

Deák József Áron¹ – Rakonczai János² – Molnár Zsolt³ – Horváth Ferenc⁴

ÉLŐHELYEK KLÍMAÉRZÉKENYSÉGE DÉLKELET-MAGYARORSZÁG TÁJAIBAN⁵

BEVEZETÉS

A növényzet kialakulását, megjelenését, folyamatait, faji összetételét a közzettani, a talaj-, a klíma- és a hidrológiai adottságok valamint az emberi tájhasználat együttesen befolyásolják. A klimatikus tényezőkön belül az Alföld növényzetét a csapadék mennyisége és eloszlása sokszor erőteljesebben befolyásolja a hőmérsékletnél, amelynek szerepe – különösen az evapotranspiráció befolyásolása miatt – szintén lényeges. A csapadék és a vízellátottság kiemelkedő szerepe annak is köszönhető, hogy az Alföld növényközösségei nem zonális, hanem edafikus társulások, amelyek szinte mindegyikét többé-kevésbé befolyásolja az elérhető víz mennyisége és kémiai összetétele. Így az éghajlati és hidrológiai adottságok kölcsönhatása különösen fontos szereppel bír az Alföld valamennyi tájtípusának (löss, homok és ártéri tájak) növényzeti zonációjában. A felszíni vízborítás megléte illetve annak tartóssága, a kiszáradás ideje és sebessége, a felszíni vízborítás magassága, a talajvíz szintje és annak változásának éves menete, valamint a száraz időszak hossza, így jelentős szerepet játszik az egyes növényzeti típusok (élőhelyek) megjelenésében, elkülönülésében. Az egyes növényzeti típusokat napjainkban élőhelyek segítségével írjuk le, amelyek nemcsak a fajok, populációk, élőlényközösségek földrajzi előfordulási helyeként (biotóp), hanem a különböző tájökológiai tényezők kölcsönhatásának eredményeképp létrejövő térbeli (szerkezeti) és működésbeli (funkcionális) egységekként is értelmezhetők (ökotóp). Napjaink élőhelyosztályzó rendszerei (pl. Á-NÉR (Fekete-Molnár-Horváth 1997, Molnár-Horváth et. al. 2000, Bölöni-Molnár-Kun 2003, 2011), CORINE-alapú (FÖMI 2000, Molnár 2000) rendszer) így az élőhelyek az ökotópok in situ indikátorai, a felszínborítás értékeléséhez legjobban felhasználható kategóriarendszerei, amelyek azonban nem nélkülözhetik a terepi háttértapasztalatot.

A növényzet megjelenését, kialakulását befolyásoló tényezők közül a tájhasználat mellett az időjárási-éghajlati adottságok illetve az ez utóbbi által befolyásolt vízellátottság tud leggyorsabban változni az alföldi tájakban. Mivel a növényzetet alkotó élőhelyek nem statikusak, hanem dinamikus egységek, ezért a változásokhoz a növényzet hosszabb-rövidebb idő alatt igyekszik alkalmazkodni. Erre az egyes tájtípusokra jellemző zonációk szomszédos és/vagy egymáshoz közel elhelyezkedő élőhelyei közti dinamikai és szukcessziós kapcsolatok adnak lehetőséget. Ennek eredményeképp az egymással dinamikai és szukcesszionális kapcsolatban álló, általában egymással szomszédos élőhelyek fajai a szomszédos élőhelyfoltokban is megjelenhetnek a vízellátottsági viszonyok változása esetén. A változások hatására átmeneti élőhelyek jöhetnek létre, de ha a változás jelentősebb mértékű, akkor akár az egész zonáció eltolódhat, az egyik élőhely helyét egy másik foglalhatja el. Sok esetben

¹ Deák József Áron: Szegedi Tudományegyetem, Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék
E-mail: aron@geo.u-szeged.hu

² Rakonczai János: Szegedi Tudományegyetem, Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék
E-mail: j.rakonczai@geo.u-szeged.hu

³ Molnár Zsolt: Magyar Tudományos Akadémia, Ökológiai Központ Ökológiai és Botanikai Intézete
E-mail: molnar@okologia.mta.hu

⁴ Horváth Ferenc: Magyar Tudományos Akadémia, Ökológiai Központ Ökológiai és Botanikai Intézete
E-mail: horvath.ferenc@okologia.mta.hu

⁵ A kutatást a TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KONV-2010-0005 azonosító számú, „Kutatóegyetemi Kiválósági Központ létrehozása a Szegedi Tudományegyetemen” című projekt támogatta, ami az Európai Unió támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósul meg.

nem irreverzibilis folyamatokról van szó, mert ha a folyamatok az ellenkezőjére fordulnak, akkor több esetben van lehetőség a korábbi élőhelytípus megjelenésére is. Minél inkább a vízhatásnak van elsődlegesen kitéve egy-egy tájtípus jellegzetes zonációja, annál inkább van lehetőség gyors átalakulásokra, visszaalakulásokra, átmeneti állományok kialakulására. Így első sorban az artéri élőhelyek átalakulása tekinthető a legdinamikusabbnak, de a különböző tájak szikesein is viszonylag intenzív vegetációdinamika figyelhető meg, hasonlóan a Duna-Tisza közti Homokhátság lápi élőhelysorozataihoz (Deák 2010).

A Dél-Alföldre kiterjedő vegetációkutatás 2003-2012 közt nemcsak feltárta az egyes tájtípusok jellemző élőhelyzonációit, de a különböző időjárási adottságok, szélsőségek következtében lehetőséget adott a növényzet extrém száraz és extrém nedves időszakokra adott válaszának vizsgálatához is. A fenti időszakban a Dél-Alföldön - ezen belül a Kiskunsági-homokhátság területén - Kiskunhalason mérték a legmagasabb hőmérsékleti értéket Magyarországon a rendszeres műszeres mérések kezdete óta (2007 július 20-án 41,9 °C (OMSZ)). A 2000-es évek első évtizedében a növényzet számára még fontosabb csapadék tekintetében is jelentős extremitások voltak jellemzőek. 2000 a Dél-Alföld több mérőállomásán a legszárazabb évnek adódott (lásd Kiskunhalas: 310 mm), míg 2010-ben a legtöbb mérőállomáson megdőlték az éves csapadékösszegek maximumértékei (pl. Kiskunhalason 1043 mm). Azaz igen rövid idő (10 év) alatt a növényzet megtapasztalhatta mindkét szélsőséget: a szélsőségesen száraz és szélsőségesen csapadékos klímát is. Azonban hazánk természetes élőhelykészlete fel van készülve ezen eseményekre is, az olykor szélsőséges időjárási eseményekkel is jellemezhető kontinentális klímához az jól alkalmazkodott. Ugyanis a sokévi csapadékösszegekből számított átlagos értékek nem igazán jellemzőek erre a tájra. Jó példa erre az, hogy Kiskunhalason az éves csapadékösszegek átlaga 586 mm, azonban 570-600 mm közti átlagos érték az elmúlt 81 év során mindössze a 4-szer (1950, 1958, 1978, 1996) adódott. Sokkal gyakoribb eset az, hogy átlag alatti és átlag feletti csapadékösszegű évek követik egymást. Az átlagnál kissé alacsonyabb (530-570 mm) csapadékösszegű évek gyakoribbak Kiskunhalason (eddig 14 ilyen év volt a mérések kezdete óta), ám az átlag feletti kicsit magasabb (600-630 mm) csapadékú évek ritkák (5 évben mértek ilyet). Ugyanakkor a száraz, fátlan sztyeppékre jellemző 350-500 mm-es, jelentősen átlag alatti csapadékösszeg a mérések kezdete óta 22 évben volt tapasztalható Kiskunhalas térségében, míg az átlagosnál csapadékosabb, 630 mm feletti évek 32 alkalommal fordultak elő. Ezen átlag feletti csapadékú évek pont azért fontosak e tájban, mert a legfeljebb 2-3 évig tartó folyamatos csapadékhiányos periódust ezen évek csapadékbevétele képes kompenzálni, mérsékelve a felszíni és felszín alatti vizek, s így a mezőgazdaság és a természetes élőhelyek vízhiányát. *A jelenlegi erdős sztyeppé azért marad meg, mert a jelentősen és kis mértékben átlag alatti éveket jelentősen átlag feletti csapadékösszegű évek követik. Mindez felhívja a figyelmet a belvízgazdálkodás szükségességére, a csapadékosabb években hullott víztöbblet raktározásának jövőbeli szükségességére.*

A növényzet kontinentális klíma szélsőségeihez való alkalmazkodása az élőhelyi sokféleségben, azaz az *élőhelydiverzitásban* rejlik, amelynek megőrzése a hazai természetvédelemben várhatóan még inkább fel fog értékelődni a klímaváltozás jövőbeli negatív hatásainak mérséklése végett. Az ALADIN és a REMO klímamodellek (Szabó et al. 2011) alapján hazánk tájaiban 2021-2050 közt 1,2-2°C-os, 2071-2100 közt 3,4-3,7°C-os évi átlaghőmérséklet emelkedés várható az 1961-1990-es bázisidőszakhoz képest (Blanka et al. 2012). A növekedési trend iránya északnyugat-délkeleti irányú, így a növekedés mértéke az alföldi tájakban a magasabb értékek felé fog várhatóan közelíteni. Így 2021-2050-re a Körös-Maros közére várható a legnagyobb évi középhőmérséklet növekedés (2°C), míg nyugatabbra, sorrendben a Tisza és Maros árterein, a Duna-Tisza közén és a Dunamenti-síkságon már kisebb, 1,75°C alatti növekedéssel kell számolni (Blanka et al. 2012). E gradiens validitását a növényzeti borítás típusai is erősíthetik. A Duna-Tisza köze vagy az árterek nagyobb erdőkkel

rendelkeznek, amelyek a mezoklímára is jelentősebb hatást gyakorolhatnak, tompíthatják a felmelegedést a folyamat kezdeti stádiumában. Ráadásul a felszíni vizek aránya is jelentősebb a kisebb várt átlaghőmérséklet növekedéssel jellemezhető tájakban (halastavak a Duna-Tisza köze lösztájaiban, semlyékek belvizes mélyedései, szikes tavak, Turján-vidék lápi mélyedései a Homokhátságon, ártéri holtága), ám épp ezek élőhelyei kimondottan veszélyeztetettek a klímaváltozás által. Azonban a táji különbségek 2071-2100-ra már mérséklődnek a Dél-Alföldön, az évi középhőmérséklet növekedése egységesen 3⁰C feletti lesz (Blanka et al. 2012). Ez a növekedés már mérsékelheti a vizek és az erdők mikro- és mezoklimareguláló hatását, mert ezen élőhelyek maguk is átalakulhatnak (erdők felnyílása, leégése, vizek kiszáradása), így pufferező hatásukat már várhatóan kevésbé fejthetik ki. Az átlagsapadék mennyiségének csökkenése a Dél-Alföldön keleti részén nagyobb lesz, nyugat-keleti irányú grádiens mutat a XXI. század következő éveire (Blanka et al. 2012). A fenti változások a növényzet mintázatát, az élőhelyek kiterjedését, térbeli megjelenését is befolyásolni fogják.

MÓDSZEREK ÉS MINTATERÜLET

A növényzet változó éghajlati adottságokra, a klímaváltozás várható hatásaira adott válaszában vizsgálatára 3 kategóriarendszer került kidolgozásra az MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézetével – Dr. Molnár Zsolt és Dr. Horváth Ferenc közreműködésével – közösen a dél-alföldi természetes élőhelyekre a meglévő több éves nagy területre kiterjedő terepi tapasztalatok alapján. A növényzet osztályozásához az ÁNÉR élőhelykategóriái (Böloni-Molnár-Kun 2003, 2011) lettek felhasználva, az egyes klímaérzékenységi kategóriarendszerek értékei ezekhez lettek hozzárendelve.

A *klímaváltozás általi veszélyeztetettség* az adott élőhelytípusok feltételek helyben való fennmaradási esélyét jellemzi. E kategóriarendszer a tájban meglévő élőhelyfeltételek jelenlegi helyén vizsgálja az adott feltétel fennmaradási esélyét az élőhelytípus abiotikus tulajdonságait figyelembe véve. Azt vizsgálja, hogy léteben veszélyeztetett vagy nem veszélyeztetett-e egy élőhely. Minél állandóbb, kiegyenlített éves vízellátottságot (árvízi vagy talajvíz utánpótlás) és minél inkább felszín közeli nátrium-sófelhalmozódást igényel egy-egy élőhely, annál veszélyeztetettebb. Ez alapján nem léteben veszélyeztetett (3), mérsékelten veszélyeztetett (2) és nem veszélyeztetett (1) kategóriákba lettek a Dél-Alföld élőhelyei besorolva. A veszélyeztetett kategóriába sorolt élőhelyek fennmaradása várhatóan igen nehéz lesz az abiotikus viszonyok átalakulása miatt. A mérsékelten veszélyeztetett csoportnál regionálisan kisebb visszazorulás várható, a feltételek átrendeződésével azonban várhatóan továbbra is fennmaradhatnak. A nem veszélyeztetett csoportba sorolt élőhelyekre pedig várhatóan nem lesz negatív hatása a klímaváltozás várható lokális hatásainak, bár fajkészletük átalakulhat, az egyes fajok aránya komolyabb változáson mehet át, de ettől még az élőhely továbbra is azonos típusba lesz sorolható.

Emellett az egyes élőhelyek tájban való terjeszkedési potenciáljára is egy-egy kategóriarendszer került kidolgozásra. A *száraz kiterjedés* (más néven *klímaváltozás általi terjeszkedési potenciál*) az élőhelyek száraz években való területi növekedését kategorizálja, azaz azt, hogy melyik élőhely képes területi növekedésre a tartósabban száraz időszakokban. Az élőhelytípusok lehetnek pozitív, illetve negatív terjeszkedési potenciálúak is. Pozitív száraz kiterjedés esetén a klímaváltozás várhatóan segíti az élőhely tájban való területi növekedését, azaz areanövekedés várható, míg negatív száraz kiterjedési értékekkel bíró élőhelyek esetén a klímaváltozás várható hatásaira areacsökkenéssel fog reagálni az élőhely. A pozitív száraz kiterjedés (pozitív terjeszkedési potenciál) esetén az areanövekedés, míg a negatív száraz kiterjedésnél (negatív terjeszkedési potenciál) az areacsökkenés is lehet mérsékelt vagy jelentős. A klímaváltozás által nem befolyásolt kategória is bevezetésre került,

azon élőhelyekre, ahol nem várható jelentős területi változás. Így összességében 5 csoportba sorolhatók be a Dél-Alföld élőhelyei.

A *nedves kiterjedés* (más néven *területi növekedés extrém nedves években*) a növényzet egyedi nagy csapadékú időjárási eseményekre adott választát vizsgálja, azaz a várható szárazodási trendekben lévő ideiglenes, rövididejű trendvisszacsapásokra adott növényzeti változásokat kategorizálja. A növényzet mérsékelt vagy jelentős areanövekedéssel válaszolhat a nagyobb csapadékbevitelre, de a rövid idejű trendvisszacsapások több élőhely számára indifferensek lehetnek.

A vizsgálati területek két léptékben kerültek kiválasztásra. A tájszintű elemzésekhez MÉTA-adatbázis került felhasználásra, amely 35 ha-os felbontású hatszögekkel fedi le az országot, így abból áttekinthető, kis-, közép- és nagytáji elemzésekre alkalmas raszteres vegetációtérképek szerkeszthetők. A MÉTA-adatbázis tartalmazza az egyes élőhelyek területborítási százalékát egy intervallum skálán, amihez becsült ha-értékek lettek rendelve (Horváth F. et al. 2008). Ez alapján meghatározható a különböző veszélyeztetettségi kategóriákba sorolt élőhelyek egymáshoz viszonyított aránya. A táji léptékű növényzeti klímaérzékenység-vizsgálatokhoz a tájak a vegetációtájak (Molnár Cs. et al. 2008) alkalmazásával kerültek lehatárolásra, amelyek több eltérő tájtípust is magukban foglalnak. Így a Közép-Duna-sík, a Berettyó-Körös-vidék és az Észak-Bánság (Bánság-sarok) löszmaradvány-felszínekkel tagolt ártéri tájaira, a Dél-Tisza-völgy és a Maros ártér ártéri tájaira, az Öreghomok (Pilis-Alpári-homokhát), a Duna-Tisza közti Homokhátság és a lúpmedencékkel mozaikos Örjeg homoki tájaira valamint az Észak-Bácska, a Kiskunsági-löszöshát, a Szegedi-sík, a Körös-Maros köze és a Nagykunság lösztájaira terjedt ki a regionális vizsgálat. Az egyes jellegzetes dél-alföldi tájtípusokon belül kisebb lokális mintaterületekre raszteres (poligonális) ÁNÉR élőhelytérképek, azaz klasszikus folttérképek is készültek a klímaérzékenységi elemzés keretében. E mintaterületeken az ÁNÉR-élőhelytérképek elkészítését követően a lokális élőhelymintázatot alkotó élőhelyek klímaérzékenysége, az élőhelyek lokális klímaérzékenységi mintázata, azaz a főbb zonációk, vegetációs tájtípusok, élőhelykomplexek klímaérzékenysége és annak mintázata is tanulmányozható volt.

EREDMÉNYEK

A dél-alföldi élőhelyek klimaváltozás általi veszélyeztetettségét, a száraz és nedves kiterjedés egyes élőhelyekre vonatkozó értékeit az 1. táblázat foglalja össze.

A *klímaváltozás általi veszélyeztetettség* alapján történő osztályozás szerint a hínárközösségek meglévő foltjainak jelentős része (láptavi hinarasok (A23), áramlói hinarasok (A3a), lápi hinarasok (A4), sziki hinarasok (A5)) létükben *veszélyeztetett* a vízterek kiszáradása miatt. Az ártéri mocsarak közül az állandó, sekély tavaszi elárasztást vagy tavaszi sekély belvizeket igénylő virágkákás mocsarak (B3) a legveszélyeztetettebbek, mert a csapadékeloszlásban és az árvízi elöntésben tapasztalható szélsőségek növekedésével termőhelyeiket más fajok, közösségek foglalhatják el. Szintén a veszélyeztetett kategóriába sorolhatók a különböző lápi jellegű élőhelyek, amelyek a csapadék által táplált folyamatosan feltörő talajvízáramlásoknak köszönhetik létüket (pl. tőzegképző nádasok, gyékényesek (B1b), zombéksásosok, üde láprétek (D1), kékperjés láprétek (D2), lápi magaskórósok (D5)). Különösen veszélyeztetettek a lápi közösségek fásszerű élőhelyei, ahol a vízhiány a fa és cserjefajok felújulását akadályozhatja (lásd fűzlápok (J1a), éger- és körislápok (J1b), láprétek üde cserjései (P2a)). A csapadékmennyiség jelentős csökkenésével ezen élőhelyek eltűnhetnek, amelynek esélyét a belvizes mélyedéseken keresztülfutó belvízelvezető-csatornák, a vízvisszatartás és a megfelelő, ezen élőhelyek fennmaradását segítő vízgazdálkodás hiánya is fokozza. A szintén talajvízhatásnak és rövidebb, sekélyebb, időszakos tavaszi felszíni elöntésnek kitett mocsárrétek (D34) szintén veszélyeztetettek a

klímaváltozás által. Termőhelyeik a további kiszáradással ártéri környezetben sarlólaposokban szikes rétekké, szélsőségesebb vízhiány esetben, övzátonyokon cickóróspusztákká, rétsztyeppékké alakulhatnak át. E folyamat kezdeti stádiumban a csongrádi Bokros-pusztán már napjainkban is megfigyelhető. Tartósabb árvízi elöntés hatására félruderális gyepekké, esetleg magassásrétekké vagy különböző ártéri mocsári közösségekké alakulhatnak át. Így valójában vízigényük tekintetében egy igen szűk intervallum kedvező igazán számukra. A mocsárrétek lápi környezetben lévő állományai a Duna-Tisza közén a csapadéktáplálta talajvízáramlások erősségének csökkenése által veszélyeztetettek komolyan. A szikes élőhelyek közül a sziki magaskórósok és a mézspázsitos szikfokok tekinthetők a legveszélyeztetettebbnek a klímaváltozás miatt. A kocsordos-őszirózsás magaskórósok (F3) egy viszonylag ritka, igen komplex talajképző tényezők kényes egyensúlya által kialakított talajtípuson, a mélyben sós réti csernozjom talajokon jelennek meg. E talajtípuson a humuszképződés mértéke már a sztyeppréti fajok megjelenése számára már kedvező, de a talajvízhatás miatt a réti fajok is jelen vannak, de ugyanakkor az átlagosan 1 m mélyen lévő sófelhalmozódási szint a szikes fajok jelenlétét is lehetővé teszi. Ha a klímaváltozás következtében a fenti három talajképző folyamat közül bármelyik is megváltozik (gyengül vagy erősödik), az egyik folyamat uralkodóvá válik, akkor a közösség meglévő korántsem stabil egyensúlya felborulhat, s az élőhely az uralkodó talajképző folyamat szempontjából kedvező élőhely felé tolódhat el. Mivel a kocsordos-őszirózsás rétsztyeppék kísérő fajait a mocsárrétek, a szikes rétek és a löszsztyepprétek felől is kaphatják, így az egyensúly eltolódásával a három közösség egyike vagy a fenti élőhelyekből kialakuló páros átmenetek felé is várhatunk potenciális átalakulást. A várható éghajlatváltozás hatásaként a talajvízhatás és a sófelhalmozódás mértékének csökkenése várható, ami kocsordos-őszirózsás rétsztyeppék komplex fajkészletének szegényedéséhez vezethet, ezen abiotikus változások a sztyepprétek irányába tolhatja el hosszú távon a közösséget. A mézspázsitos szikfokok (F4) a tavaszi sekély vízborítást (nyár eleji kiszáradással) és a felszíni jelentős sófelhalmozódást együttesen igénylik, a rendszeresen kiszáradó szikes tavak tipikus élőhelyei. A kora tavaszi belvizek hiánya miatt termőhelyeik kiszáradóban vannak, amit ezen élőhelyek kilúgozódása, szikes rétté alakulása kísér. A fenti folyamatokat a belvízelvezető-csatornák is fokozzák, amelyek megakadályozzák a tartósabb, sekély vízborítás kialakulását, ami különösen száraz években jelent problémát. A tájban így is csak elszórtan - a Dél-Alföld dombságperemi részeihez közelebb elhelyezkedő részein - jelen lévő erdőpuszta-rétek (H4) az őket övező erdős pusztákat alkotó erdőfoltok eltűnése miatt már jelenleg is igen veszélyeztetettek a mikroklimatikus viszonyok átalakulása miatt. Hosszútávon e közösségek löszsztyepprétekké alakulása várható, mert nem valószínű, hogy a közelükben tölgyes erdőfoltok regenerálódnának a következő 100 évben. Sokszor e foltok intenzív agrártájakban helyezkednek el (lásd észak-bácskai löszvölgyek). A természetesebb alföldi erdőtípusokon belül a talajvízhatás alatt álló zárt kocsányos tölgyesek különböző élőhelyei a legveszélyeztetettebbek. Az állományok felnyílása, nyílt, gyepekkel mozaikos erős sztyepp jellegű, ligetes erdőtípusokká való átalakulása várható a klímaváltozás következtében. Különösen veszélyeztetettek az extrazonális, elterjedési területük peremén megjelenő felsőkiskunsági gyertyános-kocsányos tölgyesek (K1a), különösen azért, mert rossz vízmegtartó képességű homokon vannak állományaik, kiemeltebb buckás térszíneken. Az árterek tölgyesil-kőrís ligeterdei (J6) a szélsőségesebbé váló vízjárás miatt illetve termőhelyeik tartósabb nyári kiszáradása miatt (lásd csökkenő kisvízi vízszintek) veszélyeztetettek a klímaváltozás folyamán. A lápmedencék környékére összpontosuló alföldi zárt kocsányos tölgyesek (L5) a csapadék táplálta talajvízáramlások erősségének csökkenése miatt veszélyeztetettek. A nyíltabb erdőtípusok közül a klímaváltozás a homokbuckákon jelenleg is csak kis számban és kiterjedésben meglévő nyílt homoki tölgyeseket (M4) veszélyezteteti leginkább, mert a talajvízszint-süllyedés jelenlegi mértéke már jelenleg is akadályozza felújulásukat, ami a

jövőben még nagyobb problémát jelenthet. További probléma e közösségeknél az állományok fragmentáltsága is. Ugyanakkor elképzelhető az is, hogy a homoki kocsányos tölgyes telepítésekből (ezeket ma jellegtelen keményfás erdők (RC) közé soroljuk) a szárazodás általi kiritkulásuk miatt nyílt homoki tölgyesekre emlékeztető, jellegtelen állományok jönnek létre.

1. táblázat: Élőhelyek klímaváltozásra adott válasza különböző osztályzás alapján

ÁNÉR élőhelyek	Klimaváltozás általi veszélyeztetettség	Száraz kiterjedés	Nedves kiterjedés
Eutróf hinaras (A1)	2	-2	2
Láptavi hinaras (A23)	3	-2	1
Áramlóvízi hinaras (A3a)	3	-2	1
Lápi hinaras (A4)	3	-2	1
Sziki hinaras (A5)	3	-2	1
Nem tőzegképző nádas, gyékényes (B1a)	2	1	2
Tőzegképző nádas (B1b)	3	-2	0
Harmatkásás mocsár (B2)	2	-1	1
Virágkásás mocsár (B3)	3	-2	1
Zsombéksásos (B4)	3	-2	1
Magassásrét (B5)	2	-1	2
Szikes mocsár (B6)	2	-1	2
Üde láprét (D1)	3	-2	1
Kékperjés láprét (D2)	3	-2	1
Mocsárrét (D34)	3	-1	1
Lápi magaskórós (D5)	3	-2	1
Ártéri magaskórós (D6)	2	-2	1
Ürmőpuszta (F1a)	2	-1	0
Cickórópuszta (F1b)	1	1	0
Szikes rét (F2)	2	1	2
Sziki magaskórós (F3)	3	-1	2
Mézpázsitos szikfok (F4)	3	-2	1
Vakszik (F5)	2	-1	1
Nyílt homokpusztagyep (G1)	1	2	0
Erdőpuszta-rét (H4)	3	-2	0
Löszslyeprét (H5a)	1	1	0
Homoki slyeprét (H5b)	1	2	0
Löszszakadópart-növényzet (I2)	1	0	0
Füzláp (J1a)	3	-2	0
Kőris-, égerláp (J2)	3	-2	0
Bokorfűzes (J3)	2	0	1
Fűz-nyár ártéri erdő (J4)	2	-1	1
Tölgy-szil-kőris ligeterdő (J6)	3	-1	0
Gyertyános-kocsányos tölgyes (K1a)	3	-2	0
Alföldi zárt kocsányos tölgyes (L5)	3	-2	0
Nyílt lösztölgyes (M2)	1	-1	0
Sziki tölgyes (M3)	2	-1	0
Nyílt homoki tölgyes (M4)	3	-2	0
Homoki nyaras (M5)	1	0	0
Sztyeppcserjés (M6)	1	0	0
Üde cserjés (P2a)	3	-1	1
Száraz cserjés (P2b)	1	2	0

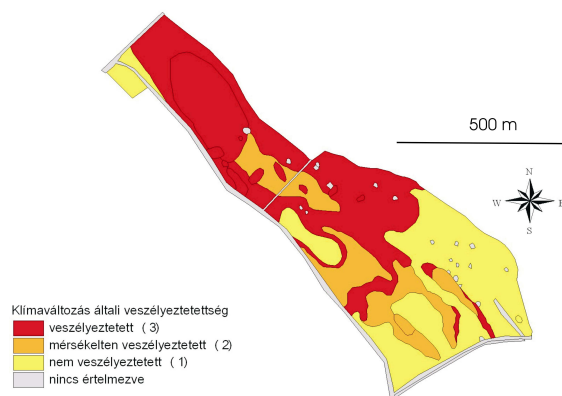
(Klimaváltozás általi veszélyeztetettség: 3. veszélyeztetett, 2. mérsékelten veszélyeztetett, 1. nem veszélyeztetett; Száraz kiterjedés: 2. jelentős areanövekedés, 1. mérsékelt areanövekedés, 0. nem befolyásolt, -1. mérsékelt areacsökkenés, -2. jelentős areacsökkenés; Nedves kiterjedés: 0. indifferens, 1. mérsékelt areanövekedés, 2. jelentős areanövekedés)

A klímaváltozás ugyanakkor egyes élőhelyeket nem vagy csak igen elhanyagolható mértékben veszélyeztet létükben a Dél-Alföldön. A legkevésbé veszélyeztetett élőhelyek a homokbuckák nyílt homokpusztagyepi (G1), a lepelhomok-hátak és a maradékgerincek homoki slyeprétei (H5b) valamint a lösztájak löszhátainak löszslyeprétei (H5a), löszszakadópart-növényzete (I2). Ez utóbbi két közösség a dél-alföldi tájban sokszor csak nagy lejtőszögű felszínformákon (lásd kunhalomok, földvárak, gátak), mezsgyéken vagy szikes pusztákba ékelt foltokban maradt meg. A sziki közösségek közül a cickórópuszták

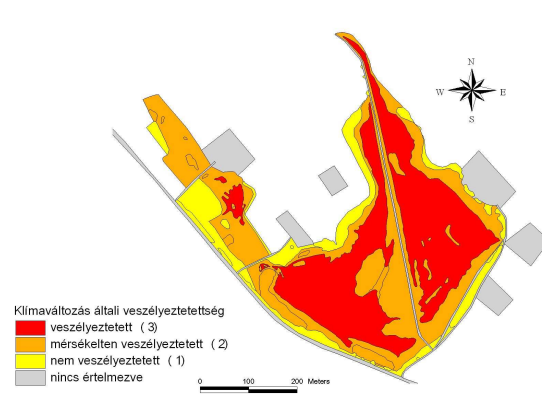
(F1b) a legkevésbé veszélyeztetettek a klímaváltozás által, mert elhanyagolható mértékű Na-sót tartalmaz talajszelvényük, s a sófelhalmozódási szint is mélyen van, ráadásul a talajvízhatástól is függetlenek. Állományaik gyakran ürmöspuszták kilúgozódásával jöttek létre. A fászarú élőhelyek közül a homoki tájak a homoki nyarasai (M5) (borókás-, galagonyás-nyarasok), a lösztájak nyílt lösztölgyesei (M2), sztyeppcserjései (M6) nem veszélyeztetettek létükben a klímaváltozás által, a szárazabb és melegebb éghajlati körülményekhez is alkalmazkodó fajkészlettel bírnak. A fenti nyílt erdők elvileg korlátlanul felnyílhatnak, s még akkor is ebbe az élőhelytípusba sorolhatók. Sajnos az utóbbi két élőhelytípus rendkívül megfogyatkozott az emberi tájhasználat átalakulása miatt. A száraz cserjések (P2b) valamennyi tájban kevésbé klímaérzékeny közösségeknek tekinthetők.

A többi élőhely – így az inkább árterekre jellemző eutróf hinarasok (A1), nem tőzegképző nádasok, gyékényesek (B1a), harmatkásás mocsarak (B2), magassásrétek (B5), ártéri magaskórósok (D6), bokorfüzesek (J3), fűz-nyár ártéri erdők (J4); valamint szikesek legtöbb élőhelye (szikes mocsarak (B6), ürmöspuszták (F1a), szikes rétek (F2), vakszikek (F5), sziki tölgyesek (M3) – *mérsékelten veszélyeztetettek* tekinthetők létében a jelenlegi előfordulási helyén.

Az 1-2. ábrák a *Duna-Tisza köz*i Homokhátság két jellegzetes vizes élőhelykomplexének klímaváltozás általi veszélyeztetettségét mutatja be. Az 1. ábra az üllési Kerekes-rét példáján szemlélteti a Duna-Tisza köze délkeleti részén, a Dorozsma-Majsai-homokhátság központi sávjában elhelyezkedő, regionális talajvízfeltörési zónákra eső semlyékek élőhelyeinek klímaváltozás általi veszélyeztetettségét. A kékperjés láprétek és zombéksásosok uralta szélbarázdák, deflációs laposok így komolyabban veszélyeztetettek, míg e semlyékek délkeleti csücskére összpontosuló szikes rétek csak mérsékelten. A semlyékeket övező homoki sztyepprétek viszont a nem veszélyeztetett kategóriába sorolhatók. Az 2. ábra egy tipikus Duna-Tisza közi Homokhátságra eső szikes tó élőhelyeinek klímaérzékenységet mutatja be a röszei Kancsal-tó példáján, ahol a különböző klímaérzékenyséű élőhelyek koncentrikusan helyezkednek el: a legmélyebb fekvésű területeken a legklímaérzékenyebb mézpázsitos szikfokok találhatóak, amelyeket a tómedence permén mérsékelten veszélyeztetett szikes rétek öveznek, s azokat a maradékgerinceken a legkevésbé klímaérzékeny homoki sztyepprétek határolják.



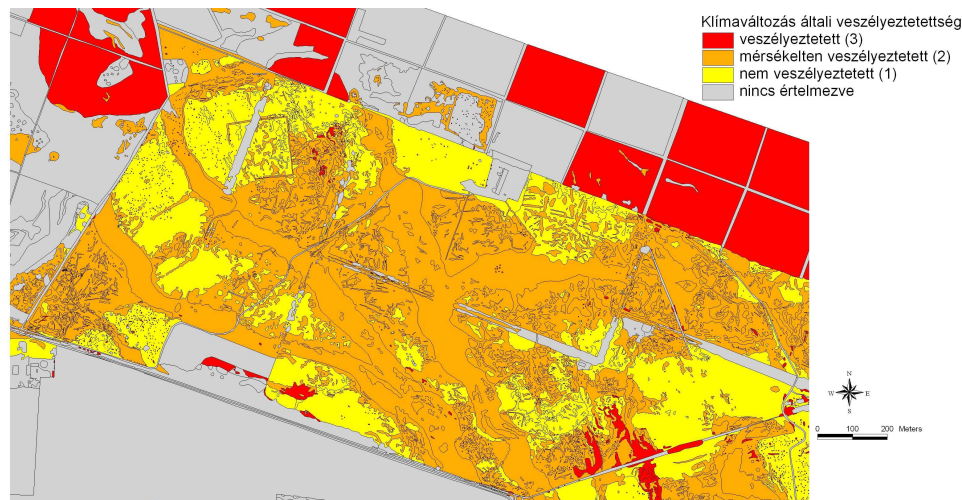
1. ábra Az üllési Kerekes-rét élőhelyeinek klímaváltozás általi veszélyeztetettsége



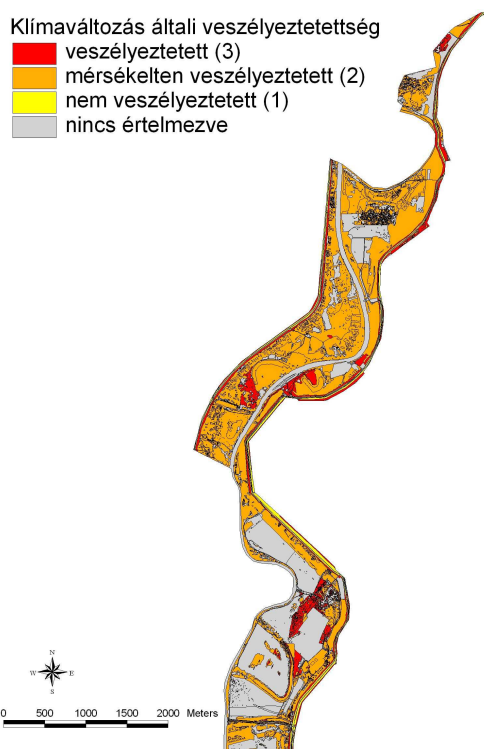
2. ábra A röszei Kancsal-tó élőhelyeinek klímaváltozás általi veszélyeztetettsége

A lösztájak élőhelyeinek klímaérzékenysége a homoki tájak alatt marad a klímérzékenységi térképek alapján (3. ábra), ami a hódmezővásárhelyi Közös-legelő klímaérzékenységi térképén is látható. Ez annak köszönhető, hogy a löszgyepekkel mozaikos löszhátú padkás összikeneken a maradékgerinceken gyakran nagy kiterjedésben maradtak fenn

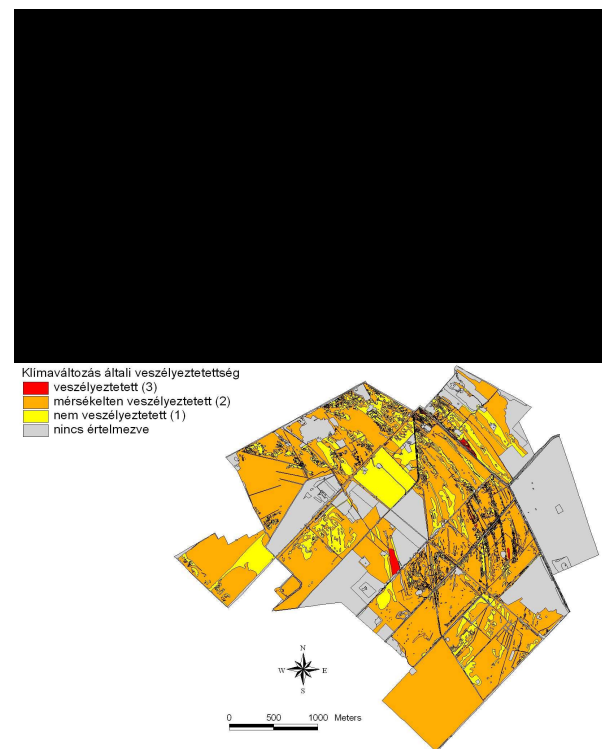
a klímaváltozás által nem veszélyeztetett lösztyepprétek, míg az őket övező szikes élőhelyek döntő többségében mérsékelten veszélyeztetettek. A szikes élőhelyek közül a klímaváltozás által komolyabban veszélyeztetett kocsordos-öszirózsás rétsztyepppek és mézpázsitos szikfokok általában hiányoznak, vagy igen kis kiterjedésűek. A Körös-Maros köze zártabb tölgyesei viszont várhatóan fel fognak nyílni, így e középtáj kis kiterjedésben és foltszám megmaradt keményfás ligeterdei kimondottan veszélyeztetettnek tekinthetők. Vízellátásukat a felszíni belvízelvezető-csatornahálózat is nehezíti.



3. ábra A hódmezővásárhelyi Közös-legelő (Kék-tői-pusztá része) élőhelyeinek klímaváltozás általi veszélyeztetettsége



4. ábra A Szentés-Nagytőkei hullámtér élőhelyeinek klímaváltozás általi veszélyeztetettsége



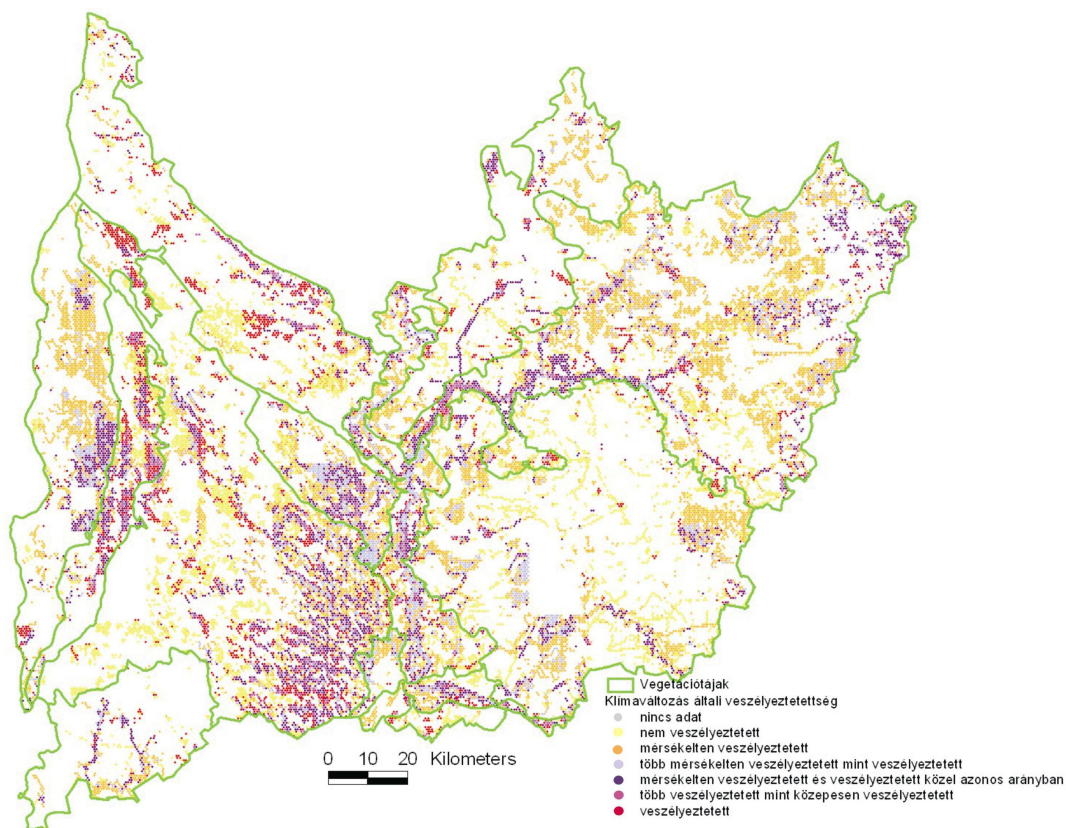
5. ábra A hódmezővásárhelyi Nagysziget élőhelyeinek klímaváltozás általi veszélyeztetettsége

Az *ártéri tájak* hullámtéri élőhelykomplexeit általánosságban mérsékeltenszerű veszélyeztetett élőhelyek alkotják, de a nyílt vizű holtágak, kubikgödrök hinarasai, illetve virágkákás, csetkákás, hídörös, mételegykoros mocsarai veszélyeztetettnek tekinthetők a klímaváltozás várható hatásai által, mivel a fenti élőhelyek érzékenyek a vízterek tartós kiszáradására. Az ártéri állattenyésztés, az árterek beerdősülése során egyre kisebb területre koncentrálódó hullámtéri mocsársátrak – egykori fás legelők, fás kaszálók maradványai – szintén veszélyeztetettek, ugyanis a kiszámíthatatlan áradások, a csökkenő kisvízi vízszintek és a növekvő nagyvízi vízszintek, valamint a kisvízes és nagyvízes időszakok időtartamának növekedése más élőhelyek irányába tolhatja el a vegetációfejlődési folyamatokat. Az egymást követő, azonos évben jelentkező, egyre hosszabbodó extrém kisvízes és árvizes időszakok nem kedvezőek a mocsársátrak számára. A tartós elöntés a magassátrak irányába tolhatja el az állományokat, s olykor különböző mocsártípusok is megjelenhetnek egységes folyópartok kisebb mikromélyedéseiben. A magassátrak állandó, tradicionálisan is nagy aránya a mintaterületül választott Szentés-Nagytókei Hármaskörös hullámtéren (4. ábra) is látható, ahol a Tisza visszaduzzasztó hatásának következtében a Hármaskörös hullámtéren az árvizek tartósabbak, nehezebben vonulnak le, így a vízellátottság, az elhúzódozó árvizek a mocsársátrak helyett a magassátrak megjelenésének kedvez.

A klímaváltozás által legkevésbé veszélyeztetett tájtypusnak a mentett oldali, másodlagos cickóros szikesek bizonyultak (lásd hómezővásárhelyi Nagysziget (5. ábra)). Ezen kis élőhelydiverzitású gyepeket klímaváltozás által nem veszélyeztetett cickórospuszták és klímaváltozás által mérsékeltenszerű veszélyeztetett szikes rétek dominálják, amelyek az övzátányokon egymással mozaikolva fordulnak elő, míg a szikes rétek a sarlólaposokban, a cickórospuszták a folyóhátakon képeznek homogén állományokat. Nevesebb években a szikes rétek, míg a szárazabb években a cickórospuszták kiterjedése várható. Így az övzátányokon, ahol e két élőhely egymás mellett fordul elő, az elkövetkezendő évtizedekben a két élőhely vegetációdinamikája intenzívebbé válhat, s ott a szárazodó klímán a cickórospuszták dominánsabbá válása prognosztizálható. A szikes rétek mikrofoltjai nedvesebb években térhetnek csak vissza, feltehetően a jelenleginél kisebb kiterjedésben, azonban ezen élőhelyek a sarlólaposokban, ómedrekben várhatóan a jövőben is fenn fognak maradni, ám ott a cickórospuszták várhatóan nem fognak nagyobb állományokban megjelenni. A cickórospuszták térnyerését a rendszeres legeltetés gyorsítja, hiszen az alacsonyabb fű kevesebb vízgőzt képes megtartani a felszíni levegőrétegekben, ami a szárazabb élőhelyeknek, azaz a cickórospusztáknak kedvez. A legeltetés így a másodlagos cickóros szikesek övzátányainak mikroklímáját jelentősen befolyásolja már napjainkban is.

A különböző klímaérzékenységű élőhelytypusok tájban való elrendeződése az egyes *kistájak klímaérzékenységét* is kirajzolja (6. ábra), amelyben számos különbség mutatkozik. A dél-alföldi táj mikromozaikságát, a domborzat és a talajvízhatását jól jelzi az, hogy egymáshoz térben közel klímaváltozás által veszélyeztetett és nem veszélyeztetett élőhelyek domináltak területek is elhelyezkedhetnek, ami lehetőséget ad a természetes fajkészlet képviselőinek a változó körülményekhez való alkalmazkodáshoz. A Duna-Tisza-közi Homokhátság homokbuckásainak (Bugaci-, Kiskunsági-, Pilis-Alpári-homokhát, Illancs), illetve a lösztájak löszhátainak növényzete a legkevésbé veszélyeztetettek a klímaváltozás által. A mentett oldali árterek (lásd Dunamenti-síkság, Körös-vidék) és a lösztájakba ékelt nagy kiterjedésű szikesekre (crisicum típusú padkás övzátányok) azonban inkább a mérsékeltenszerű veszélyeztetett kategóriába sorolt élőhelyek nagyobb aránya jellemző. Azonban a klímaváltozás által kevésbé veszélyeztetett élőhelyek uralta tájba is ékelődnek veszélyeztetett foltok. Így a Bugaci-, Kiskunsági-, Pilis-Alpári-homokhát, Illancs klímaváltozás által kevésbé veszélyeztetett növényzeti mátrixába ékelődő kisebb-nagyobb lágmedencék és szikes tavak a klímaváltozás által veszélyeztetett növényzettel bírnak. A Körös-Maros köze lösztájaiban nagyobb területen, több tömbben maradtak fenn a természetes

vegetáció maradványát nagy területen őrző szikes pusztafoltok (lásd Csanádi-puszták, Hódmezővásárhelyi-puszták, Cserebökényi-puszták, Kéktói-puszták, Lapistó, Szabadkígyósi-puszták), amelyek növényzete zömében mérsékelt klímaérzékenységű élőhelyeket tartalmaz. Ezek a puszták a szintén mérsékelt klímaérzékenységű, döntően szikes élőhelyeket tartalmazó erőkkel és a kevésbé klímaérzékeny löszsütyeprétek borította mezsgyékkel együtt biztosítják a Körös-Maros köze táji integritását, amelyek kiinduló pontjai, refúgiumai a növényzet változó környezeti feltételekhez való alkalmazkodásának. A Körös-Maros közével szemben a Nagykunság, Észak-Bácska és a Szegedi-sík lösztájai valamint a löszmaradvány-felszínek uralta Észak-Bánság területén a szikesek kiterjedése kisebb, így azok környezetében, de sokszor még a mezsgyéken sem őrződött meg olyan nagy arányban a klímaváltozás várható hatásaira kevésbé érzékeny löszsütyeprétek és löszszakadópart-növényzet. Igen nagy területeken tehát a természetes szárazságtűrő vegetáció elpusztult a beszántások miatt. A klímaváltozás által mérsékelt, olykor jelentősen veszélyeztetett élőhelykomplexek azonban a szikesekhez, löszvölgyekhez, egykori folyómedrekhez kötődően e tájakban is megmaradtak.



6. ábra Élőhelyek klímaváltozás általi veszélyeztetettsége a Dél-Alföldön a MÉTA-adatbázis alapján (adatközlők: Deák József Áron, Tóth Tamás, Kovács Tibor, Pándi Ildikó, Deli Tamás, Tímár Pál, Csathó András István, Urbán Sándor, Drozd Attila, Hoffmann Károly, Elekes Péter, Dóka Richárd, Bagi István, Józsa Árpád Csaba, Józsa Á. & Baranyi T., Szabados Klára, Czirbik Csaba, Rédei Tamás, Deák Balázs, Szabó Zsuzsanna, Kaszt Erika, Mile Orsolya, Kertész Éva, Jakab Gusztáv, Nagy János, Szalma Elemér, Karikó Levente, Kadosa, Molnár Zolt, Kohári György, Margóczy Katalin, Fehér Balázs, Tóth Albert, Kovács Orsolya, Biró Marianna, Temesszentandrás Zsófia, Csecserits Anikó, Váncsa Klára, Rogovszky Zoltán, Bártori Zoltán, Nagy Ágnes, Czúcz Bálint, Kecskés Ferenc, Zalatnai Márta, Szabó Rebeka, Szitár Katalin, Tatár Sándor, Lennert József, Dobos József, Szigetvári Csaba, Szabó Emese, Aszalós Réka, Horváth Dénes, Bártol István, Horváth András, Aradi Eszter, Horváth Endre, Szénási Valentin, Makra Orsolya, Szabó Zita, Takács Balázs, Szigetvári Csaba, Rakonczay Katalin, Zólyomi Szilárd, Agyagási Anett, Garadnai János, Szollát György, Illyés Eszter, Tóth Csaba, Házi Judit, Türke Ildikó Judit, Farkas Sándor, Fráter Erzsébet, Szöllősi Tünde)

A Turján-vidék (Örjeg), a Dorozsma-Majsai-homokhát, a Gerje menti lápvidék, a Kiskunsági-löszöshát keleti része valamint a folyóvölgyek hullámterein a klímaváltozás által veszélyeztetett és közepesen veszélyeztetett élőhelyek túlsúlya jellemző különböző, térben változó arányban. E tájakban – lásd semlyékek lápmedencéi, szikes tavak, hullámtéri holtágak, ártéri gyepek – viszonylag nagy gyakorisággal klímaváltozás által veszélyeztetett élőhelyek dominálta foltok is ékelődnek. Mellettük a hátakon azonban a klímaváltozás által nem veszélyeztetett gyepek – a Turján-vidéken (Örjeg), a Dorozsma-Majsai-homokháton, a Gerje menti lápvidéken homoki sztyepprétek, a Kiskunsági-löszösháton löszsztyepprétek - is megtalálhatók. A fenti tájakon őrződött meg legnagyobb arányban olyan növényzet, amely a klímaváltozás várható hatásai által veszélyeztetettebbnek minősíthető, így a fenti tájak, tájrészletek tekinthetők a klímaváltozás által legérzékenyebbnek a növényzet alapján. Ugyanakkor a fenti tájakban is meglévő nem klímaérzékeny és mérsékelt klímaérzékeny foltok miatt a növényzet a helyben meglévő fajkészlet segítségével, az élőhelyi mintázat és a fajkészlet térbeli átrendeződésével, a nedvesség- és sógrádiens menti zonáció eltolódásával képes lesz alkalmazkodni a megváltozott körülményekhez is a klímaérzékeny élőhelyek rovására. Tájföldrajzi, tájlehatárolási szempontból figyelemre méltó a Turján-vidék, a Gerje menti lápvidék és a Dorozsma-Majsai-homokhátság elkülönülése klímaérzékenység alapján a Duna-Tisza közti Homokhátság többi részétől, ami az élőhelyi mintázat különbségeiből adódik. E három tájegységben a mérsékelt veszélyeztetett és veszélyeztetett élőhelyek (főleg lápi élőhelyek és szikesek) lényegesen nagyobb arányban fordulnak elő a Homokhátság középső részéhez képest, amelyet a geomorfológiai adottságok és a regionális talajvízáramlások tesznek lehetővé.

A *száraz kiterjedés* (más néven *klímaváltozás általi terjeszkedési potenciál*) szerinti osztályzásban (1. táblázat) a klímaváltozás által veszélyeztetettnek tekintett élőhelyek mindegyikénél - a tölgy-szil-kőris ligeterdők és az üde cserjések kivételével – jelentős areacsökkenés várható, azonban a két kivételt jelentő élőhelynél is mérsékelt területi csökkenéssel számolhatunk. A tölgy-szil-kőris ligeterdők (J6) üde termőhelyei részben alföldi zárt kocsányos tölgyessé alakulhatnak, azonban a bevágódó folyók mentén potenciálisan új állományok kialakulásával számolhatnánk, ha a tájban lenne megfelelő propagulumforrás, ami csak a Maros és részben a Duna mentén áll rendelkezésre. Az üde cserjések (P2a) sem fognak várhatóan jelentősen visszaszorulni. Azonban a fenti klímaváltozás által veszélyeztetett élőhelyek mellett az eutróf hinarasok (A1) és az ártéri magaskórósok (D6) viszonylag jelentős területi visszaszorulásával is számolhatunk. Mérsékelt areacsökkenés várható az inkább árterekre jellemző harmatkásás mocsarak (B2), magassásrétek (B5), mocsárrétek (D34), fűz-nyár ligeterdők (J1a) esetén, a szikesek közül a szikes mocsaroknál (B6), ürmöspusztáknál (F1a), sziki magaskórósoknál (F3) (itt más élőhelyeken való megjelenésük kompenzálhatja a meglévő élőhelyek területi veszteségét részben), a vakszikeknél (F5), sziki tölgyeseknél (M3), valamint a nyílt lösztölgyesek (M2) esetén is. A klímaváltozás által legkevésbé veszélyeztetett élőhelyeknél areanövekedést várhatunk, ami a nyílt homokpusztagyepeknél (G1) (lásd újra mozgásba lendülő homokbuckákon, erdőtüzek miatt leégő telepített erdők (lásd fenyvesek) helyén), homoki sztyeppréteknél (H5b) (szélbarázdákban való megjelenés miatt), száraz cserjéseknél (P2b) (nem kezelt száraz gyepeken való terjeszkedés) jelentős, míg a cickóróspusztáknál (F1b), löszsztyeppréteknél (H5a) mérsékelt lehet. Mindemellert száraz években mérsékelt areanövekedés várható a nem tűzegképző nádasok, gyékényesek (B1a), cickóróspuszták (F1b), szikes rétek (F2), löszsztyepprétek (H5a) esetén is. Az utóbbi élőhely mindegyike elfoglalhatja szikesebb élőhelyek helyét, míg a szikes rétek és a nem tűzegképző nádasok és gyékényesek üdebb élőhelyek kiszáradásával is terjeszkedhetnek. A nem befolyásolt csoportba tartozik a klímaváltozást várhatóan jól tűrő löszszakadópart-növényzet (I2), mert megjelenéséhez új löszfalak kellenének, amely a Dél-Alföld vizsgált területének sík térszínein kevésbé

elképzelték, kivéve a Kecel-Érsekcsanád közti magaspartot vagy Tiszaalpárt. A homoki nyarasok (M2) és sztyeppcserjések (M6) valamint a folyóparti bokorfüzesek (J3) esetén sem várható szignifikáns területi változás, bár a jelenlegi állományok térben átrendeződhetnek.

A *homoki tájak* lúpmedencéiben és a kevésbé szikes semlyékeiben a vegetáció alkalmazkodásában, a prognosztizálható zonációeltolódásban a legkevésbé klímaérzékeny homoki sztyeppréteknek vezető szerepe lehet, kiterjedésük jelentősebben növekedhet. A Homokhátság szikes tavai körül azonban a mérsékelt klímaérzékeny leginkább a szikes rétek kiterjedése várható, bár ez utóbbi vízenyős mélyedések peremén a nem klímaérzékeny homoki sztyepprétek megjelenése is elképzelhető jellegtelen formában (lásd a Lódri-tó analógiája). A szikes rétek a lápi élőhelyek rovására is terjeszkedhetnek megfelelő víz jelenlétében. A homoki sztyepprétek mellett a nyílt homokpusztagyepek kiterjedése is várható az ismét mozgásba lendülő futóhomokos területeken illetve a leégett, kiszáradt, elpusztult erdők helyén.

A *lősztájakban* azonban a löszháti típusú szikesek általában mindig tartalmaznak kimondottan felszín közeli sófelhalmozódással bíró élőhelyeket (mézpázsitos szikfok, vakszik). különösen a Kiskunsági-lőszösháton, valamint a Körös-Maros köze egyes területein (Kakas-szék és kardoskúti Fehér-tó). Így ott is a klímaváltozás várható hatásaihoz való alkalmazkodásban, szárazodó klímán, a mérsékelt klímaérzékeny szikes réteknek nagyobb szerepe lehet. Sokszor azonban pont a szikes rétek töltik ki az egykori ösmedreket, így ott a várható klímaváltozás során is ez az élőhelytípus maradhat az uralkodó. A legnagyobb areacsökkenéssel érintett élőhelytípusok a cricumum padkás szikeseken az ürmöspuszták lehetnek a jövőben. Helyükön a kevésbé klímaérzékeny cickórópuszták is megjelenhetnek esetleg a jelenleginél nagyobb arányban. A kisebb kiterjedésű, szikerekhez, szikpadkákhöz kötődő vakszikek, mézpázsitos szikfokok területe szintén jelentősen csökkenhet, az ürmöspusztá-zóna vagy épp a szikes rét-zóna húzódhat területükre, azonban ez utóbbi élőhelyek kiterjedése a többi élőhelytípushoz képest sokszor már ma is elenyésző. A legkevésbé klímaérzékeny löszsztyepprétek megjelenése a lősztájak szikes tavainak mélyedéseiben kevésbé valószínűsíthető, azok terjedésének feltehetően még a szárazodás folytatása esetén is korlátot fognak szabni az időszakos belvizek és a talaj magasabb Na-sótartalom. A lősztájakban a nem klímaérzékeny növényzeti típusok (lásd löszsztyepprétek, löszszakadópart-növényzet) a hátaik irányába is várhatóan kevésbé lesznek képesek terjedni, mert a hátaik továbbra is mezőgazdasági művelésben maradhatnak. A lősztájakban a szántás és beépítés miatt eltűnő löszsztyepprétek egyre zsugorodó foltjai és azok tájhasználat miatt szegényedő fajkészlete is akadályozhatja a löszgyepek komolyabb kiterjedését a környező tájban.

Az *ártéri tájakban* hullámtéri élőhelykomplexekben dominálnak azok az élőhelyek, amelyeknek mérsékelt areacsökkenése várható a szárazodás folytatódása esetén, de a vízterekben és azok partján a várhatóan jelentős areacsökkenést elszenvedő élőhelyek az uralkodóak. Ugyanakkor a legalább mérsékelt areanövekedéssel jellemezhető élőhelyek aránya is elenyésző, a szárazodás folyamán jelentősebb areanövekedésre képes élőhelyek (főleg löszsztyepprétek) pedig vagy a gát tetején, vagy a mentett oldalon helyezkednek el. A szárazabb viszonyokhoz jól alkalmazkodó élőhelyek hiánya a hullámtereken a már ma is terjeszkedő özöngyomok további térnyerését segítheti elő, amelyek sokszor jól alkalmazkodnak a félszáraz-félüde feltételekhez (lásd gyalogakác (*Amorpha fruticosa*), amerikai köris (*Fraxinus pennsylvanica*), zöld juhar (*Acer negundo*), magas aranyvessző (*Solidago gigantea*), selyemkóró (*Asclepias syriaca*)). Ezzel szemben a mentett oldali másodlagos cickórós szikesek esetén a szárazabb években viszonylag kisebb átrendeződés várható, a szikes rétek és a cickórópuszták folthatárának kisebb mértékű módosulása várható csak főleg az övzátönyvokon. Azaz a fenti élőhelykomplexet alkotó két fő élőhely mindegyike képes alkalmazkodni a szárazodó körülményekhez, mindkét élőhely mérsékelt pozitív száraz

kiterjedési potenciállal bír. Így az alföldi tájtípusok, s különösen az ártéri növényzeti típusok közül a cickóros másodlagos szikeseknél várhatjuk a legkisebb mértékű átalakulásokat a szárazabb évek gyakoribbá válása esetén. Azonban hosszabb távon az övzátönyvokon a cickórospuszták erősebb aránynövekedését tapasztalhatjuk majd, mert ez utóbbi élőhely kevésbé klímaérzékeny.

Így a homoki tájakban – különösen a lápmedencék és kevésbé szikes mélyedések körül – a nem klímaérzékeny növényzeti típusok nagyobb kiterjedése prognosztizálható, míg a lösztájokban, a homokhátsági szikes tavak körül és az ártereken inkább a mérsékelt klímaérzékenységgű élőhelyek juthatnak nagyobb szerephez szárazabb feltételek esetén. Ez utóbbi tájtípusokban a nem klímaérzékeny élőhelyek várhatóan kisebb területet lesznek képesek meghódítani a mérsékelt klímaérzékeny élőhelyekhez képest jelenlegi méretük, állapotuk és a tájhasználat együttes figyelembe vétele mellett.

A *nedves kiterjedés* (más néven *területi növekedés extrém nedves években*) szerinti osztályzásban főleg a nedvességkedvelő, rövid idejű, hirtelen, nagy mennyiségű vízbevitelt kedvelő élőhelyek esetén várhatunk jelentős areanövekedést. E közösségek gyakran árterekhez kötődnek (lásd eutróf hinarasok (A1), nem tőzegképző nádasok (B1a), magassárrétek (B5)), de a szikesek kevésbé sós élőhelyei (szikes rétek (F2), szikes mocsarak (B6), sziki magaskórósok (F3)) közt is találunk ilyeneket. A legtöbb gyep-, mocsártípus, hínárközösség esetén mérsékelt területi növekedést várhatunk csak rövid idejű csapadéktöbblet esetén (lásd láptavi (A23), áramlói (A3a), lápi (A4) és szikes hinarasok (A5), harmatkásás (B2) és virágkákás, csetkákás, hídörös, mételykórós mocsarak (B3), zsombéksásosok (B4), üde láprétek (D1), kékperjés rétek (D2), mocsárrétek (D34), lápi (D5) és ártéri magaskórósok (D6), mézpázsitos szikfokok (F4), vakszikek (F5)). A fászáru közösségek közül inkább csak az ártéri jellegű, gyorsan felújuló, nedvességkedvelő élőhelyeknél (bokorfüzesek (J3), fűz-nyár ligeterdők (J4), üde cserjések (P2a)) várható mérsékelt areanövekedés a nedvesebb évek hatására. Több élőhely esetén azonban még a nedvesebb évek sem eredményeznek területi változást. Ezek részben száraz élőhelyek, amelyek nincsenek, vagy kevésbé vannak kitéve a sokéves csapadékeloszlás által befolyásolt talajvízszintnek (lásd nyílt homokpusztagyeppek (G1), homoki sztyepprétek (H5b), löszsztyepprétek (H5a), erdőpuszta-rétek (H4), löszszakadópart-növényzet (I2), ürmöspuszták (F1a), cickórospuszták (F1b), sztyeppcserjések (M6)). Egyes lápi élőhelyek esetén a területi csökkenést egy szárazodási periódusban az egyedi extrém csapadékos évek nem tudják már visszafordítani (lásd tőzegképző nádasok (B1b)), különösen a laperdők (fűzlápok (J1a), kőris- és égerlápok (J2)) esetén. Az erdők hosszú fejlődési stádiuma miatt az egyedi nagy csapadékos évek nem tudják érdemben befolyásolni a különböző alföldi tölgyes típusok, homoki nyarasok területi kiterjedését, így ezek is indifferens csoportba sorolhatók.

A nedvesebb években a Duna-Tisza közti *Homokhátság* semlyékeiben a nádasok, a szikesebb mélyedésekben a szikes rétek és a szikes mocsarak (főleg zsiókások) lehetnek képesek igen jelentős területi növekedésre, míg a mézpázsitos szikfokok és a különböző lápi jellegű füves élőhelyek esetén a területi növekedési potenciál csak mérsékelt. Ennek az a következménye, hogy egy-egy nedvesebb években a nádasok, szikes mocsarak gyakran az értékesebb, ritkább, védett növényfajokban gazdagabb élőhelyek rovására terjeszkednek (lásd láprétek, szikes rétek nádasodása). Egy-egy csapadékosabb év során a duna-tisza közti kilúgozódó szikes tavakban sem feltétlen áll helyre a korábbi felszín közeli sófelhalmozódási szint, sőt a mézpázsitos szikfokok területén a bőségesebb vízellátás, az elhúzó vízborítás miatt a szikes rétek és szikes mocsarak fajai jelennek, alkotnak átmeneti állományokat, a kilúgozódási folyamatokat gyakran felerősítve. A semlyékek nádasodása jelenleg is a Homokhátság egyik jelentős természetvédelmi problémája, amely a bőségesebb vízellátottság mellett a tájhasználat (főleg a szarvasmarha-legeltetés, kaszálás) hiányával, valamint a

tápanyagok felhalmozódásával magyarázható (ebben a gyepok kezelésének hiánya mellett a környező szántókról érkező tápanyag-bemosódás és száraz ülepedés is szerepet játszik).

A *lősztájakban* a padkás szikesekbe ékelt ősmédrek üde élőhelyeinek (szikes rétek, szikes mocsarak, nem tőzegképző nádasok, gyékényesek) terjeszkedése lehet jelentősebb nedves években. Az ősmédreket, szikereket uraló szikes rétek domináns faja a réti ecsetpázsit (*Alopecurus pratensis*) ekkor még a folyóhátakat, egykori övzátonyokat borító lőszszteppréteken, cickóróspusztákon, sőt esetenként még e felszínformák peremén előforduló ürmőspusztákon is terjeszkedésnek indul elfedve a korábbi szárazabb vagy átlagos csapadékú évek élőhelymintázatát. Azonban a szikes rétek kétszikű kísérőfajai a domináns fajt gyakran nem követik. A réti ecsetpázsit terjeszkedését a szikes rétek jelentős kerületi hossza (periméter-arány) is elősegíti, mivel a mélyedések felől a hátaik irányába kiterjedt szikérhálózat nyúlik be, amely különösen a hátaik peremén sűrű. A hátaikat természetes módon fragmentáló szikérhálózat mentén igen széles frontzónában képes a réti ecsetpázsit kilépni még akár a jégkorszaki folyóhátak, övzátonyok középső részén is. A szikes rétek helyét az ősmédrekben egy-egy nedvesebb évben szikes mocsarak és nem tőzegképző nádasok, gyékényesek foglalják el.

Az *ártéri tájakban* a folyók hullámterén a vízterek eutróf hinarasai, nádasai, gyékényesei és magassásrétjei képesek jelentős területi növekedésre, regenerációra, míg a többi ártéri élőhely esetén mérsékeltbb areanövekedéssel számolhatunk csak. A nedvesebb évek és az árvizek azonban mérsékelhetik a várható csapadékösszeg-csökkenés negatív hatásait, de azok különösen a fenti három élőhely számára kedvezőek. A mentett oldali másodlagos cickóros szikeseken a szikes rétek jelentős területi növekedését eredményezhetik a csapadékosabb évek, így ezen élőhelyek a cickóróspuszták rovására is terjeszkedhetnek. A cickóróspuszták számára indifferens a csapadéktöbblet, így az átlag feletti csapadékösszegű évek szikes rétek terjeszkedését elősegítő hatása miatt azok inkább kissé visszahúzódhatnak. A szikes mocsarak, nádasok, gyékényesek megjelenése e másodlagos szikesek ősmédreiben is jellemző nedves években, de ezek sokszor csak apró foltok formájában jelennek meg.

ÖSSZEFOGLALÁS

A fenti kategóriarendszerek lehetőséget nyújtanak hazánk növényzetének különböző klimatikus szélsőségekre adott válaszána feltárására, a növényzet várható változásokhoz való alkalmazkodóképességének előrejelzésére, az egyes földrajzi tájak, vegetációtájak, tájtípusok és élőhelykomplexek közti klímaérzékenységi hasonlóságok és különbségek felderítésére. E vizsgálat hozzájárulhat a klímaváltozás regionális hatásainak jobb megértéséhez. Különösen fontos a teljes zonációval bíró természeti területek megőrzése és a tájban meglévő ökológiai hálózatok fenntartása, amely szerepet játszhat az egyes élőhelyek túlélésében, adaptációjában. A vizsgált dél-alföldi területen a MÉTA-hatszögeknel közel azonos arányban van, illetve nincs lehetőség zonációeltolódásra, azaz a klímaérzékeny vagy mérsékelt klímaérzékeny élőhelyek mellett 40%-ban van, 38,1%-ban nincs klímaváltozás által nem befolyásolt élőhely. A hatszögek 21,9%-ában a zónaeltolódás nem értelmezhető, mert nincs az adott hatszögben klímaváltozás által veszélyeztetett élőhely, azaz legtöbbször nincs permanens természetes növényzettel borított üde mélyedés, vagy ha van ilyen mélyedés ott, annak növényzete elpusztult, vagy nincs kellő információnk róla. Nedvesebb években az üde élőhelyek egy szántott mélyedésben ideiglenesen megjelenhetnek, ám azokat szárazabb évben beszántják, így nincs lehetőség a szárazabb élőhelyek kialakulására. A Dél-Alföld összes tájában találunk olyan tájrészletet, ahol lehetséges illetve nem lehetséges a zónák eltolódása. A nagyobb kiterjedésű, összefüggő természeti területek (lásd tiszántúli szikes puszták) mellett a sok, apróbb, egymáshoz közeli természetes élőhelyfragmentumot őrző tájakban (Duna-Tisza köze keleti harmada: Gerje-vidék, Kiskunsági-lőszöshát, Dorozsma-Majsai-homokhát) is lehetséges zónaeltolódás. Az Őrjeg területén vagy épp a Dunamenti-síkság területén, illetve a

folyóárterek egy részén (főleg az alacsony ártéren) nincsenek meg, a folyamszabályzást követően nem alakultak ki vagy a beszántások miatt eltűntek a természetes szárazságtűrő, kevésbé klímaérzékeny élőhelyek. A fenti vizsgálat arra is felhívja a figyelmet, hogy nemcsak a klímaváltozás által veszélyeztetett, hanem a klímaváltozás által kedvezőbb helyzetbe hozott élőhelyekre is odafigyeljünk. Különösen a fragmentált lösztájokban van nagy jelentősége a mezsgyékhez, kunhalmokhoz, padkás szikésekhez kötődő, a klímaváltozás által kevésbé veszélyeztetett löszsztyepprétek és löszszakadópart-növényzet megőrzésének, mert e tájakban természetes növényzete döntően elpusztult, ugyanakkor ezen élőhelyek a várható változásokhoz képesek lennének adaptálódni. Fontos továbbá a nyílt homokpusztagyepek és homoki nyarasok megőrzése is, mivel azok egyes homokhátsági telepített erdők helyén képesek lehetnek regenerálódni, különösen, ha a futóhomokmozgások erősödnek, s egyes erdőtípusok fenntartása számára a környezeti feltételek kedvezőtlené válnak. A vizes élőhelyek (lápi jellegű élőhelyek és szikések) megőrzése érdekében a belvízelvezető-hálózat optimalizálására, egyes csatorna szakaszok részleges vagy teljes betemetésére, illetve szabályozható műtárgyak elhelyezésére lenne szükség. Az üde élőhelyek vízellátásának biztosítása érdekében a belvizek megőrzésére kell törekedni a csatornahálózatban és az üde mélyedésekben úgy, hogy a lehető legnagyobb élőhelyi diverzitás legyen biztosítható, azaz a jelenlegi változatos vizes élőhelyek mindegyike fennmaradjon.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatást a TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KONV-2010-0005, „Kutatóegyetemi Kiválósági Központ létrehozása a Szegedi Tudományegyetemen” című projekt támogatta, amelynek alprogramját Dr. Rakonczai János vezette. A regionális elemzés a MÉTA-adatközlők adatain alapult. A kategóriarendszer kidolgozásában Dr. Molnár Zsolt, a térinformatikai háttér biztosításában Dr. Horváth Ferenc nyújtott segítséget. A lokális mintaterületek feltárásában a Beretzk Péter Természetvédő Klub (Sára Endréné) és a Körös-Maros Nemzeti Park Igazgatóság (Bota Viktória, Kapocsi Judit) nyújtott további segítséget.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- BLANKA V, MEZŐSI G, LOIBL W, SZÉPSZÓ G, CSORBA CS, MEYER B, BATA T, NAGY R, VASS R. 2012. Meso-region scale change of climate in the 21th century and its potential impacts on the environment in the Carpathian basin. In Rakonczai J.- Ladányi Zs. (eds.): Review of climate change research program at the University of Szeged (2010-2012). Szeged. 25-36.
- BÖLÖNI J, MOLNÁR ZS, KUN A, BIRÓ M. 2007. Általános Nemzeti Élőhely-osztályozási Rendszer (Á-NÉR2007). Kézirat. MTA-ÖBKI, Vácrátót.
- BÖLÖNI J, MOLNÁR ZS, KUN A. 2011. Magyarország élőhelyei. Vegetációtípusok leírása és határozója, ÁNÉR 2011. MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, Vácrátót.
- DEÁK J.Á. 2010. Csongrád megye kistájainak élőhely-mintázata és tájökológiai szempontú értékelése. PhD. disszertáció. Szegedi Tudományegyetem, Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék, Szeged.
- FEKETE G, MOLNÁR ZS, HORVÁTH F. (szerk.) 1997. Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer (II.): Magyarországi élőhelyek. Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest.
- FÖMI 2000: CORINE Felszínborítás CLC50 nomenklatura 1.4. Kézirat. Földmérési és Távérzékelési Intézet, Budapest.
- MOLNÁR ZS. 2000: A CORINE Élőhelytérkép jelkulcsa. Kézirat. MTA-ÖBKI, Vácrátót.
- MOLNÁR ZS, HORVÁTH F. ET AL. 2000: m-ÁNÉR élőhelylista. MTA-ÖBKI, Vácrátót. Gólyahír III/13: 8-10.

SZABÓ P, HORÁNYI A, KRÖZSELYI I, SZÉPSZÓ G. 2011. Az Országos Meteorológiai Szolgálat regionális klímamodelllezési tevékenysége: ALADINClimate és REMO. 36. Meteorológiai Tudományos Napok OMSZ, Budapest. 87-101.