zöld juhar terjedőképessége kiemelkedő, amely összefügghet a víz útján történő hatékony magterjesztéssel. Az r-K-stratégista elegyfajok közül a vadkörte (*Pyrus pyraea*), a vadalmának (*Malus sylvestris*), a tatárjuharnak (*Acer tataricum*), a mezei juharnak (*Acer campestre*) kedvező lehetőséget adnak azok a spontán szukcessziós folyamatok, amelyeknek az üzemtervek készítésekor rögzített stádiumairól adatokkal rendelkezünk. A honos K-stratégista fafajok közül a bükk (*Fagus sylvatica*) terjedése a legkorlátozottabb, míg a cser (*Quercus cerris*) a többi tölgyhöz képest könnyebben kolonizál új területeket (de még így is erősen negatív TSI érték jellemzi). A fafajokra vonatkozó mutatók értékelésénél figyelembe kell venni az adott faj sajátosságait. Viszonylag magas terjedési képességre következtethetnénk a közönséges borókára (*Juniperus communis*) vonatkozó mutatókból, holott magas aránya inkább a felhagyást megelőző legeltetésre utal, mint felhagyást követő jó kolonizációs (és kompetíciós) képességre (Bartha et al. 2006) (2. ábra).

1. táblázat A spontán erdőállományokat alkotó fajokra számított mutatók a területarány értékek szerinti csökkenő sorrendben

Table 1. Indicators of tree species in spontaneous forests sorting by area proportion in descending order

Fafaj	T %		dT%		TSI _{országos}
	spontán	országos	összes	országos	
<i>Robinia pseudoacacia</i> (A)	44,517	24,308	20,209	0,294	
<i>Alnus glutinosa</i> (MÉ)	8,592	2,606	5,986	0,535	
<i>Pinus sylvestris</i> (EF)	5,209	6,219	-1,010	-0,088	
<i>Carpinus betulus</i> (GY)	5,017	5,166	-0,148	-0,015	
<i>Populus alba</i> (FRNY)	4,367	3,978	0,389	0,047	
<i>Salix alba</i> (FFÜ)	4,362	0,875	3,486	0,666	
<i>Quercus cerris</i> (CS)	3,552	11,267	-7,715	-0,521	
<i>Quercus robur</i> (KST)	2,259	9,142	-6,883	-0,604	
<i>Acer campestre</i> (MJ)	2,209	0,696	1,513	0,521	
<i>Populus tremula</i> (RNY)	1,574	0,140	1,435	0,837	
<i>Quercus petraea</i> (KTT)	1,465	9,594	-8,129	-0,735	
<i>Acer negundo</i> (ZJ)	1,235	0,204	1,031	0,716	
<i>Fraxinus pennsylvanica</i> (AK)	1,217	0,400	0,817	0,505	
<i>Betula pendula</i> (NYI)	1,203	0,267	0,937	0,637	
<i>Fraxinus angustifolia</i> ssp. <i>danubialis</i> (MAK)	1,114	0,740	0,374	0,202	
<i>Populus nigra</i>	0,954	0,332	0,623	0,484	
<i>Fraxinus excelsior</i>	0,821	1,386	-0,565	-0,256	
<i>Fagus sylvatica</i>	0,710	5,955	-5,244	-0,787	
<i>Pinus nigra</i>	0,685	3,265	-2,579	-0,653	
<i>Picea abies</i>	0,399	0,763	-0,363	-0,313	
<i>Fraxinus ornus</i>	0,363	0,786	-0,423	-0,368	
<i>Juglans regia</i>	0,312	0,109	0,203	0,481	
<i>Juniperus communis</i>	0,312	0,084	0,228	0,575	
<i>Pyrus pyraeaster</i>	0,306	0,034	0,272	0,799	
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	0,279	0,103	0,177	0,463	
<i>Ulmus minor</i>	0,260	0,109	0,151	0,409	
<i>Salix caprea</i>	0,255	0,023	0,232	0,832	
<i>Quercus pubescens</i>	0,246	0,994	-0,748	-0,603	
<i>Ailanthus altissima</i>	0,210	0,107	0,103	0,325	
<i>Tilia cordata</i>	0,185	0,495	-0,311	-0,457	
<i>Cerasus avium</i>	0,180	0,076	0,104	0,407	
<i>Celtis occidentalis</i>	0,164	0,157	0,007	0,023	
<i>Acer pseudoplatanus</i>	0,149	0,278	-0,129	-0,302	
<i>Tilia tomentosa</i>	0,133	0,642	-0,509	-0,656	
<i>Padus serotina</i>	0,133	0,087	0,046	0,207	
<i>Quercus rubra</i>	0,111	0,939	-0,827	-0,788	
<i>Salix fragilis</i>	0,111	0,014	0,097	0,778	
<i>Acer saccharinum</i>	0,097	0,031	0,066	0,515	
<i>Acer platanoides</i>	0,081	0,127	-0,046	-0,221	
<i>Ulmus pumila</i>	0,077	0,111	-0,034	-0,181	
<i>Tilia platyphyllos</i>	0,057	0,080	-0,023	-0,171	
<i>Ulmus laevis</i>	0,037	0,053	-0,016	-0,176	
<i>Acer tataricum</i>	0,019	0,006	0,014	0,543	
<i>Padus avium</i>	0,007	0,003	0,004	0,378	
<i>Malus sylvestris</i>	0,007	0,002	0,005	0,591	
<i>Cerasus mahaleb</i>	0,003	0,006	-0,003	-0,312	
<i>Ulmus glabra</i>	0,001	0,004	-0,002	-0,489	
<i>Sorbus aucuparia</i>	0,000	0,001	0,000	-0,342	



2. ábra A spontán erdőállományokat alkotó fafajok TSI_{országos} értékei nagyság szerinti csökkenő sorrendben (sárga: pionír fajok, zöld: honos K-stratégista fajok, piros: inváziós fajok)

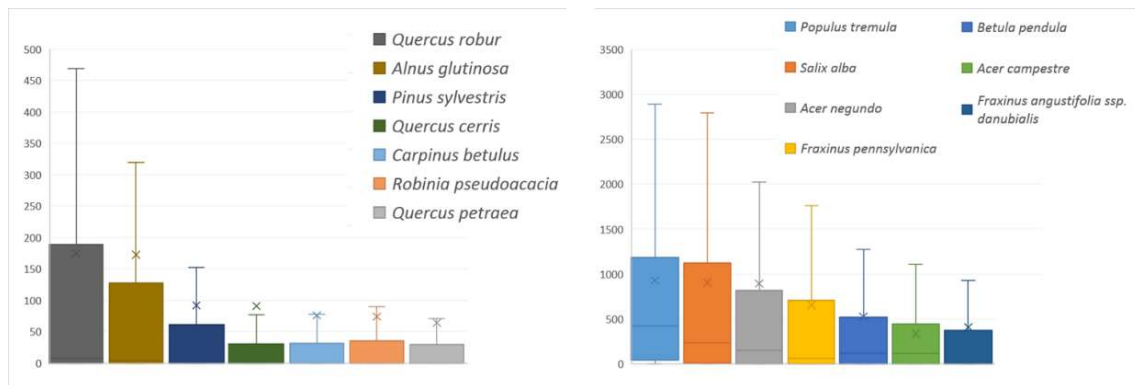
Figure 2. TSI (Tree Spreading Index) nationwide values of tree species in spontaneous forests in descending order (yellow: pioneer species, green: native K-selected species, red: invasive species)

A spontán erdőállományok legközelebbi propagulumforrásainak elemzése során kapott távolsági adatokból származó értékek (átlag, medián, szórás), a szukcessziós-életmenet (r-K) skála szélső értékeit tekintve hasonló eredményt hoztak, mint a korábbiakban ismertetett TSI_{országos} számai. A pionír rezgő nyár (*Populus tremula*), a fehér fűz (*Salix alba*) és a nyír (*Betula pendula*) nagy távolságból is képesek kolonizálni a felhagyott területeket, a tölgyfajok rövidebb távolságokra történő magterjesztéssel lehetnek sikeresek. A vizsgált 14 fafaj TSI_{országos} és távolságvértékek alapján számított sorrendiségében bizonyos fajok esetében ellentmondások tapasztalhatók. Ezek az eltérések arra utalnak, hogy pusztán a fajforrásként működő erdőállományok távolságán túl, a terjeszkedést egyéb szaporodással összefüggő faji vagy élőhelyi jellemzők is befolyásolják (3. ábra).

Az akác pozitív TSI_{országos} értékéhez viszonylag rövid potenciális fajforrástávolság társul, amely visszavezethető arra, hogy a fafaj hatékony terjeszkedését elsősorban a gyökérsarjakkal történő, frontszerű terjeszkedésnek köszönheti.

A pionírként jellemezhető, jól terjedő mézgás éger esetében is hasonló értékeket kaptam. A fafaj jó terjedőképessége nem abban nyilvánul meg, hogy generatív úton távoli élőhelyeket kolonizál. Valószínűsíthető, hogy a mézgás éger völgyaljához, vízhálózathoz kapcsolódó előfordulási mintázata és víz útján történő magterjesztés együttesen felelősek a potenciális fajforrások rövid értékeiért.

A többi vizsgált tölgyfajhoz képest a kocsányos tölgy (*Quercus robur*) fafajssal rendelkező állományaihoz tartoznak kiemelkedő fajforrástávolság értékek. A jelenség magyarázható azzal, hogy a kocsányos tölgyet tartalmazó spontán állományokra inkább jellemző az, hogy a felhagyáskor már magászó idős példányokkal rendelkeztek (pl. fás legelők) és ennek következtében a legközelebbi fajforrás távolsága nem releváns. Eredményeim szerint 75 évesnél idősebb egyedek (5% elegyarány felett) a kocsányos tölgyre vonatkozóan az erdőrészletek 27%-a, kocsánytalan tölgnél 29%-a, csertölgnél 20%-a esetében vannak jelen azokban a spontán erdőrészletekben, ahol az adott fafaj megtalálható.

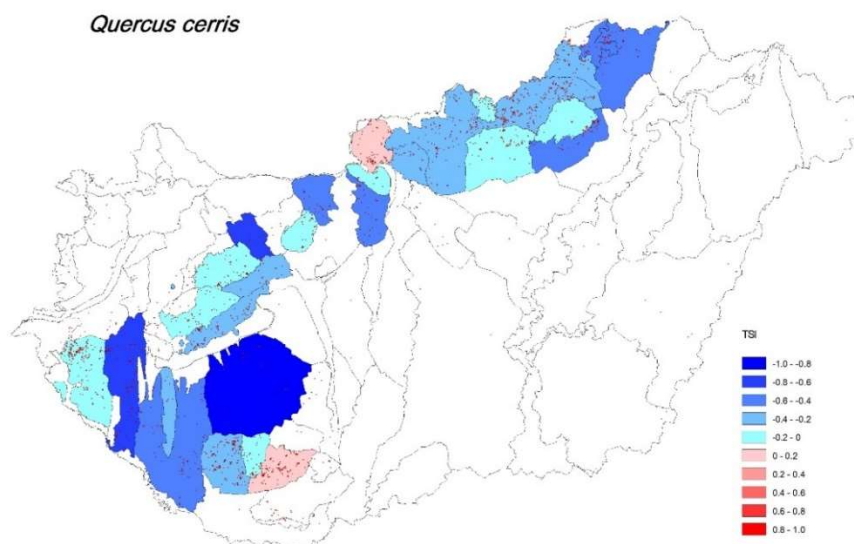


3. ábra Spontán erdőállományok távolsága (m) a legközelebbi potenciális fajforrástól fafajok szerinti bontásban
 Figure 3. Distance of spontaneous forest stands (m) from nearest potential species resource according to tree species

Fafajok – Erdészeti tájak

A legtöbb spontán eredetű csertölgy állomány az Északi-középhegység két nagy területű dombvidékén, a Heves–Borsodi-dombságban (273 ha) és a Középső-Cserhátban (139 ha) található, ahol a cseres-kocsánytalantölgyes a legjellemzőbb potenciális erdőtürsulás (melléklet 2. táblázat, Zólyomi 1989). A fafaj a talált erdők területarányában (25–40%) azonban középhegységi tájakon, a Déli-Bakonyban, a Vértesben, a Börzsönyben és a Balaton-felvidéken kap nagyobb szerepet ($T \% \text{ spontán}_{\text{táj}}$).

A cser esetében a magasabb $TSI_{\text{táj}}$ értékek üde erdőrégiókkal is rendelkező középhegységekhez (pl. Börzsöny, Mecsek, Központi-Bükk, Karancs–Medves-vidék) míg az alacsony értékek dombvidékekhez (pl. Külső-Somogy, Kelet-Zalai-lőszvidék) kötődnek, ahol egyes esetekben a cseres-kocsánytalantölgyes klímarégió szempontjából már peremhelyzetben vannak (melléklet 3. táblázat, 4. ábra). Utóbbi tájakon táj- és állománytörténeti okokból az inváziós fafajok nagyobb nyomása is közrejátszik a csertölgy alacsonyabb terjedési lehetőségeiben.



4. ábra A spontán eredetű csertölgy előfordulások területi adatai alapján számított $TSI_{\text{táj}}$ értékek (10 ha / erdészeti táj területnagyság felett)

Figure 4. TSI_{region} values calculated by occurrence data of turkey oak (*Quercus cerris*) (over area 10 ha /region)

A kocsánytalan tölgy országos területaránya kevesebb, mint fele a csertölgyének a talált erdőkben (1. táblázat). A fafaj legnagyobb spontán eredetű állományai a Zempléni-hegységben (123 ha), a Heves–Borsodi-dombságban (90 ha) és az Alsó-Őrségben (65 ha) helyezkednek el (2. táblázat). Teljes területfoglalásához képest a faj még azokban a tájakban is viszonylag kis arányban (12–19%) található meg a spontán erdőkben, amelyek ebből a szempontból a rangsor elején vannak (Visegrádi-hegység, Bükkalji-dombságok, Zempléni-hegység, Pilis-Budai-hegység). A kocsánytalan tölgy a csernél rosszabb terjedőképességű az összesített $TSI_{országos}$ értékek szerint (2. ábra). Igen rosszak a fafaj spontán terjedési képessége és lehetőségei a Kelet-Zalai-löszvidéken (-0,92), a Göcseji-dombságban (-0,89), a Középső-Cserhát-vidéken (-0,86) és a Csereháton (-0,84) (3. táblázat).

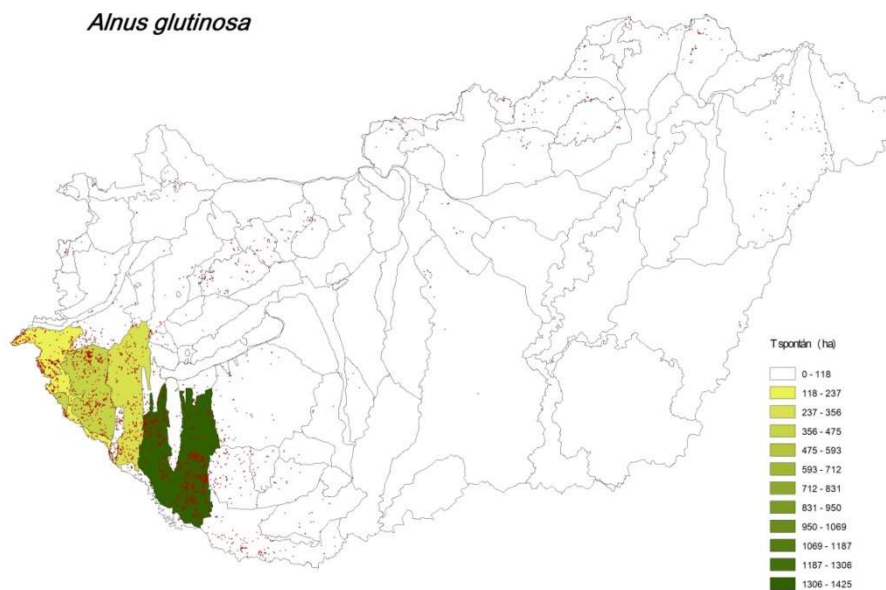
A spontán eredetű kocsányos tölgy fafajсорok területe közel másfélszer akkora, mint a kocsánytalan tölgyé, annak ellenére, hogy összesített területük közel megegyező. A kocsányos tölgy legnagyobb területen Belső-Somogyban (140 ha), az Alsó-Őrségben (106 ha) és a Kerka–Mura-völgyben (83 ha) található (2. táblázat). A többi tájhoz képest viszonylag magasak, de negatívak a $TSI_{táj}$ értékek az Alsó-Őrségre (-0,12) és a Bükkaljai-dombságokra (-0,27) vonatkozóan. Alacsony terjedőképességgel rendelkezik a kocsányos tölgy a Nyírségben (-0,92), a Kelet-Zalai-löszvidéken (-0,83) és a Szatmár–Beregi-síkságon (-0,77), amely a többi fafajra vonatkozó adatot figyelembe véve, elsősorban az inváziós fafajok térhódításának tudható be (3. táblázat).

A talált erdők arányában a Tátika-csoport (31%), a Központi-Bükk (24%) és az Aggteleki-karszt (24%) területén legnagyobb a gyertyán térfoglalása. A $TSI_{táj}$ értékek a 0 körül, -0,4 és 0,36 között szóródnak. A magasabb értékek inkább középhegységeinkre, az alacsonyabbak jobbra dombvidékekre (pl. Külső-Somogy, Cserehát) jellemzők (3. táblázat). Területük arányában a legtöbb spontán gyertyánállományt a Délnyugat-Dunántúlon (Göcsej, Őrség, Zselic), a Tátika-csoport területén és az Északi-középhegységben (Zempléni-hegység, Heves–Borsodi-dombság, Aggteleki-karszt, Központi-Bükk) regisztrálták.

A mezei juhar területnagysága és területaránya szempontjából a Dunántúli-dombság három tája emelendő ki: Kelet-Zalai-löszvidék (131 ha), Göcseji-dombság (104 ha), Nyugat-Zselic (103 ha) (2. táblázat). A fafaj összesített terjedőképessége jó ($TSI_{táj} = 0,52$), minden olyan erdészeti tájban pozitív tartományba esik, ahol számottevő (>10 ha) spontán területtel rendelkezik. Elemzésem az 5%-os elegyarányt meghaladó, fafajсорos adatok alapján készült, azonban a mezei juhar sokszor nem éri el ezt az értéket, így jelenléte az egyes tájakban valójában még magasabb, mint azt a fafajсорok alapján számszerűsíthető adatok mutatják.

Teljes területarányához viszonyítva nagyobb területen fordul elő a magyarországi spontán erdőkben a magyar kőris ($TSI_{táj}=0,2$), de vannak erdészeti tájak, amelyekben negatív értéket mutat a terjedőképességet (és terjedési lehetőséget) jellemző $TSI_{táj}$. A fafaj erőteljesebben terjed homokterületeink egy részén, Belső-Somogyban (0,40) és a Duna–Tisza-közi hátságban (0,42), azonban spontán megjelenésének kevésbé kedvez a Közép- és Alsó-Duna-ártér (3. táblázat).

A legtöbb spontán égeres a Délnyugat-Dunántúlon koncentrálódik, ami megfelel a fafaj teljes erdőállományra vonatkozó súlypontjának (2. táblázat, 5. ábra). A talált erdők területéhez viszonyítva a Fertő–Hanság-medencében található a legnagyobb arányban a mézgás éger. A tájak többségénél az éger összesített számarányánál jóval nagyobb mértékben vesz részt a szukcessziós folyamatokban.



5. ábra A mézgas éger (*Alnus glutinosa*) előfordulások összesített területei a spontán eredetű állományokban, erdészeti tájak szerint (10 ha / erdészeti táj területnagyság felett)

Figure 5. Cumulated area values calculated by occurrence data of common alder (*Alnus glutinosa*) (over area 10 ha /region)

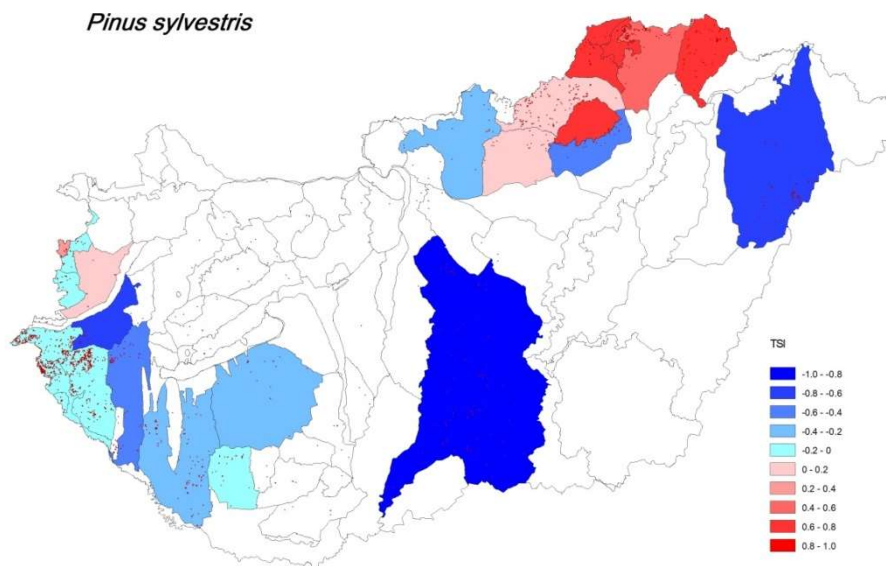
A fehér fűzzel erdősült területek a fajaj ismert ökológiai jellemzőinek megfelelően főként nagy folyóink árterein húzódnak (2. táblázat). Pionír fajként terjedőképessége jó ($TSI_{országos} = 0,67$). Terjedését jelentősen elősegítik azok a ligetes állományok, facsoportok, amelyek a vízfolyások mentén sokfelé megtalálhatók, de erdészeti üzemtervekben nem szerepelnek.

A bibircses nyír legnagyobb területen a Belső-Somogyi-homokvidéken (284 ha) van jelen talált erdőkben, területét gyarapítják a Nyugat-magyarországi-peremvidéken az egykori műszaki határzár nyomvonalán felverődött pionír erdőállományok is. Valószínűsíthető, hogy a versenyképesebb fajokból álló spontán állományok egy része nyíresek átalakulásával jöttek létre, az erdészeti nyilvántartásba vételt megelőző évtizedekben.

A rezgőnyárral erdősült területek részben a Délnyugat-Dunántúlon, részben az Északi-középhegység északkeleti tájain koncentrálnak (2. táblázat). A pionír rezgő nyár $TSI_{országos}$ értéke (0,84) a legmagasabb a részletesen vizsgált 15 fajaj közül (3. táblázat). A tájak területarányában a legtöbb spontán rezgő nyár az Alsó-Órségben, a Kerka–Mura-völgyben, a Borsodi-dombságban és a Csereháton található.

Kiemelkedően sok fehér nyárral erdősült talált erdő található a Duna–Tisza-közi hátságon (514 ha) és a Közép-Tiszai-ártéren (332 ha), azonban a spontán erdőknél arányt tekintve nem ezeken a tájakon, hanem a Bodroghözben (45%) és a Mosoni-síkon (39%) nagyobb jelentőségű (2. táblázat).

A spontán szukcesszió útján, arányosan nagyobb mértékben gyarapodik az erdeifenyő területe az Északi-középhegység humidabb tájain, kisebb arányban a Dunántúlon, ahol spontán terjedése jellemző ugyan, de telepített állományai nagyobbak. Terjedésének nem kedvez a száraz klíma. Az ültetvényszerű telepítésnek köszönhetően legnagyobb területen az erdeifenyő a Duna–Tisza-közi hátságon található (16 468 ha), ennek ellenére spontán eredetű területeinek nagysága mindössze 27 ha, ebből következően a táj $TSI_{táj}$ értéke csak -0,83 (2. és 3. táblázat, 6. ábra).



6. ábra A spontán eredetű erdei fenyő (*Pinus sylvestris*) előfordulások területi adatai alapján számított $TSI_{táj}$ értékek (10 ha / erdészeti táj területnagyság felett)

Figure 6. TSI_{region} values calculated by occurrence data of scots pine (*Pinus sylvestris*) (over area 10 ha /region)

A zöld juhar és az amerikai kőris találtként nyilvántartott területei főként nagyobb folyóinkat kísérik. Mindkét fafaj esetében a Közép-Tiszai-ártéren található a legtöbb spontán állomány, ahol a talált erdők több mint 15%-át a zöld juhar alkotja. A spontán erdők arányában az amerikai kőris az Alsó-Tiszai-ártéren éri maximális részesedését (24%) (2. táblázat). Az amerikai kőris területaránya a Nagykovácsiban, a Berettyó–Körös-vidéken és a Szatmár–Beregi-síkságon még alacsonyabb, mint a Tisza vízrendszerének alsóbb szakaszain, de a magas $TSI_{táj}$ értékek gyorsuló gyarapodásról tanúskodnak. A zöld juhar esetében valószínűsíthető az inváziós folyamatok gyorsulása a Tápió–Zagyva-vidéken és Berettyó–Körös-vidéken (3. táblázat).

Az spontán akácterületek súlypontjait a korábbiakban ismertettem a faállománytípusok tárgyalásánál (1. ábra). A 92 erdészeti tájból 26 esetében a talált erdők fafajosaiban szereplő fajok területének több mint 50%-át az akác alkotja, miközben csupán 7 olyan erdészeti táj van, ahol az összes erdőt figyelembe véve az akác alkotja a többséget (Nyírség, Dél-Baranyai-dombság, Tengelici-homokvidék, Pápa–Devecseri-síkság, Bácskai-löszhát, Felső-Kemeneshát, Mezőföldi-löszhát). A tájak területének arányában a legtöbb spontán akácos a Nyírségben és a Kelet-Zalai-löszvidéken található. Az akác legmagasabb $TSI_{táj}$ értékei középhegységi tájakra vonatkoznak: Keszthelyi-dolomitvonulat (0,85), Központi-Bükk (0,79), Keleti-Bakony (0,76), Zempléni-hegység (0,72), ami arra utal, hogy azokon a tájakon is reális veszélyforrás az akácosodás, ahol a faj „csak” néhány százalékát borítja a fafajok által elfoglalt összterületnek. Az index értékei jellemzően mélyebb fekvésű, folyóvölgyeket felölelő tájakon alacsonyak. Alacsony $TSI_{táj}$ értékkel rendelkezik a Belső-Somogyi-homokvidék (-0,02), ahol közel hasonló arányban van jelen az akác (19%) és a mézgás éger (21%), mégis az éger több mint kétszer nagyobb területet borít a spontán erdők arányában (19–47%) (3. táblázat).

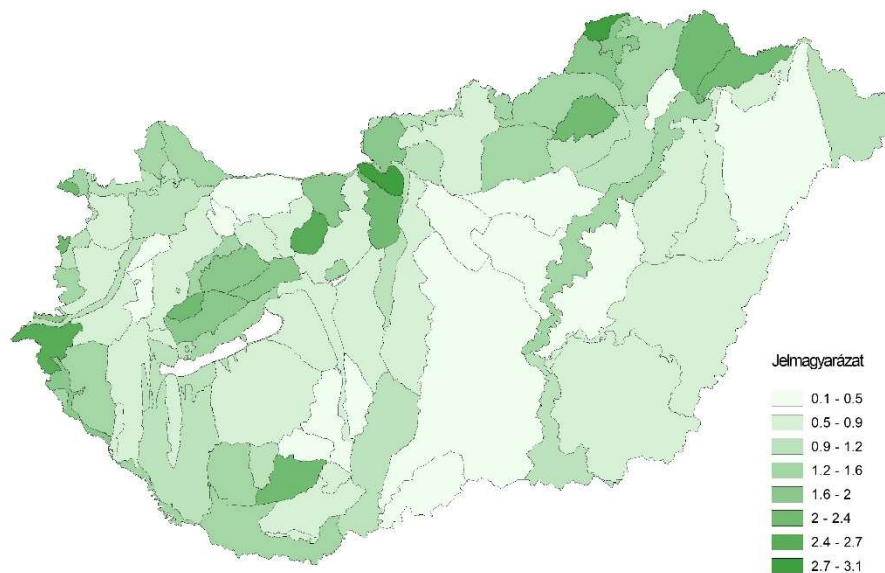
A $TSI_{táj}$ érték alapján történő becslések az invázió sebességének változására utalhatnak és nem az előzőlött területek nagyságára. Viszonylag alacsony $TSI_{táj}$ érték párosulhat nagy önfaj által borított területtel, amely nagy felületű fajforrást és sok veszélyeztetett területet jelent. Az, hogy ebből a terjedésből, invázióból mennyi valósul meg, nagyban függ az adott táj felszínborításának szerkezetétől, a fafaj ökológiai viselkedésétől és a tájhasználati

változásoktól. Fontos feltételt és kérdést jelent, hogy van-e egyáltalán olyan (felhagyott) terület, amelyen a spontán erdősődés végbemehet, miközben minden más feltétel adott.

Fajszaám – Erdészeti tájak

Minden erdészeti tájra kiszámítottam a fafajok erdőrészletenkénti átlagos számát honos és adventív csoportokra vonatkozóan. Egységesen a honos fafajokhoz soroltam a Dunántúl nyugati részén őshonos erdeifenyőt. A kiértékelés szempontjából honosként kezeltem a szelídgesztenyét, amely archeofiton ugyan, de őshonossága mellett megalapozott érveket vonultattak fel a tudományos diskurzus során, valamint természetvédelmi szempontból értéket és semmiképpen sem veszélyforrást jelent (Csapody 1972).

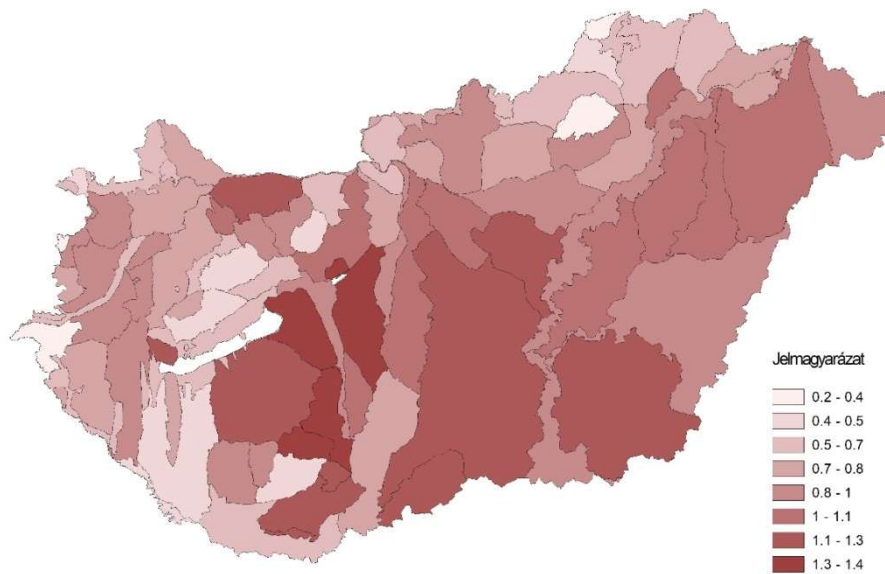
A magas honos fafajszaám átlagértékeket mutató erdészeti tájak jórészt olyan területek, ahol viszonylag kevés talált erdő található és azok alacsony hányadát borítják inváziós fafajok. Nagyobb honos fafajszaám jellemzi a középhegységek spontán eredetű erdeit, kiemelkedő értékeket mutat a Vértes, Visegrádi-hegység, Aggteleki-karszt és a Zempléni-hegység. Jellemzően több honos fafajt tartalmaznak a Nyugat-magyarországi peremvidék erdészeti tájai. A kiemelt példák közül a Zempléni-hegység és az Őrség rendelkezik nagyobb méretű spontán erdőterületekkel (7. ábra).



7. ábra A spontán erdőállományok honos fafajszaámának átlaga erdészeti tájak szerint, a minimum 5%-os elegyarányú fafajokra vonatkozóan (beleértve az erdeifenyőt és szelídgesztenyét is)

Figure 7. Average native tree species number of spontaneous forest stands according to forest regions, calculated with species at least 5% mixing ratio (including scots pine and sweet chestnut)

Az adventív fafajok számát tekintve kiemelendők az Alföld tájai, a Győr–Tatai teraszos vidék, a Keszthelyi-dolomitvonulat és a Dunántúli-dombság egy része. A Duna–Tisza-közi hátság az adventív fafajok számán kívül és az általuk elfoglalt terület is jelentős (8. ábra).

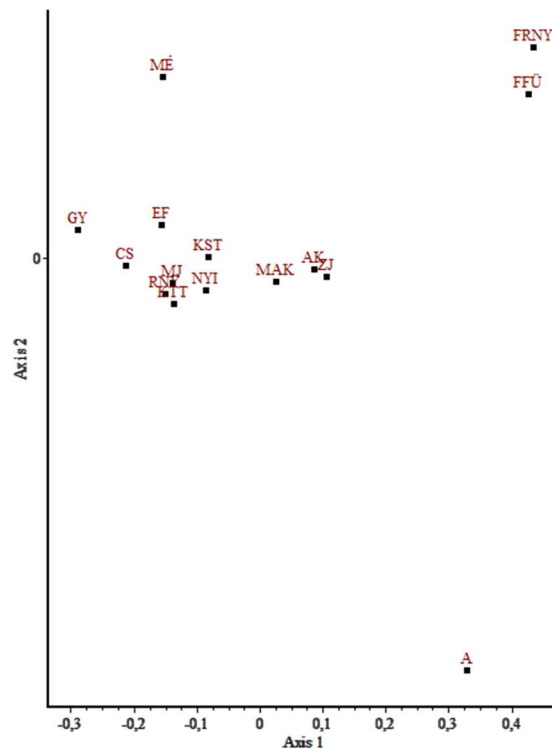


8. ábra A spontán erdőállományok adventív fafajsámának átlaga erdészeti tájak szerint, a minimum 5%-os elegyarányú fafajokra vonatkozóan

Figure 8. Average adventive tree species number of spontaneous forest stands according to forest regions, calculated with species at least 5% mixing ratio

Fafajok – Ordinációs elemzés

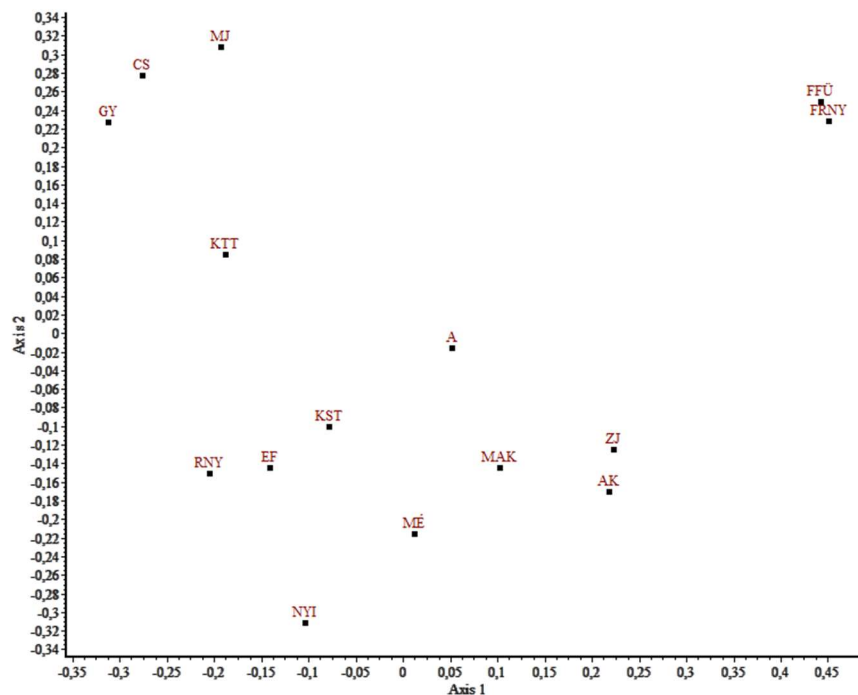
A korrelációs koefficiens alkalmazó ordináció eredménye szerint jól elhatárolhatók azok a fafajok, amelyek nagyobb részt alkotnak elegyetlen spontán állományokat. A fehér akác határozott elkülönülését agresszív terjedési sajátosságai jól magyarázzák, de hasonló elkülönülés figyelhető meg a mézgás éger és a fehér fűz–fehér nyár csoport esetében is. Az ordinációs diagramon jellegzetes csoportot alkot a folyóvölgyeket előzőző zöld juhar és amerikai kőris. A keményfás ligeterdők fajaként a magyar kőris átmeneti helyzetet mutat a kocsányos tölgy irányába. A pionír erdei fenyő, rezgő nyár, bibircses nyír, a terepi tapasztalatoknak megfelelően sokszor egymással társulnak a spontán erdősődés korai szakaszában, de élesen nem választhatók el a kocsányos tölgytől és a kocsánytalan tölgytől. A vegyes előfordulásra két magyarázat lehetséges. Idős tölgy egyedek származhatnak a korábbi használat időszakából (pl. fás legelők) de előrehaladottabb szukcesszió esetében a pionír fázis végét is jelezhetik. A nem spontán állományoktól eltérően a gyakran előforduló gyertyán inkább fordul elő a csertölgygel, mint annál rosszabb terjedőképességű kocsányos- és kocsánytalan tölgygel (9. ábra).



9. ábra A spontán erdőállományokat alkotó fafajok helyzete főkoordináta-analízis (PCoA) és korrelációs koefficiens alkalmazása esetén, a talált erdők adatai alapján (A fafajok nevének rövidítése az 1. táblázatban található)

Figure 9. Positions of tree species using principal coordinates analysis (PCoA) and correlation coefficient, according to data of spontaneous forest stands (15 most important tree species in spontaneous forests) (Abbreviations are the same as in Table 1.)

A Bray-Curtis koefficiens az elegyarány viszonyokat úgy veszi figyelembe, hogy a fafajok egymáshoz képesti helyzete kevésbé függ összesített területüktől. A korrelációs módszer eredményéhez képest fontos különbség, hogy a fehér akác és a mézgás éger viselkedése a többi fafajhoz képest érdemben tanulmányozható. A fehér akáchoz legközelebb a magyar kőris és a kocsányos tölgy áll, a többi fafaj pozíciója nagyobb távolságot mutat. A mézgás éger két fő fajcsoport között látható. Egyik csoportot a korrelációs módszerrel is körülhatárolt puhafás ligeterdőkre jellemző őshonos (fehér fűz, fehér nyár) és inváziós fafajok (zöld juhar, amerikai kőris) egymástól is elkülönülő kisebb csoportjai jelentik. Másik csoportba az üde termőhelyek jellemző pionír fafajai tartoznak (bibircses nyír, rezgő nyár, erdei fenyő). A mézgás éger átmeneti helyzete jól mutatja előfordulásának kettős karakterét: a többletvízhatással rendelkező, völgyalji termőhelyeket (patakmenti égerliget) és a többletvízhatástól mentes pionír erdőket (Nyugat-Dunántúl). A gyertyán és csertölgy jellemző együttes előfordulását a Bray-Curtis koefficiens alkalmazása is megerősítette. A módszer határozottan különválasztja a mezei juhart a többi fajtól. A terepi tapasztalat valóban azt mutatja, hogy a fafaj képes felhagyott területeket gyorsan, nagy tömegben kolonizálni és ezt követően jól záródó lombkoronaszintet képezni, ami középtávon jelentős kompetíciós előnyöket jelent (10. ábra).



10. ábra A spontán erdőállományokat alkotó fajok helyzete főkoordináta-analízis (PCoA) és Bray-Curtis koefficiens alkalmazása esetén, a talált erdők adatai alapján (A fajok nevének rövidítése az 1. táblázatban található)

Figure 10. Positions of tree species using principal coordinates analysis (PCoA) and Bray-Curtis coefficient, according to data of spontaneous forest stands (15 most important tree species in spontaneous forests) (Abbreviations are the same as in Table 1.)

Következtetések és megvitatás

Az erdészeti üzemtervi adatok értékelése alapján a spontán erdősődés súlypontját a Nyugat-magyarországi-peremvidék, a Dunántúli-dombság és az Északi-középhegység dombvidékei jelentik. Az alföldeken ezek a szukcessziós folyamatok a homokvidékeket és a folyóvölgyeket jellemzik.

A sok spontán erdőterülettel rendelkező szárazabb klímájú erdészeti tájakon, ahol az özönfajok erdőterületei is nagyobbak, az inváziós fajokkal (főként akáccal) történő erdősődés jellemző. Tiborcz és munkatársai (2019) tájmetriai módszerekkel becsülték meg az erdészeti tájak inváziós veszélyeztetését a kiválasztott özön fajok erdőrészelei alapján. A spontán akácosok elhelyezkedése a legtöbb tájban szinkronban van a súlyozott veszélyeztetés értékekkel. Feltűnő kivételként a Belső-Somogyi-homokvidéken a veszélyeztetés számított értéke jóval magasabb, mint a spontán akácosok területaránya. A táj természetföldrajzi és használati jellemzőinek köszönhetően az akác jelentős területarányából adódó inváziós nyomása nem képes érvényesülni és a spontán erdősődés szereplői főként őshonos fajok, kiemelten a mézgás éger.

A humidabb, főként őshonos fajokkal borított tájakon, A Délnyugat-Dunántúlon és az Északi-középhegység északkeleti részén az őshonos fajok a meghatározóak (gyertyán, rezgő nyár, Nyugat-Dunántúlon az erdei fenyő). Az utóbbi tájcsoporthoz nem csak az őshonos fajok borítása, hanem az erdőrészenkénti száma is magas, ami természetvédelmi szempontból is előnyös, diverz erdőket eredményezhet, feltéve, ha az erdősődés nem értékes fátlan élőhelyeket veszélyeztet.

A csertölgy terjedésére elsősorban azokon a tájakon számíthatunk, amelyek a cseres-kocsánytalantölgyes régió viszonylatában csapadékosabbak és ahol a felette lévő gyertyános-kocsánytalantölgyes régiók területén is megjelenhet jobb terjedőképessége és a változó klimatikus feltételek okán. A potenciális cseres-kocsánytalantölgyesek és a kapcsolódó klímaregión várható eltolódásának becslésével az utóbbi évtizedben több eltérő szemléletű hazai tanulmány is foglalkozott (Führer et al. 2011, Somodi et al. 2017, Bartha et al. 2018).

A spontán erdősödési folyamatok arra utalnak, hogy a kocsánytalan tölgy részvétele a szukcesszió korai stádiumában (amikor a spontán erdők kialakulnak) erősen korlátozott, amiben szintén közre játszhat az erősen K-stratégista szukcessziós jelleg és a klímaváltozás. Gulyás (2017) kutatásai során modellezte a fafaj várható elterjedését az elkövetkezendő évtizedekre, eredményei alapján a következő tájakon várható leginkább e fafaj visszaszorulása: Cserhát, Heves–Borsodi-dombság, Bükkalji-dombságok, Cserhát-vidék, Kelet-Zselic, Nyugat-Zselic. A felsorolt tájakra kapott TSI értékeink mindenhol negatívak, a Cserhát, Cserehát, Zselic esetében igen alacsonyok, a Heves–Borsodi-dombság és Bükkaljai-dombság esetében viszonylag magasak. A két kutatás eredményei csak óvatosan hasonlíthatók össze, hiszen a talált erdők adatai a múltira vonatkoznak, a klímamodellezés pedig egészen a 21. század végéig mutat, valamint a klíma csak egyet jelent a spontán erdősödés számos hatótényezője közül.

A szukcessziós stádiumok tipizált sorában a kocsánytalan- és a kocsányos tölgy egyaránt „késői” fajnak számít. A fajokra vonatkozó következtetések levonását viszont nehezíti, hogy az üzemtervezett talált erdők esetében nincs pontos információnk a megelőző művelés felhagyásának idejére vonatkozóan. A talált erdőként nyilvántartott állományok egy részének még abban az esetben sem volt idejük eljutni a K-stratégista fajokkal jellemezhető stádiumba, ha egyébként erre minden feltétel adott volt. A legrövidebb magterjesztési távolság elemzése alapján a kocsányos tölgy a kocsánytalan tölgyhöz képest jobb terjedési képességgel rendelkezik, a TSI_{országos} értékek összehasonlítása alapján a csertölgyet is meghaladja.

A sokváltozós statisztikák szerint a spontán állományokban a cser inkább társul a gyertyánnal, mint a kocsánytalan tölgygel. A jelenség arra utal, hogy a vizsgált spontán erdők esetében a cser és a gyertyán eltérő klímaigényét részben felülírja a szukcessziós jellegükből adódó előnyük a kocsánytalan tölgygel szemben.

Alacsony teljes területarányának ellenére a mezei juhar magas terjedési potenciállal bír, aminek realizálódása nagyban függ a tájhasználat változásának folyamataitól. Széles ökológiai spektruma – amelyet az ordinációs elemzések is igazolnak – változatos termőhelyi szituációban segíti megjelenését. Jó terjedőképességű és a fényigényes adventív fafajok újulatát jól árnyaló, őshonos fafaj, amelynek spontán terjedése természetvédelmi szempontból is kedvezőbb forgatókönyv, mint az inváziós fafajok térhódítása (Bartha és Bús 2017).

Az erdei fenyő viszonylag tág tűrőképességgel rendelkezik, de spontán terjedésének táji különbségei ismételten rámutatnak arra, hogy optimuma a csapadékosabb, üde klímaregiónkhoz köti az arid termőhelyek helyett. Szintén ültetik száraz homokvidékekre a fehér (és szürke) nyárat, spontán terjedése mégis inkább nagyobb folyóvölgyeinkhez kötődik.

Az akáchoz hasonlóan az inváziós zöld juhar és amerikai kőris magas veszélyeztetés értékeit is visszaigazolja kutatásom a legtöbb erdészeti táj esetében. Kivételt a Közép-Dunai-sík jelent, ahol, bár gondot jelent a zöld juhar inváziója, de ez nem a talált erdőként megjelölt állományainak nagyságában nyilvánul meg (Tiborcz et al. 2019).

Az TSI_{országos} értékek szerint az ezüst juhar és a királydió egyaránt potenciális veszélyforrásként értékelhető. Az ezüst juhart korábban alkalmi megjelenésű neofitonként tartják számon (Balogh et al. 2004), az aktuális tendenciákat tükrözi friss, inváziós besorolása (Bartha 2020). A királydió elsősorban ligeterdőkben és gyertyános-tölgyesekben okozhat természetvédelmi problémát (Szmorad 2018), jelenlegi besorolása potenciálisan inváziós (Bartha 2020). Mindezek ellenére az EASIN Union Concern adatbázisa mindkét taxont alacsony vagy ismeretlen hatású fajként tartja számon (URL1).

A talált erdőkben országos összehasonlításhoz képest nagyobb részesedéssel jelennek meg olyan értékes elegyfajok mint a vadkörte, a vadalma, a tatárjuhar és a mezei juhar. Spontán megjelenésük lehetővé teszi nagyobb természetességű erdőállományok kialakulását (Cojzer et al. 2014), ami számos élőlénycsoport diverzitásának megőrzése szempontjából kulcsfontosságú (Korda 2016, Szomorad 2018). Fajdiverzitás szempontjából a spontán erdők is tükrözik azokat a mintázatokat, amelyeket Standovár és munkatársai (2017) állapítottak meg az Északi-középhegység három tagjára. A spontán erdők esetében a legmagasabb fajszám az Aggteleki-karsztot jellemzi, ezt követi a Börzsöny, míg a Mátra erdei feltűnően fajszegények az erdei fajok tekintetében.

Köszönetnyilvánítás

Köszönöm Prof. Dr. Bartha Dénesnek és Dr. Csiszár Ágnesnek a kézirat készítéséhez nyújtott segítségüket, javaslataikat. Jelen publikáció az „EFOP-3.6.1-16-2016-00018 – A felsőoktatási rendszer K+F+I szerepvállalásának növelése intelligens szakosodás által Sopronban és Szombathelyen” című projekt támogatásával valósult meg.

Irodalom

- Adamowski, W., Bomanowska, A. 2011: Forest return on an abandoned field – secondary succession under monitored conditions. *Folia Biologica et Oecologica* 7: 49–73.
- Albert, Á.J., Tóthmérész B., Török P. 2013: Közép-európai parlagokon zajló spontán gyepesedési folyamatok restaurációs ökológiai szempontú értékelése. *Botanikai Közlemények* 100: 201–216.
- Alexander, V.P., Volker, C.R., Matthias, B., Tobias, K., Daniel, M. 2012: Effects of institutional changes on land use: Agricultural land abandonment during the transition from state-command to market-driven economies in post-Soviet Eastern Europe. *Environmental Research Letters* 7(2): 024021.
- Balogh L., Dancza I., Király G. 2004: A magyarországi neofitonok időszerű jegyzéke és besorolásuk inváziós szempontból. In: Mihály B., Botta-Dukát Z. (szerk.): *Biológiai inváziók Magyarországon. Özönnövények. Természetbúvár Alapítvány Kiadó, Budapest.* pp. 61–92.
- Barbati, A., Bastrup-Birk, A., Baycheva-Merger, T., Bonhomme, C., Bozzano, M., Bücking, W., Camia, A., Caudullo, G., Cienciala, E., Cimini, D., Clark, D., Cools, N., Corona, P., De Vos, B., Domínguez, G., Edwards, D., Estreguil, C., Filipchuk, A., Fischer, R., Japelj, A. 2011: State of Europe's Forests 2011. Status and Trends in Sustainable Forest Management in Europe. In *Proceedings of the Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe*. Oslo.
- Bartha D. 2020: Fekete Lista. Magyarország inváziós fa- és cserjefajai. / Black List. Invasive tree and shrub species of Hungary. * Szürke Lista. Magyarország potenciálisan inváziós fa- és cserjefajai. / Grey List. Potentially invasive tree and shrub species of Hungary. Soproni Egyetem Kiadó / University of Sopron Press, Sopron. p. 83.
- Bartha D., Berki I., Lengyel A., Rasztovits E., Tiborcz V., Zagyvai G. 2018: Erdőtársulások és fajaik átrendeződési lehetőségei a változó klímában. *Erdészettudományi Közlemények* 8(1): 163–195.
- Bartha D., Bús M. (szerk.) 2017: Az év fája 2014: Mezei juhar (*Acer campestre*). Országos Erdészeti Egyesület, Budapest. p. 14.
- Bartha D., Bús M., Horváth T. (szerk.) 2006: Az év fája 2005: a közönséges boróka (*Juniperus communis* L.). Saját kiadás. p. 8.
- Bartha S., Molnár Zs. (szerk.) 2008: XI. MÉTA – túra (2008. október 13-17.) túrafüzete. Kézirat. Vácrátót.
- Cojzer, M., Diaci, J., Brus, R. 2014: Tending of Young Forests in Secondary Succession on Abandoned Agricultural Lands: An Experimental Study. *Forests*. 5: 2658-2678. 10.3390/f5112658.
- Csapody I. 1972: Őshonos-e a szelídgesztenye (*Castanea sativa* Mill.) hazánkban és Közép- ill. Dél-Európában. *Erdészeti és Faipari Tájékoztató*, Sopron. pp. 49–61.
- Csontos P., Tamás J. 2005: Tájidegen fajok által meghatározott spontán erdősődő területek növényzetének vizsgálata. *Kanitzia* 13: 69–79.
- Führer E., Marosi Gy., Jagodics A., Juhász I. 2011: A klímaváltozás egy lehetséges hatása az erdőgazdálkodásban. *Erdészettudományi Közlemények* 1(1): 17–28.
- Gulyás K. 2017: A klímaváltozás hatása a kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea*) elterjedésére és termelésére. Doktori értekezés. Sopron.
- Illyés E., Bölöni J. (szerk.) 2007: Lejtősztyepek, löszgyepek és erdőssztyeprétek Magyarországon. Budapest. p. 236.
- Jakucs P. 1972: *Dynamische Verbindung der Wälder und Rasen*. Akadémiai kiadó. Budapest. p. 228.
- Korda M. (szerk.) 2016: Az erdőgazdálkodás hatása az erdők biológiai sokféleségére. *Tanulmánygyűjtemény. Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, Budapest.* p. 679.

- Ruskule, A., Nikodemus, O., Kasparinska, Z., Kasparinskis, R., Brümelis, G. 2012: Patterns of afforestation on abandoned agriculture land in Latvia. *Agroforest Systems* 85: 215–231.
- Schmotzer A. 2016: Beerdősülő területek, gyep–erdő mozaikok és szegélyserjések (esettanulmányok). In: Korda M. (szerk.) Az erdőgazdálkodás hatása az erdők biológiai sokféleségére. Tanulmánygyűjtemény. Duna–Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, Budapest. pp. 551–574.
- Somodi, I., Molnár, Zs., Czúcz, B., Bede-Fazekas, Á., Bölöni, J, Pásztor, L., Annamária Laborci, A., E. Zimmermann, N. 2017: Implementation and application of Multiple Potential Natural Vegetation models – a case study of Hungary. *Journal of Vegetation Science*. DOI: 10.1111/jvs.12564
- Standovár T., Szmorad F., Kelemen K., Kenderes K. 2017: Az erdőállapot-felmérés eredményei. In: Standovár T., Bán M., Kézdy P. (szerk.): Erdőállapot-értékelés középhegységi erdeinkben, Duna–Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, pp. 189–440.
- Szmorad F. 2018: A fafajösszetétel. In: Erdőgazdálkodás és erdőkezelés Natura 2000 területeken. Rosalia kézikönyvek (4). Duna–Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, Budapest, pp. 111–125.
- Teleki, B., Sonkoly, J., Erdős, L., Tóthmérész, B., Prommer, M., Török, P. 2019: High resistance of plant biodiversity to moderate native woody encroachment in loess steppe grassland fragments. *Applied Vegetation Science* 10.1111/avsc.12474.
- Tiborcz V., Major F., Zagyvai G., Bartha D. 2019: Négy özönfaj (fehér akác, zöld juhar, amerikai kőris, mirigyes bálványfa) inváziós veszélyeztetésének kockázatbecslése az Országos Erdőállomány Adattár alapján. *Tájékológiai Lapok* 17(1): 93–106.
- Whisenant, S. 2005: Managing and directing natural succession. In: Mansourian, S., Vallauri, D., Dudley, N. (eds.) *Forest Restoration in Landscapes*. Springer, New York. pp. 257–261.
- Zagyvai G., Csiszár Á., Korda M., Schmidt D., Šporčić D., Teleki B., Tiborcz V., Bartha D. 2012: Előzetes eredmények száraz és félszáraz élőhelyek szukcessziós változásainak vizsgálatáról. *Botanikai Közlemények* 99(1–2): 123–141.
- Zagyvai G. 2016: Közösségi jelentőségű erdei élőhelyek spontán regenerációjának esélyei a Cserhátban – lehetőségek és veszélyek. In: Korda M. (szerk.): Az erdőgazdálkodás hatása az erdők biológiai sokféleségére. Tanulmánygyűjtemény. Duna–Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, Budapest. pp. 575–602.
- Zólyomi B. 1989: Természetes növénytakaró, 1:1.500.000. In: Pécsi M. (szerk.): Magyarország nemzeti atlasza. Kartográfiai Vállalat, Budapest. p. 89.
- URL1: <https://easin.jrc.ec.europa.eu/easin> (Hozzáférés/accessed: 2020. 04. 22.) - EASIN Union Concern – Európai Inváziós Fajok Információs Hálózata

SPECIES COMPOSITION OVERVIEW OF SPONTANEOUS FOREST STANDS ACCORDING TO HUNGARIAN NATIONAL FORESTRY DATABASE

G. ZAGYVAI

University of Sopron, Faculty of Forestry, Department of Botany and Nature Conservation
9400 Sopron, Bajcsy-Zsilinszky u. 4., e-mail: zagyvai.gergely@uni-sopron.hu

Keywords: spontaneous afforestation, forest succession, species composition, regeneration, ability to spread, invasive tree species

The species composition of spontaneous forest stands was analysed on the ground of the National Forest Database. Processed stands have been registered as “found forest” in the course of forest planning. Stand types of spontaneous forests were analysed according to forest regions. Tree species were compared on a nationwide and regional scale using variables: area, from area calculated indicators, Tree Spreading Index (TSI). Relationships of the most important tree species were characterized by multivariate statistics. The area and species composition of spontaneous forests represent a high regional heterogeneity. In most regions, spontaneous stands are sites of invasive species spreading (first of all black locust – *Robinia pseudoacacia*). Despite invasion hazards, forest regeneration with many native tree species is a realistic scenario on a sizable area in the southwest part of the Transdanubian region and east part of Northern Medium Mountains. Species composition data shows a decreasing role of sessile oak compared with turkey oak. The higher importance of some r-K selected tree species (e. g. field maple) in the course of forest succession provides a good long-term alternative to mid-term decreasing native pioneer and invasive species. Some adventive species (e. g. silver maple – *Acer saccharinum*) are not qualified as the most important invasive species, but after our results, these are going to be most dangerous and can be problematic in the aspect of nature conservation.

Melléklet

2. táblázat A részletesen vizsgált fafajok által borított terület erdészeti tájaként (ha)
 Table 2. Area of particularly examined tree species according to forest regions (ha)

Erdészeti táj	Talált erdők (ha)	<i>Quercus ceris</i>	<i>Robinia pseudoacacia</i>	<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Salix alba</i>	<i>Carpinus betulus</i>	<i>Quercus robur</i>	<i>Quercus petraea</i>	<i>Fraxinus angustifolia</i> ssp. <i>danubialis</i>	<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Acer campestre</i>	<i>Betula pendula</i>	<i>Populus tremula</i>	<i>Populus alba</i>	<i>Acer negundo</i>
Szatmár-Beregi-síkság	856,3	0,1	245,5	31,3		90,0	3,5	62,9		58,7	7,7	9,1		4,9	140,6	40,5
Bodrogköz	83,4		3,8	0,9		14,7		0,1		3,4	0,4	1,6		1,4	37,2	0,9
Rétköz	227,4		56,0		0,2	62,1	0,1	4,9		0,2	1,0				38,1	0,5
Nyírség	6488,7		5555,6	8,6	75,6	52,3	0,0	24,0		3,4	71,6	0,1	0,5	1,6	151,5	2,1
Hajdúság	52,0		14,5	3,0		2,0		9,3		0,8					1,8	0,1
Berettyó-Körös-vidék	431,1	3,5	99,2	59,4		46,2	0,1	40,5		9,6	5,3	0,5			43,9	13,1
Hortobágy	68,0		14,3	7,6		0,9		15,5		0,4					4,1	0,4
Nagykunság	158,1	0,4	87,7	11,7		10,1		19,0					0,6		15,0	
Körös-Maros-köze	165,7	3,1	54,5	10,5		1,9		16,1		2,4		0,1			23,7	2,1
Közép-Tiszai-ártér	1227,1	1,1	42,8	144,4		278,1		8,1		0,8	3,4				332,4	189,9
Alsó-Tiszai-ártér	504,5		3,3	121,6		111,7		25,9		0,9		0,2			72,1	39,7
Tápió-Zagyva-vidék	297,3	0,5	146,1	5,5	0,7	8,7		4,1			0,3	0,0	1,5	1,0	10,5	14,1
Gyöngyös-Hevesi-síkság	68,8		26,3	3,0				24,8								4,5
Borsod-Zempléni-síkság	52,6		14,6	3,4		8,7		2,0		1,1	2,8				4,6	5,8
Duna-Tisza közti hátság	3888,0	1,2	2498,6	3,2	27,3	8,6		17,8		38,8	17,2	0,6		0,4	514,5	36,4
Bácskai-lőszhát	91,6		66,2	1,2		0,9		0,9							7,0	
Dunai-szigetek	229,1		46,7	0,7		60,5		1,8		0,0		0,8			40,4	22,0
Közép-Duna-menti sík	270,9	0,2	88,9	0,6	4,8	85,0		1,4				0,1	0,8	4,1	23,9	6,3
Közép- és Alsó-Duna-ártér	780,0		64,6	25,9		380,0		3,8		41,0		1,7			84,2	33,6
Mezőföldi-lőszhát	292,3	2,6	182,3	4,1	0,4	6,1	2,1	2,4		0,4		0,1	0,6		24,5	4,1
Sárrét-Sárvíz-völgye	63,0	0,2	23,3	1,8		1,4		3,4		0,7					13,3	
Tengelici-homokvidék	223,5	0,6	140,3	1,3	9,8	18,9		2,8		10,0	1,7	1,2	0,4	0,4	19,5	0,7
Drávamenti-síkság	746,1	1,8	206,0	12,7	4,7	65,4	72,3	48,1		117,3	93,4	16,3	2,0	7,1	48,9	0,5
Zempléni-hegység	864,3	0,2	140,5		192,2	7,4	167,9	11,6	123,0		42,9	17,9	25,4	45,1	0,0	0,5
Szerencsi-dombság	20,6		17,7		0,4			2,1								0,0
Borsodi-dombság	288,9	31,8	68,9	0,4	31,7	10,6	34,7	4,6	18,0		12,9	8,0	2,5	54,2	2,7	
Cserehát	1010,6	49,1	316,9		285,9	31,5	18,3	30,9	21,9		9,9	9,8	30,3	134,1	12,2	0,6
Aggteleki-karszt	123,7	7,2	4,6		13,5	1,3	29,8	2,0	7,9		1,2	12,6		15,9	0,0	
Rudabánya-Szalonnai-hegység	237,1	24,0	55,3		65,2	3,3	23,9		5,6		5,6	10,5	0,1	24,9	0,0	
Heves-Borsodi-dombság	1689,5	273,1	573,1	0,5	129,0	37,0	238,5	25,4	90,1	1,1	49,1	55,5	7,4	94,3	0,1	0,2
Központi-Bükk	292,1	25,8	35,6		15,1	0,1	70,9	0,1	27,4		6,0	3,6	13,1	2,3	0,4	
Bükkalji-dombságok	421,5	34,7	225,1		14,4	3,8	6,7	13,5	62,0		5,2	4,7	0,6	33,7	0,0	0,2
Mátra	477,5	72,2	190,4		20,5	20,9	73,9	1,6	17,0		9,1	11,5	0,9	17,0	2,2	3,7
Gödöllői-dombság	331,4	5,3	243,1	0,1	3,3	7,6	0,2	5,3	0,5		13,1	3,8	0,3	2,0	11,3	6,4
Nyugati-Cserhát-vidék	93,7	11,2	54,0	0,7	1,0	6,5	2,7	0,2	1,2			6,8		0,9	0,6	
Középső-Cserhát-vidék	806,3	139,3	503,7	2,7	16,9	14,3	42,0	0,9	10,4		3,0	44,3	0,1	5,0	0,2	0,9
Karancs-Medves-vidék	174,6	36,9	76,4		5,2	0,3	9,1		4,9		10,9	9,5	4,5	8,3	1,8	
Ipoly-medence	64,6	1,8	30,6			11,2	0,6	0,1			8,4	1,3		2,7	0,7	1,6
Börzsöny	303,3	75,7	87,7		0,8	3,8	52,1	0,2	12,3		13,5	33,8	0,4	1,1	0,0	0,2
Visegrádi-hegység	129,9	14,9	5,5		1,9		25,5		24,0			9,9		0,1	0,2	
Pilis-Budai-hegység	410,0	27,0	47,3		0,7	4,7	44,2	0,4	50,4			12,4			3,5	1,2
Gerecse	92,7	10,0	25,7			7,9	4,2		0,5			24,7			0,9	
Vértes	189,7	52,3	23,9			1,2	16,7	8,6	1,5		12,9	19,4		0,4	3,2	
Velencei-hegység	24,4		9,4	0,0		0,9		0,6				2,0			1,1	1,7
Velence-vidéki dombvidékek és medencék	137,4	8,1	62,0	0,3	2,2	15,7	0,1					2,5	0,0		0,3	7,3
Devecseri-Bakonyja	29,7	6,3	6,8	0,3	2,8		4,0	2,7			1,4	0,9	2,0	0,8	0,0	
Pápai-Bakonyja	50,4	6,9	11,2	0,5	2,5	0,9	2,9	0,1	0,2	1,4	15,6	0,1	0,1	0,7	0,2	0,2
Súri-Bakonyja	242,8	16,4	141,8	0,0	1,1	9,4	3,7	0,1	0,3		39,7	3,7			4,4	
Pannonhalmi-dombság	38,8		30,3	1,5	3,4							0,1			0,0	
Vértesalji-dombság	145,3	2,4	68,2		5,7	10,0	0,2				27,4	2,9	1,5		9,4	0,7

2. táblázat folytatása

Erdészeti táj	Talált erdők (ha)	<i>Quercus cerris</i>	<i>Robinia pseudoacacia</i>	<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Salix alba</i>	<i>Carpinus betulus</i>	<i>Quercus robur</i>	<i>Quercus petraea</i>	<i>Fraxinus angustifolia ssp. danubialis</i>	<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Acer campestre</i>	<i>Betula pendula</i>	<i>Populus tremula</i>	<i>Populus alba</i>	<i>Acer negundo</i>
Magas-Bakony	308,5	31,6	52,3		3,2	3,2	64,7	0,9	0,7		52,3	36,9	1,1	0,3	1,7	
Keleti-Bakony	105,8	14,2	24,4		1,3	1,7	2,7				0,6	15,9		0,1	0,7	
Déli-Bakony	121,6	49,0	19,4		2,9	0,2	16,0	0,0	0,2		1,1	7,0	4,2		0,0	
Balaton-felvidék	216,5	52,9	64,2		6,1	0,2	5,2		5,1			15,0			0,0	
Keszthelyi-dolomitvonulat	72,6	2,8	34,8			5,4	3,9	1,3	0,1		0,8	0,9			0,0	
Tátika-csoport	96,3	7,2	38,4			0,4	29,4			0,2	12,6	0,4	0,2	0,2	0,0	
Győr-Tatai teraszos vidék	106,1		52,6	0,4	8,0	3,4					2,2		1,8		11,4	0,9
Szigetköz-Rábaköz	67,1		9,6	0,1				0,7			1,5			0,1	14,9	0,0
Mosoni-síkság	2,6		1,1												1,0	
Rábaköz	48,3		10,6	0,8		10,3					1,6			0,1	3,4	
Fertő-Hanság-medence	82,7		3,4	0,8		7,8		0,6			53,2				2,4	
Kemenesalja	97,2	0,9	70,4		5,3	1,0	1,0	0,4		1,2	15,8	0,4			0,0	
Pápa-Devecseri-síkság	163,6	5,7	84,9	0,6	0,1	2,5	4,2	4,6		0,5	37,5	3,1	3,3	1,2	4,3	
Soproni-hegység	15,6	0,4	0,9		1,2	0,5	1,6		0,2		5,4		0,3	1,5	0,5	
Soproni-dombság	4,2		0,9			1,2						0,2			0,0	
Kőszegi-hegység	36,7		1,4		10,0		4,1		2,0		6,5	0,5	2,9	2,1	0,0	
Kőszeg-hegyalja	113,9	6,4	48,4		32,6	0,4	2,0	0,8	3,3		4,5	2,6	2,5	1,7	0,0	
Pinka-fennsík	137,8	3,9	63,2		35,2	0,8	6,5	9,0			2,2	4,1	0,2	3,7	0,0	
Ikva-Répe-sík	52,8	1,3	38,9			0,9	0,2	0,9			0,7	2,0			0,9	
Rába-völgy	56,1		14,2			3,8	0,2	7,9			10,6	2,5			0,8	
Gyöngyös-sík	39,3		23,2		10,6		0,2	0,1	0,2		2,5	0,2		0,1	0,0	
Felső-Kemeneshát	43,0	0,7	34,6					0,8			5,3	0,6			0,1	
Alsó-Kemeneshát	389,9	5,2	269,6	2,2	12,1	3,4	10,5	3,4	0,4	0,5	58,7	1,8	3,8	3,3	0,0	
Felső-Őrség	21,8	0,1	7,1		5,7	3,5	3,5	0,8	0,1		0,1		0,3	0,2	0,0	
Alsó-Őrség	1255,5	3,4	71,6	0,9	447,8	0,7	113,0	106,4	64,8	1,1	166,3	2,2	86,2	77,9	0,0	
Göcseji-dombság	2763,4	63,1	997,0	4,9	416,4	17,3	365,4	60,7	21,9	10,1	453,3	104,1	9,3	37,1	2,2	0,3
Kerka-Mura-völgy	524,0		49,5	19,4	16,1	58,2	17,0	82,6	0,2	33,9	141,0	12,6	5,9	33,5	10,5	
Balatoni-medence	216,8		58,6	3,7		24,8	0,1	0,3		26,5	58,2	1,1	0,1	0,6	5,4	14,9
Külső-Somogy	937,4	25,2	561,4	1,4	14,8	20,7	14,3	11,7	2,1	3,8	66,9	48,4	1,5	0,0	5,8	14,2
Közép-Dráva völgy	287,2		44,3	0,7		51,7	1,9	19,2		18,5	60,1	6,3			52,8	
Belső-Somogyi-homokvidék	3013,4	60,2	560,4	3,5	181,3	21,2	123,8	139,6	0,3	49,8	1424,6	11,8	284,2	22,3	11,2	3,9
Marcali-hát	163,9	11,6	85,8	1,0	0,2	5,3	8,0	10,1		0,7	35,9	1,2			0,0	
Kelet-Zalai-lőszvidék	2323,6	33,6	1470,4	5,2	30,6	30,6	118,2	24,4	13,5	15,9	283,7	131,3	1,8	11,8	8,0	2,7
Kanizsai-homokvidék	230,9	0,1	106,4		9,3	7,7	2,1	11,3		7,6	73,0	0,2	5,8	1,9	0,3	0,4
Nyugat-Zselic	1085,1	78,2	490,5		19,7	11,5	157,4	7,8	9,5	7,3	90,0	102,7	0,2	2,2	1,1	0,9
Kelet-Zselic	236,8	26,3	109,7		0,8	1,1	23,4	3,2	5,0	0,4	12,7	18,9		1,6	0,0	3,6
Tolnai-hegyhát és Szekszárdi-dombvidék	453,5	4,9	308,4	0,3	2,4	6,6	1,4	0,0	0,2	1,1	4,1	7,4			3,9	39,6
Baranyai-hegyhát és Völgség	66,3	0,2	41,3		0,1	0,0		0,2	0,0	1,4	0,5	1,2		0,4	0,1	6,7
Mecsek	308,2	61,3	61,8	0,2	3,3	3,5	63,5	0,8	14,5		15,6	25,6	1,1	2,6	0,7	
Geresdi-dombság	57,9	2,8	40,0		0,1		2,9		0,0			4,1		0,1	0,0	0,0
Dél-Baranyai-dombság	298,6	8,1	173,2	3,4	3,0	9,9	16,4	1,5		1,8	6,8	19,4	0,5		1,9	0,2
Villányi-hegység	62,7	4,3	30,8		0,4	0,6	2,4	0,0	0,6			4,1		0,1	3,1	
Összesen	42641	1513	18966	519	2219	1858	2138	962	624	475	3660	941	513	671	1860	526

3. táblázat A részletesen vizsgált fafajok TSI_{táj} értékei erdészeti tájanként
(kiemelt értékek 10 ha/erdészeti táj/fafaj felett)

Table 3. TSI (Tree Spreading Index) region values of particularly examined tree species according to forest regions (highlighted values over 10 ha/forest region/tree species)

Erdészeti táj	<i>Quercus cerris</i>	<i>Robinia pseudoacacia</i>	<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Salix alba</i>	<i>Carpinus betulus</i>	<i>Quercus robur</i>	<i>Quercus petraea</i>	<i>Fraxinus angustifolia ssp. danubialis</i>	<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Acer campestre</i>	<i>Betula pendula</i>	<i>Populus tremula</i>	<i>Populus alba</i>	<i>Acer negundo</i>
Szatmár-Beregi-síkság	-0,87	0,68	0,66	-1,00	0,54	-0,71	-0,77	-1,00	0,00	0,10	-0,18	-1,00	0,36	0,59	0,77
Bodrogköz	-1,00	-0,38	-0,22	-1,00	0,63	-1,00	-0,99	-1,00	0,50	0,42	0,64		0,96	0,78	0,74
Rétköz		0,38	-1,00	-0,07	0,42	-0,45	-0,58		-0,81	-0,26	-1,00	-1,00	-1,00	-0,05	-0,15
Nyírség	-1,00	0,16	0,23	-0,68	0,60	-1,00	-0,92	-1,00	-0,46	0,17	-0,95	-0,58	0,08	0,05	0,22
Hajdúság	-1,00	0,10	0,45	-1,00	0,67	-1,00	-0,21		0,45		-1,00	-1,00		0,11	0,44
Berettyó-Körös-vidék	-0,72	0,30	0,69	-1,00	0,53	-0,34	-0,61	-1,00	-0,05	0,91	-0,32	-1,00	-1,00	0,33	0,83
Hortobágy	-1,00	0,49	0,29	-1,00	0,68	-1,00	-0,45		-0,63	-1,00	-1,00	-1,00		0,15	0,97
Nagykunság	-0,88	0,57	0,70	-1,00	0,91		-0,52		-1,00		-1,00	0,96		-0,08	-1,00
Körös-Maros-köze	-0,33	0,12	0,17	-1,00	0,62	-1,00	-0,52	-1,00	-0,49		-0,50	-1,00	-1,00	0,48	0,59
Közép-Tiszai-ártér	-0,81	0,07	0,45	-1,00	0,33	-1,00	-0,90	-1,00	-0,87	-0,02	-1,00	-1,00	-1,00	0,23	0,68
Alsó-Tiszai-ártér	-1,00	-0,56	0,41	-1,00	0,25	-1,00	-0,57		-0,75	-1,00	-0,17			-0,02	0,62
Tápió-Zagyva-vidék	-0,68	0,14	0,51	-0,90	0,90		-0,76		-1,00	0,94	-0,49	0,72	0,94	-0,43	0,86
Gyöngyös-Hevesi-síkság	-1,00	-0,01	0,39	-1,00	-1,00	-1,00	0,32	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	0,20	-1,00
Borsod-Zempléni-síkság	-1,00	-0,01	0,12	-1,00	0,70		-0,74	-1,00	0,60	0,46	-1,00	-1,00	-1,00	0,39	0,84
Duna-Tisza közti hátság	-0,35	0,24	0,01	-0,83	0,78	-1,00	-0,62	-1,00	0,42	0,49	0,12	-1,00	-0,06	-0,17	0,77
Bácskai-lőszhát	-1,00	0,15	0,74	-1,00	0,68		-0,63		-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-0,55	-1,00
Dunai-szigetek	-1,00	-0,08	0,21	-1,00	0,45		-0,74	-1,00	-0,99	-1,00	-0,37	-1,00	-1,00	0,11	0,43
Közép-Duna-menti sík	-0,81	-0,11	-0,46	-0,47	0,84	-1,00	-0,85	-1,00	-1,00	-1,00	-0,86	0,55	0,95	-0,17	0,32
Közép- és Alsó-Duna-ártér	-1,00	0,02	0,06	-1,00	0,77	-1,00	-0,92		-0,39	-1,00	-0,37	-1,00		-0,19	0,24
Mezőföldi-lőszhát	-0,71	0,10	0,40	-0,92	0,69	0,72	-0,84	-1,00	-0,60	-1,00	-0,88	0,52		0,51	0,44
Sárrét-Sárvíz-völgye	-0,86	0,11	-0,07	-1,00	0,52	-1,00	-0,59	-1,00	0,08	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	0,47	-1,00
Tengelici-homokvidék	-0,06	0,04	0,63	-0,54	0,91	-1,00	-0,58		0,80	-0,41	0,64	-0,67	0,72	0,24	0,48
Drávamenti-síkság	-0,79	0,21	0,52	-0,12	0,54	0,17	-0,71	-1,00	0,22	0,28	0,25	0,58	0,70	0,28	0,06
Zempléni-hegység	-0,54	0,72	-1,00	0,72	0,95	0,31	0,42	-0,56	-1,00	0,74	0,80	0,73	0,81	-1,00	0,97
Szerencsi-dombság	-1,00	0,41	-1,00	0,03		-1,00	0,02	-1,00		-1,00	-1,00	-1,00	-1,00		
Borsodi-dombság	-0,29	0,68	0,81	0,65	0,94	-0,03	-0,50	-0,77		0,81	0,73	0,87	0,88	0,89	
Cserehát	-0,48	0,08	-1,00	0,58	0,58	-0,35	-0,57	-0,84	-1,00	0,36	0,37	0,68	0,81	0,39	0,45
Aggteleki-karszt	0,21	0,63		0,70	0,96	-0,07	0,09	-0,64	-1,00	0,44	0,78	-1,00	0,90		
Rudabánya-Szalonnai-hegység	-0,52	0,51	-1,00	0,70	0,80	-0,20	-1,00	-0,81		0,55	0,73	-0,26	0,83		
Heves-Borsodi-dombság	-0,29	0,32	0,93	0,11	0,86	0,17	0,53	-0,51	0,86	0,63	0,69	0,76	0,85	-0,88	0,76
Központi-Bükk	-0,06	0,79	-1,00	0,67	0,01	0,33	-0,56	-0,56		0,81	0,50	0,97	0,82	0,99	
Bükkalji-dombságok	-0,51	0,33	-1,00	-0,42	0,56	-0,12	-0,27	-0,17	-1,00	0,87	0,22	0,48	0,87	-1,00	0,31
Mátra	-0,10	0,51	-1,00	0,10	0,91	0,23	-0,07	-0,78	-1,00	0,52	0,72	-0,03	0,87	0,46	0,97
Gödöllői-dombság	-0,72	0,26	-0,62	-0,77	0,83	-0,91	-0,74	-0,93	-1,00	0,82	-0,40	0,00	0,93	0,20	0,83
Nyugati-Cserhát-vidék	-0,34	0,33	0,96	-0,64	0,94	-0,09	-0,63	-0,90	-1,00	-1,00	0,74	-1,00	0,94	0,87	-1,00
Középső-Cserhát-vidék	-0,26	0,26	0,88	-0,32	0,70	0,17	-0,86	-0,86	-1,00	-0,05	0,59	-0,48	0,74	-0,25	0,61
Karancs-Medves-vidék	-0,08	0,34	-1,00	-0,45	0,40	-0,09	-1,00	-0,74		0,88	0,84	0,83	0,81	0,94	-1,00
Ipoly-medence	0,17	0,02	-1,00	-1,00	0,84	0,07	-0,96	-1,00	-1,00	0,33	0,81	-1,00	0,86	-0,03	0,84
Börzsöny	0,09	0,58	-1,00	-0,57	0,84	0,18	-0,75	-0,77		0,76	0,81	0,82	0,94	-1,00	0,92
Visegrádi-hegység	-0,10	0,16		0,62	-1,00	0,24	-1,00	-0,42		-1,00	0,74	-1,00	0,83	0,98	-1,00
Pilis-Budai-hegység	-0,57	0,31	-1,00	-0,76	0,86	0,28	-0,84	-0,21	-1,00	-1,00	0,14	-1,00	-1,00	0,74	0,86
Gerecse	-0,57	0,55	-1,00	-1,00	0,96	-0,25	-1,00	-0,90	-1,00	-1,00	0,70	-1,00	-1,00	0,70	-1,00
Vértes	-0,13	0,55	-1,00	-1,00	0,64	0,08	0,43	-0,72	-1,00	0,80	0,41	-1,00	0,53	0,65	-1,00
Velencei-hegység	-1,00	0,28	-0,60	-1,00	0,89	-1,00	-0,40	-1,00	-1,00	-1,00	0,21	-1,00		0,54	0,96
Velence-vidéki dombvidékek és medencék	-0,44	0,04	-0,41	-0,31	0,82	-0,86	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	0,06	-0,02	-1,00	-0,56	0,88
Devecseri-Bakonyalja	-0,32	0,36	0,95	0,01	-1,00	0,41	-0,46	-1,00		0,33	0,89	0,76	0,96	-1,00	-1,00
Pápai-Bakonyalja	-0,26	0,07	0,91	-0,59	0,69	-0,02	-0,96	-0,54	0,74	0,64	-0,28	0,46	0,96	0,43	0,92
Súri-Bakonyalja	-0,66	0,35	-0,66	-0,74	0,79	-0,70	-0,98	-0,95	-1,00	0,63	0,25	-1,00	-1,00	0,83	-1,00
Pannonhalmi-dombság	-1,00	0,25	0,97	0,08	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-0,41	-1,00		-1,00	-1,00
Vértesalji-dombság	-0,91	0,27	-1,00	0,13	0,69	-0,95	-1,00	-1,00	-1,00	0,70	-0,02	0,56	-1,00	0,74	0,27

3. táblázat folytatása

Erdészeti táj	<i>Quercus cerris</i>	<i>Robinia pseudoacacia</i>	<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Salix alba</i>	<i>Carpinus betulus</i>	<i>Quercus robur</i>	<i>Quercus petraea</i>	<i>Fraxinus angustifolia</i> ssp. <i>dannubialis</i>	<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Acer campestre</i>	<i>Betula pendula</i>	<i>Populus tremula</i>	<i>Populus alba</i>	<i>Acer negundo</i>
Magas-Bakony	-0,19	0,63	-1,00	-0,25	0,80	0,22	-0,75	-0,90	-1,00	0,71	0,82	0,23	0,37	0,91	-1,00
Keleti-Bakony	-0,36	0,76	-1,00	-0,14	0,89	-0,41	-1,00	-1,00	-1,00	0,69	0,77	-1,00	0,71	0,73	-1,00
Déli-Bakony	-0,02	0,66	-1,00	-0,20	0,83	0,09	-0,99	-0,94	-1,00	0,59	0,71	0,86	-1,00	-1,00	-1,00
Balaton-felvidék	-0,30	0,65	-1,00	-0,39	0,15	0,00	-1,00	-0,49		-1,00	0,44	-1,00		-1,00	-1,00
Keszthelyi-dolomitvonulat	-0,75	0,85	-1,00	-1,00	0,93	0,05	0,02	-0,90		0,41	0,62	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00
Tátika-csoport	-0,49	0,64	-1,00	-1,00	0,54	0,36	-1,00	-1,00	0,87	0,50	-0,11	0,58	0,96	-1,00	
Győr-Tatai teraszos vidék	-1,00	0,01	0,12	-0,26	0,71	-1,00	-1,00	-1,00		0,62	-1,00	0,88	-1,00	0,33	0,69
Szigetköz-Rábaköz	-1,00	0,34	-0,17	-1,00	0,40	-1,00	-0,73		-1,00	0,52	-1,00	-1,00	0,82	0,18	-0,78
Mosoni-síkság	-1,00	0,49	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00		-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	0,81	-1,00
Rábaköz	-1,00	0,07	0,01	-1,00	0,75	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	0,02	-1,00	-1,00	0,91	0,42	-1,00
Fertő-Hanság-medence	-1,00	0,29	0,35	-1,00	0,18	-1,00	-0,64		-1,00	0,61	-1,00	-1,00	-1,00	-0,38	-1,00
Kemenesalja	-0,91	0,39	-1,00	-0,35	0,85	-0,63	-0,97	-1,00	0,75	0,82	0,72	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00
Pápa-Devecseri-síkság	-0,28	-0,02	0,34	-0,98	0,51	0,31	-0,69	-1,00	-0,01	0,77	0,85	0,65	0,90	0,15	-1,00
Soproni-hegység	0,60	0,82	-1,00	-0,12	0,99	0,17	-1,00	-0,92		0,90	-1,00	-0,14	0,96	0,99	-1,00
Soproni-dombság	-1,00	0,47	-1,00	-1,00	0,99	-1,00	-1,00	-1,00		-1,00	0,77		-1,00	-1,00	
Középg-hegység	-1,00	0,60		0,35	-1,00	0,49	-1,00	-0,65		0,82	0,97	0,66	0,79		
Középg-hegyalja	-0,32	0,51	-1,00	-0,10	0,39	-0,44	-0,78	-0,77		0,49	0,88	0,86	0,69	-1,00	
Pinka-fennsík	-0,49	0,67	-1,00	-0,20	0,74	-0,21	-0,52	-1,00	-1,00	0,19	0,86	0,40	0,82	-1,00	
Ikva-Répcé-sík	-0,81	0,40	-1,00	-1,00	0,84	-0,24	-0,82	-1,00	-1,00	0,08	0,90	-1,00	-1,00	0,78	-1,00
Rába-völgy	-1,00	0,19	-1,00	-1,00	0,16	-0,89	-0,40	-1,00	-1,00	0,38	0,53	-1,00	-1,00	0,08	-1,00
Gyöngyös-sík	-1,00	0,47	-1,00	0,08	-1,00	-0,82	-0,98	-0,55		0,37	0,11	-1,00	0,48	-1,00	-1,00
Felső-Kemeneshát	-0,74	0,22	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-0,29	-1,00		0,96	0,80	-1,00		0,84	
Alsó-Kemeneshát	-0,73	0,29	0,83	-0,69	0,77	-0,38	-0,86	-0,96	-0,07	0,54	0,54	0,90	0,89	0,43	-1,00
Felső-Órség	-0,05	0,85	-1,00	-0,12	0,97	0,09	-0,30	-0,93	-1,00	-0,66	-1,00	-0,07	0,44	-1,00	
Alsó-Órség	-0,25	0,42	0,73	-0,07	0,39	-0,06	-0,12	-0,29	0,59	0,55	0,89	0,72	0,85	-1,00	
Göcseji-dombság	-0,12	0,49	0,64	-0,01	0,81	0,04	-0,64	-0,89	0,31	0,60	0,82	0,50	0,78	0,80	0,90
Kerka-Mura-völgy	-1,00	0,18	0,14	-0,18	0,39	-0,23	-0,47	-0,52	-0,07	0,31	0,54	0,68	0,69	0,27	-1,00
Balatoni-medence	-1,00	0,46	-0,47	-1,00	0,24	-0,70	-0,96	-1,00	0,33	-0,08	0,48	-0,30	0,70	-0,36	0,26
Külső-Somogy	-0,81	0,30	0,23	-0,35	0,75	-0,40	-0,64	-0,91	0,44	0,47	0,51	0,81	-0,22	0,47	0,68
Közép-Dráva völgy	-1,00	0,26	0,31	-1,00	0,35	-0,66	-0,45	-1,00	-0,11	-0,26	0,44	-1,00	-1,00	0,60	-1,00
Belső-Somogyi-homokvidék	-0,45	-0,02	0,10	-0,31	0,63	0,15	-0,71	-0,83	0,40	0,39	0,73	0,55	0,64	0,12	0,32
Marcali-hát	-0,39	0,39	0,63	-0,86	0,84	-0,24	-0,60	-1,00	0,02	0,48	-0,01	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00
Kelet-Zalai-lőszvidék	-0,62	0,35	0,52	-0,48	0,68	-0,27	-0,83	-0,92	0,15	0,36	0,70	0,05	0,76	0,78	0,74
Kanizsai-homokvidék	-0,97	0,33	-1,00	-0,56	0,71	0,09	-0,71	-1,00	0,37	0,29	0,74	0,55	0,84	-0,67	0,86
Nyugat-Zselic	-0,26	0,38	-1,00	-0,05	0,74	0,08	-0,74	-0,87	0,63	0,45	0,73	0,12	0,73	0,48	0,64
Kelet-Zselic	-0,10	0,21	-1,00	-0,82	0,56	-0,07	-0,27	-0,76	0,39	0,56	0,69	-1,00	0,73	-1,00	0,91
Tolnai-hegyhát és Szekszárdi-dombvidék	-0,86	0,18	-0,01	-0,75	0,60	-0,76	-1,00	-0,94	0,27	0,51	0,15	-1,00	-1,00	0,64	0,79
Baranyai-hegyhát és Völgyesség	-0,97	0,20	-1,00	-0,95	-0,77	-1,00	-0,83	-1,00	0,84	-0,38	0,33	-1,00	0,93	-0,02	0,92
Mecsek	0,13	0,36	0,92	-0,29	0,82	0,13	-0,58	-0,68	-1,00	0,80	0,86	0,88	0,86	0,81	-1,00
Geresdi-dombság	-0,60	0,34	-1,00	-0,93	-1,00	-0,26	-1,00	-0,99	-1,00	-1,00	0,91	-1,00	0,90	-1,00	0,99
Dél-Baranyai-dombság	-0,48	0,00	0,56	-0,54	0,53	0,25	-0,77	-1,00	0,12	-0,11	0,59	0,43	-1,00	-0,04	-0,03
Villányi-hegység	-0,23	0,11	-1,00	-0,31	0,86	-0,01	-0,93	-0,73	-1,00	-1,00	0,74		0,96	0,81	
Összesen	-0,52	0,29	0,51	-0,09	0,67	-0,01	-0,60	-0,74	0,20	0,53	0,52	0,64	0,84	0,05	0,72