

Mészkerülő lombelegyes fenyevesek mint éghajlatérzékeny élőhelyek kertépítészeti stilizálása Bede-Fazekas Ákos, Somodi Imelda

Szerzők adatai:

Bede-Fazekas Ákos

okl. tájépítésszámológus / landscape architect

Ph.D.-hallgató / Ph.D. student

Budapesti Corvinus Egyetem, Tájépítészeti Kar, Kert- és Szabadtértervezési Tanszék / Corvinus University of Budapest, Faculty of Landscape Architecture, Department of Garden and Open Space Design

Tel.: + 36 1 482-6308

E-mail: bfakos@gmail.com

Somodi Imelda

okleveles biológus, Ph.D. / biologist, Ph.D.

tudományos munkatárs / research fellow

Magyar Tudományos Akadémia, Ökológiai Kutatóközpont, Ökológiai és Botanikai Intézet / Hungarian Academy of Sciences, Centre for Ecological Research, Institute of Ecology and Botany

Tel.: +36 28 360-147/133

E-mail: somodi.imelda@okologia.mta.hu

Bevezetés

A kertépítészeti stilizálás mint dísznövény-alkalmazási módszer a városi szabadtér-építészeti és kerttervezői munkákban gyakran esztétikai megfontolásból jelenik meg. Írásunkban a stilizálást más – hazánkban újszerű – irányból közelítjük meg, méghozzá a természetes-természetközeli élőhelyek stilizálása szempontjából, amely egyes esetekben akár a 21. századi klímaváltozás által érintett élőhelyek formakincsének megtartását is jelentheti. Schmidt (2003) szerint a tájra jellemző festői növénytársulások stilizálásával tudatosan befolyásolhatjuk a kert karakterét, megteremthetjük egy táj hangulatát. A módszer lényege, hogy egy társulás/élőhely/táj növényzetének karakterét (tömeg- és térarányait, formáit, színdinamikáját, egyéb jellemzőit) más helyen, más időben, más klimatikus feltételek mellett idézze meg a tájépítészeti munkákban, elsődlegesen dísznövények segítségével. A távoli tájak karakterének stilizálására jól ismert példa – számos egyéb mellett – a mediterrán kert, evvel ellentétben hazai élőhely stilizálására igen kevés javaslatot ismerünk (nyáras-borókás és karsztbokorerdő; Schmidt (2003)). A hazai élőhelyek némelyike olyan értékes formakincset rejt, melyet semmilyen értelemben nem múlnak felül a gyakran megidézett mediterrán, nedves szubtrópusi vagy alpesi élőhelyek.

Az egyes élőhelyek, társulások veszélyeztetettségét a kutatók hazánkban mindeddig botanikai oldalról járták körbe, a tájépítészeti formakincs veszélyeztetettsége szempontjából nem. A kertépítészeti stilizálás módszerét nem csak a klímaérzékeny élőhelyek karakterének továbbörökítésére használhatjuk, a módszer elméletben minden hazai élőhelyre alkalmazható. Ugyanakkor a kertépítészeti stilizálásnak minden bizonnyal nagyobb jelentősége lehet veszélyeztetett élőhelyek esetén, hiszen ekkor a tervező egy elveszőfélben lévő formakincs áthagyományozására tesz kísérletet. A stilizálás nem kötődik az eredeti előfordulási helyhez, és nem célja az élőhely-rekonstrukcióban való közreműködés. A rendelkezésre álló szűkös tér, valamint a művi elemek nagy száma és közelsége miatt ezek a növényegyüttesek nem kezelhetők az adott társulás előfordulásaiaként és a természeti környezetben alkalmazott restaurációs technikák helyett kertépítészeti módszerekhez kell folyamodni kialakításukkor. Ezért a stilizálásnak csupán kert- és szabadtér-építészeti, illetve dendrológiai

jelentősége lehet, a veszélyeztetett élőhelyek megőrzésére irányuló természetvédelmi törekvések eszközrendszerébe nem illeszkedik. Habár a két megközelítés egymástól céljában és módszereiben is alapvetően eltér, az élőhely-rekonstrukciós munkák során felgyülemlett tapasztalatok és az ökológus szakma több évtizedes tudása a kertépítészeti stilizálás során is felhasználható^{1,2}.

A különlegest, újat kereső ember számára a stilizálás előképei jellemzően az idegen, messzi tájak és a különleges társulások. A távoli tájak növényei mellett az idő dimenzió mentén is érdekessé válhatnak társulások. Így például azok, amelyek a klímaváltozás következtében vélhetően eltűnnek, legalábbis hazánkból. Ilyenkor a stilizálás az élőhely formakincsének mintegy mementóként való megőrzését szolgálhatja. Ezért esett a választásunk egy, a klímaváltozás által valószínűleg erősen érintett élőhelyre, a mészkerülő lombelegyes fenyvesek társuláscsoportjára, melynek hazai előfordulását, fajösszetételét, klímaérzékenységét és kertépítészeti stilizálásának lehetőségeit tekintjük át.

Mészkerülő lombelegyes fenyvesek

Fenyveserdők Magyarországon

Magyarországon a fenyves erdők edafikusan fordulnak elő, csoportosításuk is ezen az alapon történik. Az Általános Nemzeti Élőhely-osztályozási Rendszer mészkerülő erdőfenyvesek (N2) és a mészkerülő lombelegyes fenyvesekre (N13) osztja ezeket (Bölöni et al. 2011). Szüntaxonómiai (társulástani) szempontból az előbbi kategóriába tartozik a *Lino flavi – Pinetum sylvestris* (mészkerülő erdőfenyves), amely a Dél-Dunántúlon fordul elő és sztyeppelemekben gazdag; a *Calamagrostis varia-Pinetum* (sziklai erdőfenyves), amelynek egyetlen hazai előfordulása ismeretes a Kőszegi-hegységből; és a *Festuco vaginatae – Pinetum sylvestris* (homoki erdőfenyves), amely a Bakonyalján fordul elő. Az N13-as élőhelykategória a *Bazzanio-Abietetum* (jegenyefenyves-lucosok), *Aulocomnio-Pinetum* (mohás fenyves-tölgyes) és *Genisto nervatae-Pinetum sylvestris* (mészkerülő fenyves-tölgyes) társulásokat foglalja magában (Borhidi 2007). Ezen társulások magyarországi elterjedése a Nyugat-Dunántúl déli részére korlátozódik (Vendvidék, Őrség, valamint a Felső-Kemeneshát és a Kerka-völgy nyugati része), amit megerősítettünk a Magyarország Élőhely-térképezési Adatbázisa (MÉTA) alapján, mely adatbázis a hazai eddigi legátfogóbb (és hasonló léptékű) felmérések között a legfrissebb) élőhely-térképezési munkán alapul (Molnár et al. 2007) (1. ábra).

Társulástani szempontból mindkét fenyves élőhelytípus heterogén. Az első kategória heterogénebb, egyes előfordulásai vitatottak, állományainak egy része a Bakonyalján ültetett lehet (Czóbel 2007, Bölöni et al. 2007). Ezért kérdéses, hogy a jelenlegi előfordulásokból következtethetünk-e termőhelyi igényekre. Választásunk így a másik társuláscsoportra (2. ábra) esett, mert a mészkerülő lombelegyes fenyvesek termőhelyi igényei hasonlóak és elterjedési területük is egységesebb. Ez pedig közös nevezőt jelent a stilizálás szempontjából való tárgyalás során.

Termőhelyi jellemzők

A mészkerülő lombelegyes fenyvesek társuláscsoportjának termőhelye jellemzően savanyú (mindig mészmentes), gyakran pszeudoglejes, kavicsos, agyagos vályogtalaj (Bölöni et al. 2008). A lucosok alatt a talaj tápanyagokban általában gazdagabb és kevésbé szélsőséges, míg az erdőfenyvesek alatt rossz

1 Példaként álljon itt a legkézenfekvőbb szempont: a stilizálás során, települési környezetben is érdemes lehet célként kitűzni az őshonos fajok minél nagyobb arányú alkalmazását.

2 Az éghajlatérzékeny élőhelyek kertépítészeti stilizálása szellemiségében, indíttatásában erősen kötődik az ökológus dísznövény-alkalmazási irányzatokhoz, habár stilizálás esetén inkább természetesen (a természetes látványt megidéző), semmint ökológus (a természetben megfigyelt folyamatokat és funkciókat támogató) növényalkalmazásról beszélhetünk. A téma bőséges irodalmát e helyütt nincs módunk áttekinteni, az ökológus növényalkalmazás jó összefoglalását adja Dunnett és Hitchmough (2004). Hazai megvalósult példákat lásd például Balog (2013) és Balogh et al. (2013) munkájában.

tápanyag- és levegőgazdálkodású, erősen savanyú (Bölöni et al. 2011). Bár nem zonális társulások (Tímár 2002), a termőhelyre jellemző a csapadékban igen gazdag, kiegyenlített klíma: a Péczely-féle éghajlat-osztályozási rendszer szerint a mérsékeltén hűvös és nedves (Péczely 1979) vagy a mérsékeltén hűvös és mérsékeltén nedves (Czúcz et al. 2006) területeken helyezkednek el. Előfordulásaira jellemző az a korábbi kisparaszti erdőgazdálkodás, amelyben az erdő és a szántó váltotta egymást (Tímár 2002).

Állományszerkezet, fajkészlet

A tárgyalt élőhelyeket összeköti a kevert (lombos és tűlevelű fajokat egyaránt tartalmazó) lombkoronaszint, mészkőrűlő fajokban gazdag gyepszint és a dús mohaszint. Altípusainak fiziognómiáját, fajkészletét erősen meghatározza a domináns fenyőfaj, mely lehet erdeifenyő (*Pinus sylvestris*) vagy luc (*Picea abies*). Az elegyetlenek nevezhető erdeifenyvesek felső koronaszintje általában erősen nyitott (50–95%), alatta pedig gyakran megjelenik egy – lombos fajokból álló – többé-kevésbé zárt alsó koronaszint. Ha a talaj tápanyagban dúsabb, a felső szintbe is számos lombos fafaj elegyedik (3. ábra, ekkor gyér az alsó lombkorona- és a cserjeszint). Az elegyedő fajok között találunk pionirokat (*Betula pendula*, *Populus tremula*), de klímajellegűek is megjelenhetnek (pl. *Quercus petraea*, *Qu. robur*). A lombelegyes erdeifenyvesek jellemző típusa a felső szintjében *Pinus sylvestris* uralta erdő, melynek alsó szintjén főként árnyékot tűrő lombos fafajok jelennek meg (*Fagus sylvatica*, *Carpinus betulus*), akár spontán, vagy alátelepítés által (Bölöni et al. 2011). Az említetteken túl előfordulhat *Quercus cerris* és *Sorbus aucuparia* is (Kárpáti és Terpó 1971). A fák újulata meghatározó jelentőségű (Bölöni et al. 2011).

A mészkőrűlő erdeifenyvesek gyepszintje vegyes összetételű. A nyílt, csarabos és szőrmohás altípusban jellemzőek a fényt kedvelő és az erősen savanyú, száraz talajt tűrő fajok (főként *Calluna vulgaris*, továbbá egyéb kamefita, nanofanerofita növények jellemzőek³). A tipikus erdeifenyves altípusban gyakoriak a jó vízellátású talajt kedvelő, mezofil fajok⁴, melyek szórványossá válnak a nagyobb lombos elegyarányú altípusban⁵. A mészkőrűlő lombelegyes erdeifenyvesek savanyúságjelző (acidofrekvens) fajokban⁶ gazdagok (Czóbel 2007). Elmondható, hogy a gyepszint zártsága leginkább a fényellátottságtól függ, míg a mohaszint fejlettsége jellemzően a lombavar talajborításával fordított arányban alakul, gyakran igen magas, akár 60% (Bölöni et al. 2011).

A lucosok faállomány-szerkezete is igen változatos; a luc borítása jellemzően 40-70%, az elegyfajok jellemzően lombos fák (*Acer pseudoplatanus*, *Fagus sylvatica*, *Carpinus betulus*, *Alnus glutinosa*), esetenként erdeifenyő (Bölöni et al. 2011). Kárpáti és Terpó (1971) szerint a luc főként a bükkal elegyedik, az éger a völgyaljakban jelenik meg. További elegyfajok lehetnek a *Castanea sativa*, *Alnus viridis* és *Sorbus aucuparia*. A természetes lucosok aljnövényzete igen fajgazdag, bennük az acidofil erdők fajai⁷ a mezofil lomberdők aljnövényeivel⁸ és a nedves ligeterdők növényeivel⁹ keverednek (Bölöni et al. 2007)¹⁰.

A lucos és erdeifenyves típusok cserjeszintje tárgyalható közösen: e szint gyakran hiányzik, ha van, akkor

3 *Genista germanica*, *G. pilosa*, *Sarothamnus scoparius*, *Vaccinium myrtillus*, *Daphne cneorum* subsp. *arbusculoides*

4 *Vaccinium myrtillus*, *Orthilia secunda*, *Pyrola* spp., *Hieracium* spp., *Melampyrum pratense*, *Luzula luzuloides*, *Oreopteris limbosperma*

5 Itt viszont megjelenik a *Pteridium aquilinum*, *Solidago virga-aurea*, *Melampyrum pratense*, *Luzula pilosa*, *Galium rotundifolium*, *Monotropa hypopitys*, továbbá üdébb termőhelyen a *Sanicula europaea*, *Viola sylvestris*, *Ajuga reptans*, *Oxalis acetosella* és *Maianthemum bifolium*.

6 *Pyrola* spp., *Orthilia secunda*, *Chimaphila umbellata*, *Vaccinium myrtillus*

7 pl. *Luzula luzuloides*, *L. pilosa*, *Mycelis muralis*, *Prenanthes purpurea*, *Oreopteris limbosperma*, *Gentiana asclepiadea*, *Galium rotundifolium*

dominálnak bennük a lomberdei fajok. A fák feltörekvő újulata mellett gyakori a *Crataegus laevigata*, *Daphne mezereum*, *Rubus* spp., *Frangula alnus*, *Betula pubescens*, *Salix cinerea*, *S. aurita*. Megjelenhet *Juniperus communis* a szegélyeken és nyílt állományokban, a Vendvidéken pedig az *Alnus viridis* (Bölöni et al. 2011). A tölgyeleges erdeifenyvesek cserjeszintje viszonylag gazdag (*Ligustrum vulgare*, *Rosa gallica*) (Kárpáti és Terpó 1971). A lucosokban *Sambucus nigra* jellemző (Bölöni et al. 2007). A mézskerülő lombelegyes fenyves élőhely további részletes ismertetését Pócs (1960), Pócs (1968) és Borhidi (2007) adja.

A mézskerülő lombelegyes fenyvesek kialakulásának, fejlődésének és dinamikájának ismerete a stilizálás szempontjából elhanyagolható, hiszen a stilizálás kertépítészeti feladat, ahol a természeteshez hasonló, azt megidéző állapot létrehozása a cél mesterséges eszközökkel és a természetes kialakulásnál nagyságrendekkel gyorsabban. Ebből következik, hogy a mézskerülő lombelegyes fenyvesek dinamikájának bemutatása a jelen dolgozatban nem célunk. A vendvidéki és őrségi fenyvesek természetességével, másodlagosságával, kialakulásuk tájhasználat-történeti vonatkozásával kapcsolatban alapos áttekintést ad Tímár (2002) és Tímár et al. (2000).

Mézskerülő lombelegyes fenyvesek éghajlat-érzékenysége

A globalizáció és a fenntarthatóság szempontjából átgondolatlan gazdasági fejlesztések következtében a természetes vegetáció veszélyeztetettsége folyamatosan nő (Molnár et al. 2008). Ezzel párhuzamosan a klímaváltozás is jelentős veszélyt jelenthet a hazai élőhelyek némelyikére. A klímaváltozás számos módon hathat a fajokra, életközösségekre, beleértve a fenológiai és genetikai változást, az elterjedési terület horizontális és magassági eltolódását és méretének megváltozását, valamint a közösségek összetett belső kapcsolatrendszerének felbomlását (Kovács-Láng et al. 2008; Czúcz 2010; Peñuelas et al. 2013). A változó éghajlat nem egyformán érinti az egyes élőhelyeket, Magyarország erdős élőhelyei – azok között pedig leginkább a klímazonális erdők – várhatóan érzékenyen reagálnak az éghajlatváltozásra (Czúcz 2010; Czúcz 2011; Kelemen et al. 2013).

A regionális klímamodellek szerint hazánkban a közép- és főként a maximum-hőmérsékletek emelkedésére lehet számítani, a változásnak leginkább kitett évszak pedig éppen a nyár. Emellett a csapadék eloszlása is jelentősen megváltozhat a jövőben. A 2035–2065 közötti időszakra, a SRES A2 scenárió szerint (Nakićenović és Swart 2000) a HadCM3, CNCM3, CSMK3 és GFCM21 klímamodellek (IPCC Data 2010) megegyeznek abban, hogy Magyarországon a középhőmérséklet a nyári félévben jobban fog emelkedni (1,8–2,9 °C), mint a téli félévben (1,5–2,3 °C). A négy modell közül a HadCM3 jósolja a legjelentősebb hőmérséklet-emelkedést. Csapadék tekintetében – ugyanazon négy modell, valamint scenárió és célidőszak esetén – nagyobb eltérések mutatkoznak: a nyári félévben jellemzően inkább csökken a csapadék ((-14.2%)–(+0,4%)), míg a téli félévben nő vagy csökken ((-3.3%)–(+7,0%)), a legnagyobb eltérést a nyári és téli tendenciában a HadCM3 és a GFCM21 modellek mutatják (Czúcz 2010)¹¹.

8 *Oxalis acetosella*, *Galeobdolon luteum* agg., *Impatiens noli-tangere*, *Maianthemum bifolium*, *Athyrium filix-femina*, *Dryopteris dilatata*, *D. filix-mas*

9 pl. *Carex brizoides*, *Lysimachia nummularia*, *Petasites albus*, *Chrysosplenium alternifolium*, *Equisetum sylvaticum*

10 A felsorolt fajokon túl Kárpáti és Terpó (1971) szerint megjelenhet a *Blechnum spicant* és a *Lastrea limbosperma*.

11 A 21. század végére pedig a nyári évszak átlaghőmérséklete 3,7–5,1 °C-kal, míg a maximum-hőmérséklete 4,0–5,4 °C-kal lehet magasabb. Az extrém csapadékindexek gyakorisága a hidegebb félévben várhatóan emelkedik, míg a nyári ((-10%)–(-33%)) és őszi (0%–(-10%)) csapadék átlaga csökken (Bartholy et al. 2007; Bartholy és Pongrácz 2008).

Az élőhely elterjedésének megváltozását becsülő éghajlat-érzékenységi modellek a lombelegyes fenyvesek jelentős klímaérzékenységet mutatják. Czúcz (2010) Ctree nevű regressziós fával készített modelljének eredményei szerint a hazai élőhelyek közül a legérzékenyebb – 97%-os érzékenységgel, a klimatikus változók 100%-os dominanciájával – a mézskerülő lombelegyes fenyves (4. ábra). Boosted Regression Tree (BRT; Elith et al. 2008) alapú modellezéssel, a HadCM3 GCM alapján (IPCC Data 2010) az élőhely klímaérzékenységet megerősítettük (5. ábra). A becsléshez Magyarország teljes területére, a 2050 középpontú célidőszakra vetítettük az eredetileg Somodi et al. (2009) által felállított modellt, a felhasznált változók és módszertani részletek megtalálhatók Somodi et al. (2009) munkájában. A jövőbeli környezeti állapot jellemzőit Czúcz (2010) dolgozatában leírtaknak megfelelően számoltuk, a vetítést a BRT predikciós függvényével végeztük R statisztikai környezetben (R Development Core Team 2009), a vizualizálásban pedig ArcGIS 10.0 térinformatikai szoftver volt a segítségünkre.

A hazai fenyvesek fennmaradásában a tájhasználat hatása döntő (Bölöni et al. 2011), a korábbi tájhasználat megszűnésével az őrési fenyvesek klímaváltozás nélkül is komoly veszélyben vannak (Czúcz 2010). Ugyanakkor ez fordítva is igaz, a klímaváltozás az ideális tájhasználat fennmaradása mellett is ellehetetlenítheti ezeket a társulásokat. Az amúgy sem nagy kiterjedésű természetes állományok zsugorodása, eltűnése egyre inkább figyelemre méltóvá teszi az élőhelyet a stilizálás számára.

A mézskerülő lombelegyes fenyvesek tehát a bemutatott modelledmények és a kiegészítő háttérismeretek szerint igen sérülékenyek, nagy valószínűséggel hazai elterjedésük a jövőben jelentősen visszaszorul majd. Az élőhely megőrzése, illetve a jelenlegi állományok természetes átalakulásához a feltételek biztosítása elsősorban természetvédelmi feladat. Mivel a jelenlegi hazai elterjedési területén az élőhely már nem lesz önfenntartó, ezért állományai várhatóan átalakulnak még akkor is, ha kizárólag a természetes folyamatoknak enged az ember teret. A hagyományos tájhasználat ezt késleltetheti, de erőteljes változás esetén, mint itt várható, a tájhasználattal való fenntartás is lehetetlené válhat.

A stilizálás útján a formakincs mintegy mementóként megmaradhat, kerti és települési szabadtéri növénykiültetések formájában. A stilizálás ugyanakkor nem az élőhely jelenlegi előfordulásainak átalakítására irányul, sem pedig új természetserű állományok létrehozására másutt. Célja az élőhelyet megidéző kert- és parkrészletek kialakítása.

Mézskerülő lombelegyes fenyvesek kertépítészeti stilizálása

A stilizálás során az eredeti társulás/élőhely karakterfajait telepítjük, vagy a karakterfajokhoz hasonló megjelenésű taxonokkal helyettesítjük őket (Schmidt 2003) más helyen, más időben (és nem természetvédelmi céllal). A kertépítészeti stilizáláshoz természetesen – mint minden dísznövény-kiültetés esetén – szükséges a megfelelő élettelen környezet kialakítása. Az alkalmazható fajok némelyike (főként azok, amelyeket az eredeti élőhelyet alkotó növényegyüttes fajai közül választunk) igényelheti a savanyú talajt, és esetleg a jobb vízellátást. A stilizálás során a tervezési helyszín egyáltalán nem kötődik az élőhely eredeti előfordulásához, az élőhely megidézése célunk lehet az ország áttelienes pontján is akár, s a térszintre mindig épített környezetben valósul meg. A stilizálásnak nem célja az eredeti élőhelyhez megtévesztésig hasonló növényegyüttes kialakítása, sokkal inkább feladata, hogy a hangulatot, az érzést, az emlékeket megidézze. Mivel a stilizáláshoz faji szinten kidolgozott dísznövény-alkalmazási koncepciót csak a tervezési helyszín pontos ismeretében vázolhatunk, a következőkben inkább csak iránymutatást, ötleteket kívánunk adni, figyelembe véve hazánk jövőben várható klímáját.

A kertépítészeti stilizálás során törekednünk kell olyan fajokat választani, melyek nem invazívak, vagyis a környező természetes élőhelyeket spontán módon nem özönlik el. Az alább ismertetett egzóta fajok jelentős részének nemhogy spontán kivadult példányai nem ismertek hazánkban, de gyakran telepített példányaival sem találkozhatunk. A korábban széles körben még nem telepített fajok alkalmazásánál minden esetben indokolt az európai tapasztalatok áttekintése arra nézve, hogy történt-e spontán kivadulás ottani telepítésük óta. Természetes élőhelyeinknek sokat árthatunk azzal, ha körültekintés nélkül telepítünk még ismeretlen (netán magas) inváziós hajlamú növényeket.

A vizsgált élőhely karakterét leginkább a lombkoronát alkotó fafajok adják, de hozzájárul a cserjeszint megléte/hiánya és az aljnövényzet karaktere is. A lucosok esetében fontos vizuális elem a kidőlt és lábon álló korhadó fa (Bölöni et al. 2011), melynek kertépítészeti megidézése részben megvalósítható. A lombkoronaszint legfontosabb két faja az erdeifenyő (*Pinus sylvestris*) és a közönséges luc (*Picea abies*). Az erdeifenyő klimatikus értelemben rendkívül tágtűrűsű (Gencsi és Vancsura 1997) – habár a faj pontos klímaigényéről a hazai erdészeti szakirodalom nem nyilatkozik (Tímár 2002) –, ezért telepítésekor a klímaérzékenységgel nem kell számolni. Ugyanakkor a közönséges luc esetében – mivel az érzékenyebb az éghajlat változására (Theurillat és Guisan 2001) – felmerül a fafajcsere szükségessége a stilizálás során. A közönséges luc karakterét jól visszaadja a keleti luc (*Picea orientalis*, 6. ábra), vagy esetleg a – kissé karcsúbb és kékesebb lombú – szerb luc (*Picea omorika*) és a – határozottan kékebb lombszínű – kínai szúrós luc (*Picea asperata*). Mindhárom faj jobban viseli a szárazságot, mint a közönséges luc (Gencsi és Vancsura 1997), mely irodalmi adatot a hazai dísznövény-telepítési tapasztalatok is alátámasztják¹². A *Pinus sylvestris* faj megidézése több kérdést vet fel. Pusztán a klímaváltozás nem indokolja, hogy más fajjal idézzük meg, viszont a kert dendrológiai változatosságának növelése miatt felmerülhet az igény egyéb fajok alkalmazására is. Kézenfekvőnek tűnik a Magyarországon sok helyen életképes feketefenyő (*Pinus nigra*) alkalmazása. Ellene szól azonban erős inváziós hajlama (Mihály és Botta-Dukát 2004) és nem utolsósorban eltérő koronaszervezete és törzsszíne. Ugyanakkor a nemzetség számos további faja szóba jöhet mint a *Pinus sylvestris* megidézője, többek között a – nem véletlenül japán erdeifenyőnek is nevezett, karakterében igen hasonló – vöröskérgű fenyő (*Pinus densiflora*), a szurkosfenyő (*Pinus rigida*), a – feketefenyőre inkább hasonlító – japán feketefenyő (*Pinus thunbergii*) és kínai erdeifenyő (*Pinus tabuliformis*), valamint a montereyi zárttozúfenyő (*Pinus radiata*, 7. ábra)¹³.

Az elegyfajok közül nem mindegyikhez találunk hasonló megjelenésű, szárazságtűrőbb taxont. A pionír jellegű fajok (*Betula pendula* és *Populus tremula*) elterjedési területének ismertek a kárpát-medenceinél jóval délebbi, melegebb és szárazabb részei is (EUFORGEN 2009a, EUFORGEN 2009b). A stilizálás során várhatóan minden gond nélkül alkalmazhatóak lesznek ezek a fajok. A klimax és előfutár jellegű fajok karakterének megőrzésére azonban már érdemes szárazságot jobban tűrő hasonló fajokat keresni. Ezek természetesen csak részben tudják az eredeti élőhely karakterét visszaadni. A *Quercus petraea* és *Qu. robur* helyett a méretében a tipikus kerti terekhez jobban igazodó (de a kerti kiültetés esetén a természetben megfigyelt alakoknál azért jellemzően szabályosabb és nagyobb koronát nevelő) molyhos tölgy (*Quercus pubescens*), az algériai tölgy (*Quercus canariensis*) és esetleg a cser (*Quercus cerris*) telepíthető. Továbbá néhány amerikai tölgyfaj neve is felmerülhet. Szóba jöhet továbbá a gesztenyelevelű tölgy (*Quercus castaneifolia*), mely amúgy az élőhelyen előforduló szelídgesztenyét is idézi. Igaz, a szelídgesztenyét a jövőben várható éghajlat egyáltalán nem fogja kellemetlenül érinteni. A *Fagus sylvatica* megidézésére alkalmas lehet a kissé világosabb kérgű keleti bükk (*Fagus orientalis*), mely a honos rokonánál az elterjedési területe alapján feltételezhetően szárazságtűrőbb (Kandemir és Kaya 2009), ugyanakkor a hazai tapasztalataink nincsenek a fajjal. A *Carpinus betulus* karakterét (kéreg jellege, színe, elágazódási rendszer, törzsnevelés, termés, alakíthatóság) pedig visszaadja a – gyengébb növéssű és kisebb levelű – keleti gyertyán (*Carpinus orientalis*, 9. ábra). Az *Acer*

12 A nemzetségből még javasolható a koreai luc (*Picea koyamae*), igaz, annak lombozata színében és szerkezetében is különbözik a közönséges lucétól. A lucokon kívül még említhető a – karakterében nagyon hasonló, de a jövőbeli klímát sajnos szintén nehezen viselő – oregoni duglászfenyő (*Pseudotsuga menziesii*), illetve néhány szárazságtűrőbb jegenyefenyőfaj, mint a numídi jegenyefenyő (*Abies numidica*) és a kilikiai jegenyefenyő (*Abies cilicica*).

13 Számos további távol-keleti és amerikai faj alkalmazható lesz várhatóan a jövőbeli klímánkban, bár többnek tűje feltűnően hosszabb az erdeifenyőénél, ezért kevésbé adják vissza az eredeti faj karakterét. A Mediterráneum jellemző fenyőinek habitusa eltér az erdeifenyőétől, közülük leginkább a keleti aleppófenyő (*Pinus brutia*, 8. ábra) tűnik alkalmazhatónak.

pseudoplatanus jó alternatívája a balkáni juhar (*Acer heldreichii*) és a selyemjuhar (*Acer velutinum*, 10. ábra) (Bede-Fazekas 2013). Habár levélformája mindkét fajétól eltér, és nagyon száraz talajba nem való, a szívlevelű éger (*Alnus cordata*) kiválthatja az *Alnus glutinosa* és *Alnus viridis* fajokat, hiszen a hazainál melegebb éghajlatról származik és a mérsékelt szárazságot még elviseli (Tóth 2012). A *Sorbus aucuparia* helyett telepíthető a keleti berkenye (*Sorbus commixta*) vagy a *S. aucuparia* – *S. aria* átmenet valamely hibrid faja, például al-dunai berkenye (*Sorbus borbasii*) és a tübingiai berkenye (*Sorbus × thuringiaca*). A cserje- és gyepszint karaktere sokkal könnyebben megidézhető, e szintekben jellemzően a fajoknak már kisebb jelentősége van, inkább csak a méreteknak, mennyiségeknek juthat fontos szerep. A kialakult állományklíma miatt bizonyos fajok akár át is emelhetők az élőhely cserje- és lágyszárú fajai közül a stilizált élőhelyre. A legnagyobb nehézséget valószínűleg a páfrányok adják, míg a szálas levelű, sásokhoz hasonló növények könnyen helyettesíthetőek lesznek. A csarabosokra is jellemző törpe- és félcserjék többsége a jövőbeli klímában is alkalmazható lesz hazánkban, természetesen a talajigényüket figyelembe véve. Az élőhelyre jellemző nagy arányú mohaborítást igen alacsony tarlómagasságú gyepek kaszálással érhetjük el, de csak a kert öntözött vagy árnyékos részén.

Összefoglalás

A klímaérzékeny élőhelyek kertészeti stilizálása új irány a hazai kert- és szabadtertervezésben, amelynek lehetőségeit a mérsékelt lombergyes fenyvesek példáján mutattuk be. Vizsgálataink alapján erre az élőhelyre a 21. századra jelzett klímaváltozás jelentős hatást fog gyakorolni. Várható, hogy természetes állományai a jövőben visszahúzódnak, vagy akár el is tűnhetnek Magyarország területéről. Ha az élőhelyet nem is, de a karakterét megőrizheti a kertépítészeti stilizálás. A mérsékelt lombergyes fenyvesekre jellemző fajok egy része a stilizálás során is alkalmazható lesz, míg más részének helyettesítésére a lehetőségekhez képest bőséges fajlistát hoztunk.

Köszönetnyilvánítás

Bede-Fazekas Ákost a TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KMR-2010-0005 projekt, Somodi Imeldát az OTKA PD 83522 pályázat támogatta. A klímaadatokat a Met Office Hadley Centre bocsátotta rendelkezésünkre. A cikkben ismertetett modelleredmény elkészítéséhez módszertani segítséget és klímaadatokat biztosított Czúcz Bálint, melyért a szerzők ezúton is kifejezik hálójukat. Köszönettel tartozunk Tímár Gábornak, amiért a cikkben felhasználhattuk az élőhelyről készült felvételeit. A szerzők hálásan köszönik a cikk lektorának alapos és előremutató kritikáit, észrevételeit.

Felhasznált irodalom

- Balog Ágnes (2013): Természetközeli gyep a tetőn – Kísérlet egy fenntartható(bb) zöldtetőre. 4D Tájépítészeti és Kertművészeti Folyóirat 8:(2): 27–49.
- Balogh Péter István – Bede-Fazekas Ákos – Dezsényi Péter (2013): Ökológus növényalkalmazás és biodiverz zöldtető kialakítása a budapesti Green House irodaház tetőkertjénél. 4D Tájépítészeti és Kertművészeti Folyóirat 8:(2): 2–23.
- Bartholy Judit – Pongrácz Rita – Gelybó Györgyi (2007): A 21. század végén várható éghajlatváltozás Magyarországon. Földrajzi Értesítő 56.(3-4.): 147–168.
- Bartholy Judit – Pongrácz Rita (2008): Regionális éghajlatváltozás elemzése a Kárpát-medence térségére. In: Harnos Zsolt – Csete László (szerk.): Klímaváltozás: környezet – kockázat – társadalom. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest.
- Bede-Fazekas Ákos (2013): Növényalkalmazás a klímaváltozás idején (15.). Juharok. Szép Kertek 15(5): 10–12.
- Borhidi Attila (2007): Magyarország növénytakarásai. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Böloni János – Molnár Zsolt – Kun András – Biró Marianna (2007): Általános Nemzeti Élőhely-osztályozási

Rendszer. Kézirat, Vácrátót.

- Bölöni János – Molnár Zsolt – Kun András (szerk.) (2011): Magyarország élőhelyei. A hazai vegetációtípusok leírása és határozója. ÁNER 2011. MTA ÖBKI, Vácrátót.
- Bölöni János – Molnár Zsolt – Biró Marianna – Horváth Ferenc (2008): Distribution of the (semi-)natural habitats in Hungary II.: Woodlands and shrublands. *Acta Botanica Hungarica* 50 (Suppl): 107–148.
- Czóbel Szilárd (2007): Fás társulások (erdők). In: Tuba Zoltán – Szerdahelyi Tibor – Engloner Attila – Nagy János (szerk.): *Botanika III. Növényföldrajz – Társulástan – Növényökológia*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Czúcz Bálint – Gálhidy László – Tőkei László – Jung András (2006): A Péczely-féle éghajlati körzetek ma. A globális klímaváltozás: hazai hatások és válaszok – Poszterek a "VAHAVA" projekt zárókonferenciáján. CD-ROM (ISBN 978-963-508-542-2), KvVM – MTA, Budapest.
- Czúcz Bálint (2010): Az éghajlatváltozás hazai természetközeli élőhelyekre gyakorolt hatásainak modellezése. Doktori értekezés. Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar, Budapest.
- Czúcz Bálint – Gálhidy László – Mátyás Csaba (2011): Present and forecasted xeric climatic limits of beech and sessile oak distribution at low altitudes in Central Europe. *Annals of Forest Science* 68(1): 99–108.
- Dunnett, Nigel – Hitchmough, James (2004): *The Dynamic Landscape: the ecology, design and management of naturalistic urban planting*. E. & F. N. Spon, London, Egyesült Királyság.
- Elith, Jane – Leathwick, John R. – Hastie, Trevor (2008): A working guide to boosted regression trees. *Journal of Animal Ecology* 77(4): 802–813.
- EUFORGEN (2009a): A közönséges nyír (*Betula pendula*) elterjedési területe. www.euforgen.org/distribution_maps.html. Utolsó hozzáférés: 2013.11.20.
- EUFORGEN (2009b): A rezgő nyár (*Populus tremula*) elterjedési területe. www.euforgen.org/distribution_maps.html. Utolsó hozzáférés: 2013.11.20.
- Gencsi László – Vancsura Rudolf (1997): *Dendrológia. Erdészeti növénytan II. Mezőgazda Kiadó, Budapest.*
- IPCC Data (2010): IPCC Data Distribution Center. www.ipcc-data.org. Utolsó hozzáférés: 2010.01.01.
- Kandemir, Gaye – Kaya, Zeki (2009): EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use of oriental beech (*Fagus orientalis*). Bioversity International, Róma, Olaszország.
- Kárpáti Zoltán – Terpó András (1971): *Alkalmazott növényföldrajz. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.*
- Kelemen Kristóf – Mag Zsuzsa – Aszalós Réka – Benedek Zsófia – Czúcz Bálint – Gálhidy László – Kovács Bence – Standovár Tibor – Tímár Gábor (2013): Hazai erdők jövője a klímaváltozás tükrében. *Természet Világa*, 144(1): 7–10
- Kovács-Láng Edit – Kröel-Dulay György – Czúcz Bálint (2008): Az éghajlatváltozás hatásai a természetes élővilágra és teendőink a megőrzés és kutatás területén. *Természetvédelmi Közlemények* 14: 5–39.
- Mihály Botond – Botta-Dukát Zoltán (2004): *Biológiai inváziók Magyarországon. Özönnövények. TermészetBÚVÁR Alapítvány Kiadó, Budapest.*
- Molnár Zsolt – Bartha Sándor – Seregélyes Tibor – Illyés Eszter – Botta-Dukát Zoltán – Tímár Gábor – Horváth Ferenc – Révész András – Kun András – Bölöni János – Biró Marianna – Bodoncz László – Deák József Áron – Fogarasi Péter – Horváth András – Isépy István – Karas László – Kecskés Ferenc – Molnár Csaba – Ortmann-né Ajkai Adrienne – Rév Szilvia (2007): A grid-based, satellite-image supported multi-attributed vegetation mapping method (MÉTA). *Folia Geobotanica* 42: 225–247.
- Molnár Zsolt – Bölöni János – Horváth Ferenc (2008): Threatening factors encountered: Actual endangerment of the Hungarian (semi-) natural habitats. *Acta Botanica Hungarica* 50(Suppl.): 199–217.
- Nakićenović, Nebojša – Swart, Rob (szerk.) (2000): *Emissions Scenarios*. Cambridge University Press, Cambridge, Egyesült Királyság.
- Péczely György (1979): *Éghajlat. Tankönyvkiadó, Budapest.*
- Peñuelas, Josep – Sardans, Jordi – Estiarte, Marc – Ogaya, Romà – Carnicer, Jofre – Coll, Marta – Barbeta, Adria – Rivas-Ubach, Albert – Llusà, Joan – Garbulsky, Martin – Filella, Iolanda – Jump, Alistair S. (2013): Evidence of current impact of climate change on life: a walk from genes to the biosphere. *Global*

Change Biology, doi: 10.1111/gcb.12143.

Pócs Tamás (1960): Die zonalen Waldgesellschaften Südwestungarns. Acta Bot Acad Sc Hung 6: 75–1005.

Pócs Tamás (1968): A magyarországi tűlevelű erdők cönológiai és ökológiai viszonyai. Kandidátusi értekezés. Budapest és Eger.

R Development Core Team (2009). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing (ISBN 3-900051-07-0). Bécs, Ausztria. www.R-project.org.

Schmidt Gábor (2003): Stilizált növénytársulások a kertben. In: Schmidt Gábor (szerk.): Növények a kertépítészetben. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Somodi Imelda – Czúcz Bálint – Pearman, Peter – Zimmermann, Niklaus E. (2009): Magyarország potenciális vegetációtérképének modellezése. In: Török Katalin – Kiss Keve Tihamér – Kertész Miklós (szerk.): Válogatás az MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet kutatási eredményeiből 2009. ÖBKI Műhelyfüzetek, MTA ÖBKI, Vácrátót, pp. 23-28.

Theurillat, Jean-Paul – Guisan, Antoine (2001). Potential Impact of Climate Change on Vegetation in the European Alps: A Review. Climatic Change 50(1): 77–109.

Tímár Gábor (2002): A Vendvidék erdeinek értékelése új nézőpontok alapján. Doktori értekezés. Nyugat-Magyarországi Egyetem, Soproni Egyetemi Karok, Sopron.

Tímár Gábor – Ódor Péter – Bodoncz László (2000): Az Őrség és a Vendvidék erdeinek jellemzése. In Bartha Dénes (szerk.): A tervezett Őrség-Rába Nemzeti Parkot megalapozó botanikai-zoológiai kutatások IV. Kutatási jelentés.

Tóth Imre (2012): Lomblevelű díszfák, díszcserjék kézikönyve. Tarkavirág Kereskedelmi és Szolgáltató Kft., Budapest.

Képalírások

1. ábra. A mézskerülő lombelegyes fenyvesek (N13) hazai elterjedése a MÉTA-térképezés alapján (Bölöni et al. 2008)

2. ábra. Mézskerülő lombelegyes erdeifenyves (Fotó: Tímár Gábor, Szakonyfalu, 1999. július)

3. ábra. Mézskerülő lombelegyes fenyves állományképe (Fotó: Tímár Gábor, Szakonyfalu, 1996. június)

4. ábra. A mézskerülő lombelegyes fenyvesek (N13) előfordulási valószínűsége a referencia-időszakban (1960-1990) és három predikciós időszakban (2010-2040, 2035-2065, 2070-2100) különböző forgatókönyvek (A2, A1B, B1) és modellek (HadCM3, CNCM3, CSMK3, GFCM21) hatféle kombinációjára átlagolva (Czúcz 2010)

5. ábra. A mézskerülő lombelegyes fenyvesek (N13) előfordulási valószínűsége a referencia-időszakban (1960-1990) és a predikciós időszakban (2035-2065) két forgatókönyvre (A2 és B1) a HadCM3 klímamodell szerint

6. ábra. A keleti luc (*Picea orientalis*) a közönséges luchoz igen hasonló karakterű (Fotó: Bede-Fazekas Ákos, Budapest, 2010. január)

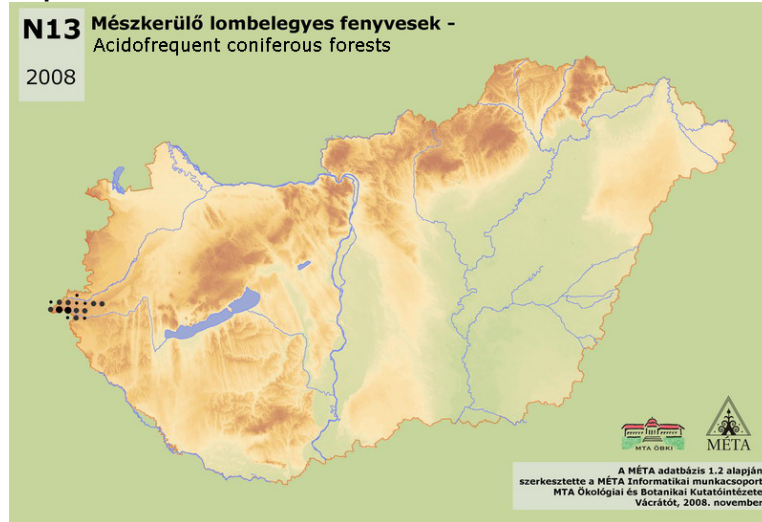
7. ábra. Montereji zártbuzófenyő (*Pinus radiata*) fiatal példánya (Fotó: Bede-Fazekas Ákos, Budapest, 2009. május)

8. ábra. Keleti aleppófenyő (*Pinus brutia*) kérge, mely megtévesztésig hasonlít az erdeifenyőéire (Fotó: Bede-Fazekas Ákos, Budapest, 2010. január)

9. ábra. Keleti gyertyán (*Carpinus orientalis*) alkotta állomány a faj egyetlen hazai előfordulási helyén, a vértesi Haraszt-hegyen (Fotó: Bede-Fazekas Ákos, Csákvár, 2012. április)

10. ábra. Selyemjuhar (*Acer velutinum*) fiatal példánya. Későn fakadó, nagy, üdezőld levele a hegyi juharéra hasonlít, ugyanakkor virágai nagy, felálló bogernyőben nyílnak, ikerlependékei pedig csomókban állnak, a szárnyak egymásra merőlegesek, így nem téveszthető össze a hazai fajjal. (Fotó: Bede-Fazekas Ákos, Budakeszi, 2013. július)

Képek



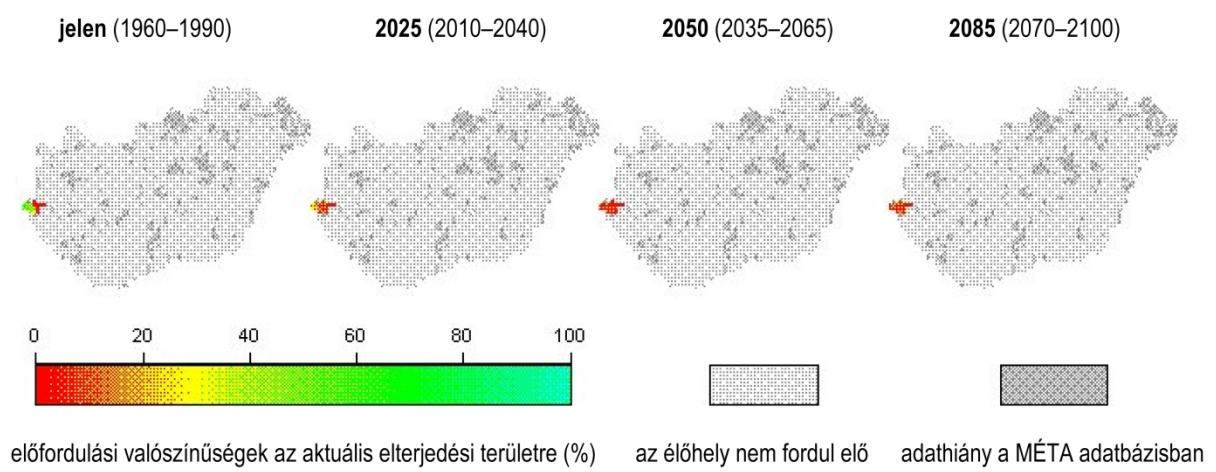
1. ábra



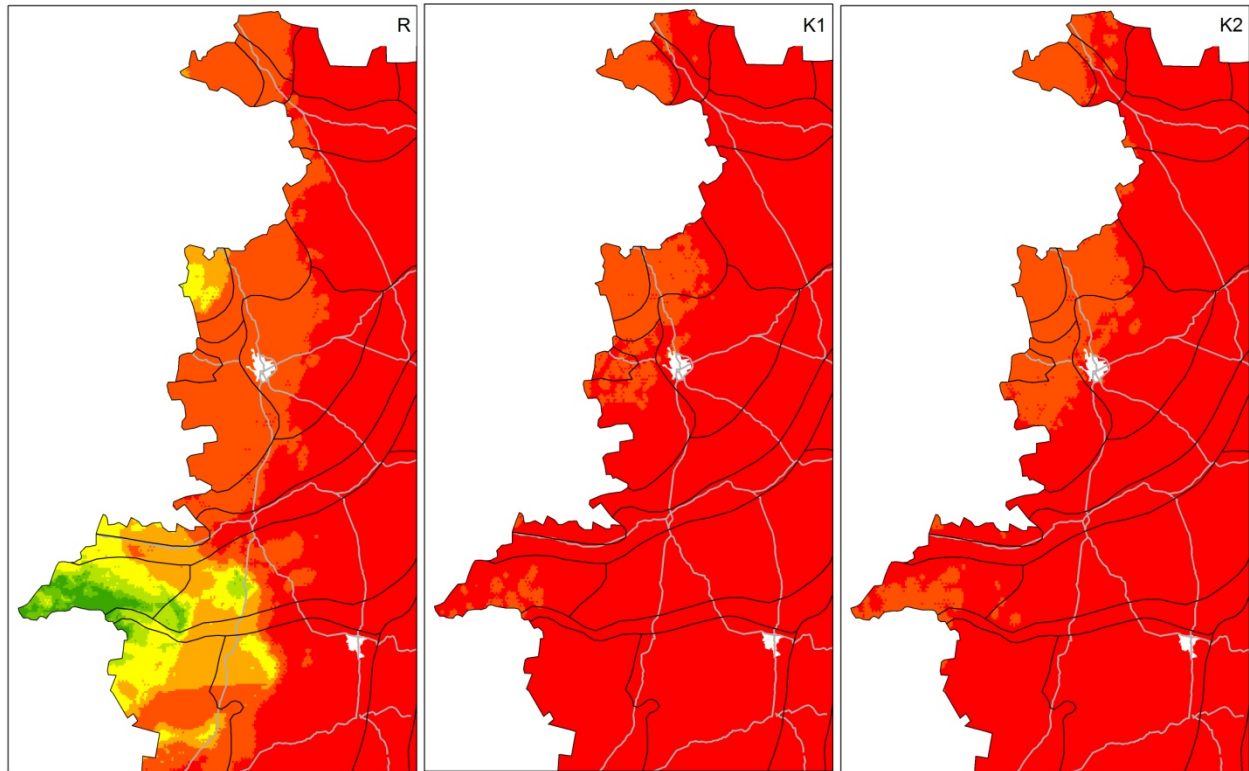
2. ábra



3. ábra



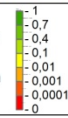
4. ábra



R) referencia-időszak, 1961-1990
 K1) klímaváltozás, HadCM3 modell,
 A2 scenárió, 2035-2064
 K2) klímaváltozás, HadCM3 modell,
 B1 scenárió, 2035-2064



Előfordulási valószínűség:



MTA
 ÖKOLÓGIAI
 KUTATÓKÖZPONT
 Ökológiai és Botanikai Intézet

5. ábra



6.ábra



7. ábra



8. ábra



9. ábra



10. ábra