

TERMÉSZETKÖZELI ÉLŐHELYEK KLÍMAVÁLTOZÁS ÁLTALI VESZÉLYEZTETETTSÉGE A SZEGEDI KISTÉRSÉGBEN

CLIMATE CHANGE VULNERABILITY OF SEMI-NATURAL HABITATS IN SZEGED MICRO-REGION, HUNGARY

SÁNTHA ESZTER – SALLAY ÁGNES

Szent István Egyetem, Tájépítészeti és Településtervezési Kar,
Tájtervezési és Területfejlesztési Tanszék, Budapest, Magyarország
esantha8@gmail.com, sallay.agnes@tajk.szie.hu

Absztrakt

A 21. század egyik legfontosabb globális jelentőségű problémája a klímaváltozás, melynek következtében egyes élőhelyek átalakulni kényszerülnek. Kutatásunk célja a természetközeli élőhelyek klímaváltozással szembeni veszélyeztetettségének vizsgálata és értékelése Éghajlati Sérülékenységi Index (ÉSI) számításával. Az ÉSI értékét 3 fő kategóriába (kitettség, érzékenység, alkalmazkodóképesség) sorolt adatcsoport határozza meg. Ennek megfelelően az értékelés három, a felsorolt kategóriáknak megfelelő adattáblára épül. Az értékelés alapegysége a szegedi kistérségben előforduló természetközeli élőhelytípusok. Az értékelési szempontok pontozási intervalluma a szemponton belüli kategóriák számától függ, melyek osztályozása a MÉTA adatbázis állományokra vonatkozó, élőhelytípusonként átlagolt értéke határoz meg. Az éghajlati sérülékenység számításának eredményeként leginkább klímareziliensnek a galagonyás-kökényes-borókás száraz cserjések (P2b) élőhelytípus bizonyult, míg az üde mészpázsitos szikfokok (F4), padkás szikesek, szikes tavak iszap- és vakszik növényzet (F5), valamint a löszgyepek, kötött talajú sztyeprétek (H5a) sérülékenynek tudhatók.

Kulcsszavak: klímaváltozás, értékelési módszer, tájépítészet, GIS, Alföld

JEL kód: Q540, Q240

Bevezetés

Napjaink egyik legfontosabb globális kihívása a klímaváltozás, amely mind az urbán környezetre, emberi egészségre és életminőségre, mind az élővilágra, élőhelyekre, természetes környezeti közegekre (levegő, talaj, vizek) vagyis a táj egészére hatással van.

A klímaváltozás következtében a Földön, az utóbbi időkben nem jöttek létre új ökoszisztémák és új fajok, ugyanakkor egyes élőhelyek a változó körülmények miatt átalakulni kényszerülnek (Torma et al., 2013). Az évszakok lassú átrendeződése befolyásolja az élővilág élettevékenységeit és ez által fokozza az átalakulást (Torma et al., 2013). Az éghajlati övek várhatóan 150–550 km-re is eltolódhatnak a pólusok irányában, melynek következtében a természetes ökoszisztémák eloszlása és összetétele is megváltozik, az élőhelyek összeszűkülnek, feldarabolódnak¹. Ezen változások kihívást fognak jelenteni mind az erdőgazdálkodás, mind a mezőgazdálkodás, mind a természetvédelem számára (Czúcz, 2010).

Az olyan komplex folyamatok, mint a klímaváltozás, legjobban a tájtan, tájökológia módszereivel vizsgálhatók és megfelelően kidolgozott tájértékelési rendszerben elemezhetőek (Kertész, 2013). A növényzet maga, mint tájalkotó elem valójában csak akkor használható fel az ökoszisztéma indikátoraként, ha az antropogén hatás szinte teljesen kizárható (Kertész, 2013). Emberi behatásoktól mentes, természetes vegetáció, természetes élőhelyi viszonyok azonban napjainkban, hazánkban gyakorlatilag nincsenek, így a kutatás a természetközeli élőhelyekre fókuszál.

A kutatás célja ezen természetközeli élőhelyek klímaváltozással szembeni veszélyeztetettségének vizsgálata és értékelése az Éghajlatváltozási Sérülékenységi Index (ÉSI) számításával. Az IPCC meghatározása szerint az éghajlati sérülékenység fogalma a vizsgált rendszer *„káros éghajlati hatásokkal szembeni érzékenységének, sebezhetőségének, illetve az alkalmazkodás hiányának a mértékét fejezi ki, amely egyaránt függ a rendszert érő éghajlati változások jellegétől és mértékétől, a rendszer érzékenységétől, illetve alkalmazkodóképességétől”* (Czúcz, 2010, p. 3).

Az Éghajlatváltozási Sérülékenységi Index (ÉSI) tehát az egyes élőhelytípusok klímaérzékenységének mértékét fejezi ki. Az index számításához feltételezhetően nem minden adat lesz számszerűsíthető, illetve egymással összehasonlítható, vagy bármilyen képlettel számítható, így a pontozásos értékelés (szakirodalmi forrásokon keresztül) szakmai tapasztalatokkal és meglátásokkal egészül ki és kerül pontosítás-

¹ http://www2.sci.u-szeged.hu/eghajlattan/bev_klim_valt.pdf

ra. Az index értékét 3 fő kategóriába (kitettség, érzékenység, alkalmazkodó képesség) sorolt adatcsoport határozza meg. Ezen kategóriákon belül az egyes szempontok pontszámainak összesített értéke adja azokat az alpontszámokat, melyek alapján – az alábbi logika mentén – meghatározhatóvá válik a sérülékenységi index értéke:

- magas kitettség, alacsony érzékenység, magas alkalmazkodóképesség → alkalmazkodóképes (A)
- magas kitettség, magas érzékenység, magas alkalmazkodóképesség → mérsékelten alkalmazkodóképes (MA)
- magas kitettség, alacsony érzékenység, alacsony alkalmazkodóképesség → sérülékeny (S)
- magas kitettség, magas érzékenység, alacsony alkalmazkodóképesség → fokozottan sérülékeny (FS)

Az értékelés során elemzés alá vettük a mintaterület táji adottságait, a domborzattól kezdve a talajon, a vízrajzon, a növényzeten, az éghajlaton, a tájhasználat változásain, a tájpotenciálon, a védett természeti területeken át az urbanizációig.

Szakmai háttér

A klímaváltozás és a tájváltozás összefüggéseivel számos szakirodalmi forrás foglalkozik, melyek közül Rakonczi és társai (2012) kutatását emeljük ki. A szerzők beszámolnak a talajvízszint-változásokról, vizsgálják a tájváltozást és táji érzékenységet, kitérve az élőhelyekre, talajra, tájra, vegetációra és ezek klimatikus hatásokra történő válaszreakcióira. Az alföldi mintaterületeken végzett kutatás során megállapították, hogy bizonyos indikátorok (víz, talaj, növényzet) képesek kimutatni a klímaváltozás összetett következményeit, valamint a tájökológia eszközeivel a klíma-érzékenység feltárásához is hozzásegítik a kutatókat. Felismerték továbbá, hogy a klímaváltozással bekövetkező csapadékmennyiség-csökkenés tájváltozást okoz, mivel a természetes vegetáció a vízháztartási változásoknak leginkább kitett területeken bizonyult a legérzékenyebbnek.

A természetközeli élőhelyekre gyakorolt hatások elemzésével, modellezésével Czucz (2010) doktori értekezése foglalkozik, mely az adatok elemzésénél és az eredmények grafikai megjelenítéséhez adott támpontot.

A kutatás témájához kapcsolódó legfontosabb tudományos publikáció az Észak-amerikai NatureServe non-profit szervezet munkatársai által írt és 2012-ben publikált Éghajlatváltozási Sérülékenységi Indexszámítással kapcsolatos tudományos kutatási jelentése a *„Climate Change Vulnerability and Adaptation Strategies for Natural*

Communities: Piloting methods in the Mojave and Sonoran deserts”. A szervezet célja a tájvédelem, az élőhelyek jó állapotának, őshonos flórájának és faunájának megőrzése, „konzerválása”. Kutatásai során a Mojave-sivatag és a Sonora-sivatag élővilágának klímaváltozás általi érzékenységet és ökológiai ellenállóságát vizsgálták a mintaterületek egyes ökorégióiban. A sérülékenységi indexet ebben a két kategóriában elért pontszámok együttese határozza meg.

Módszertan

Az Éghajlatváltozási Sérülékenységi Index (ÉSI) értékét három fő kategóriába (kitettség, érzékenység, alkalmazkodóképesség) sorolt adatcsoport határozza meg. Ennek megfelelően az értékelés három, a felsorolt kategóriáknak megfelelő adattáblára épül.

Az értékelés alapegységei a Szegedi kistérségben előforduló a MÉTA (Magyarország Élőhelyeinek Térképi Adatbázisa) program keretein belül a Magyar Tudományos Akadémia Ökológiai és Botanikai Intézet Funkcionális Ökológiai Osztályának kutatócsoportja által meghatározott természetközeli élőhelytípusok. Az élőhelytípusok pontos elhelyezkedése és kiterjedése (élőhelyfolt) nem meghatározott, területük és százalékos megoszlásuk becsült érték.

Az egyes adattáblák egységesen az alábbi módon épülnek fel (1. táblázat):

1. táblázat: Az értékelési táblázat 3 adattáblájának szerkezeti felépítése

Élőhely azonosító kódja	Élőhely meg- nevezése	Értékelési szem- pontok	Értékelési szempontok súlyozott átlaga a kategóriában	Átlagértékhez tartozó besorolás
-------------------------------	-----------------------------	-------------------------------	---	---------------------------------------

Forrás: Saját szerkesztés, 2016

Az értékelési szempontok pontozási intervalluma a szemponton belüli kategóriák számától függ, melyek osztályozása a MÉTA adatbázis állományokra vonatkozó, élőhelytípusonként átlagolt értéke határoz meg. Az osztályozási metódus a kitettség és az érzékenység értékelésének esetében fordított, azaz a legjobb tulajdonságok kapják a legkevesebb, a legrosszabb tulajdonságok a legtöbb pontot, míg az alkalmazkodóképesség, valamint az ÉSI értékek számítása esetén egyenes. Az adott értékelési kategória (kitettség, érzékenység, alkalmazkodóképesség) értéke az értékelési szempontok súlyozott átlaga, mely minden esetben egy 1 és 5 közötti szám. Az ehhez az értékhez tartozó besorolás (magas, közepes, alacsony) minden esetben egyenes arányosságban van az eredményszám matematikai értékével. A besorolási kategóriák

színskálája az érték előnyösségét fejezi ki (világos: előnyös, szürke: átmeneti zóna előnyös és hátrányos között, sötét: hátrányos).

Az értékelési táblázat első adatcsoportja a „**KITETTSÉG**” adattáblája. A kitettség a talajtípus, -vízháztartási viszonyok, és -degradáció által meghatározott talajértékszám, a szomszédsági viszonyok, az inváziós fajok jelenléte, illetve a funkcionális tájhasználati és ökológia konfliktusok (veszélyeztető tényezők) átlaga alapján került meghatározásra.

Az alapadatok forrásai: Magyarország talajgenetikai térképe, az Á-NER élőhelyek leírásai (www.novenyzetiterkep.hu), az AGROTOPO adatbázis (Magyarország Talajdegradációs Térképe), valamint a MÉTA adatbázis élőhelytípusok állományaira (STV_A_ELOHELY) és hatszögekre vonatkozó (STV_A_HATSZOG) információkat tartalmazó adattáblái voltak.

A következő az „**ÉRZÉKENYSÉG**” adattábla. Az érzékenységet Natura2000 érintettség, ökológiai kapcsolatok (elszigeteltség), védett fajok száma, természetesség és a biomassa produkció változásának értékelése alapján határoztam meg.

Az alapadatok forrásai: Natura2000 területek magyarországi honlapja (<http://www.natura.2000.hu/hu>), Á-NER élőhelyek leírásai (www.novenyzetiterkep.hu), a MÉTA adatbázis élőhelytípusok állományaira (STV_A_ELOHELY) és hatszögekre vonatkozó (STV_A_HATSZOG) információkat tartalmazó adattáblái, a Körös-Maros Nemzeti Park és a Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóságainak honlapjai (<http://www.kmnp.hu>; <http://www.knp.hu>). A Szegedi kistérség egyes felszínborítási kategóriáihoz tartozó biomassa produkció mérőszámának (NDVI érték) meghatározását térinformatikai eszközökkel és számításokkal LANDSAT műholdfelvételek alapján állítottam elő.

A vegetációs index (NDVI – Normalized Difference Vegetation Index) számítása a műholdas távérzékelés alkalmazási lehetőségei közé tartozik. Ez egy olyan mutató, amelynek értéke összefüggésben van a növényzet által termelt klorofill mennyiséggel, vagyis a növényzet fotoszintézis termelését fejezi ki (Schmidt et al., 2012). Az NDVI index a növényzet által a közeli infravörös (NIR) és a látható vörös (RED) sugárzási tartományban visszavert intenzitás értékek különbségének és összegének a hányadosával jellemezhető (Schmidt et al., 2012). Értéke –1 és +1 között változhat Schmidt et al., 2012), számításának képlete:

$$\frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

A kistérség vegetációs indexeit 1985 és 2015 között 7 év nyarán (július-augusztus) számítottam, amelyekhez LANDSAT-5 és LANDSAT-8 felvételeket használtam (2. táblázat). Az NDVI index számítása során a felvételeken nem alkalmaztam légköri korrekciót, mivel a kiszámolt NDVI értékeket nem éves szinten, hanem adott évre, egy évben egyszer, a vegetációs időszak csúcsán területileg viszonyítottam egymáshoz.

2. táblázat: A szegedi kistérségre letöltött műholdképek legfontosabb adatai

	1985	1991	1994	2000	2005	2011	2015
Műhold	LANDSAT 5	LANDSAT 5	LANDSAT 5	LANDSAT 5	LANDSAT 5	LANDSAT 5	LANDSAT 8
Eredeti felbontás	30 m/pixel	30 m/pixel	30 m/pixel	30 m/pixel	30 m/pixel	30 m/pixel	30 m/pixel
Vetület	UTM-WGS84	UTM-WGS84	UTM-WGS84	UTM-WGS84	UTM-WGS84	UTM-WGS84	UTM-WGS84
Újramintavételezési módszer	bicubic	bicubic	bicubic	bicubic	bicubic	bicubic	bicubic
Felvételzés dátuma	augusztus 3.	július 19.	augusztus 28.	augusztus 28.	augusztus 10.	augusztus 11.	augusztus 6.
Felhőborítottság	2%	0%	0%	0%	0%	0,35%	0%

Forrás: earthexplorer.usgs.gov adatai alapján saját szerkesztés, 2016

A felvételeket a NASA honlapjáról (<http://earthexplorer.usgs.gov/>) töltöttük le, amelyek regisztráció után ingyenesen érhetőek el. A két műhold felvételei nem kompatibilisek egymással, a LANDSAT-5-ös műholdnak 8 spektrális sávja van, míg a LANDSAT-8 érzékelői 11 hullámhossztartományban tudnak felvételeket készíteni. Az NDVI index számítása során csak a látható vörös és a közeli infravörös tartományban készült felvételeket használtuk fel. A LANDSAT-5-ös műhold 3-as sávja a látható vörös (RED; 0,63–0,69 μm), 4-es sávja a közeli infravörös (NIR; 0,77 és 0,90 μm). A LANDSAT-8-as műholdnak a 4-es sávja a látható vörös (RED), amely 0,64 és 0,67 μm közötti hullámhossztartományban készít felvételeket. Az ötödik sáv a közeli infravörös (NIR), amelynek hullámhossztartománya 0,85–0,88 μm . A felvételek térbeli felbontása mindkét műholdtípus esetén 30 m/pixel.

Az NDVI értékeket felszínborítási kategóriánként vizsgáltuk. A számításokat térinformatikai módszerrel végeztük, a felszínborítási foltokra vonatkozó NDVI értékeket a raszteres állományból a QGIS (2.4. verzió „Chugiak”) ’Zonal Statistics’ eszközzel lefutott algoritmus kalkulálta és rendelte hozzá az egyes poligonokhoz.

Az utolsó adatcsoport az „**ALKALMAZKODÓKÉPESSÉG**”. Az alkalmazkodóképességet mikroklíma tényezők, regenerációs potenciál, ökológiai stabilitás (populáció sűrűség, mintázat és fajdiverzitás) alapján határoztuk meg.

Az alapadatok forrásai: Magyarország vízrajzi térképe, az Á-NER élőhelyek leírásai (www.novenyzetiterkep.hu), valamint a MÉTA adatbázis élőhelytípusok állományaira (STV_A_ELOHELY) és kvadrátokra vonatkozó (STV_A_TAJIELOHELY) információkat tartalmazó adattáblái voltak.

Az értékelési táblázat utolsó lapja a fenti 3 kategória eredményét összesítő adattábla, mely tartalmazza az ezen értékek alapján meghatározott Éghajlatváltozási Sérülékenységi Indexet. Az ÉSI értéke jelen mintaterületre vonatkozóan -3 és +2 között változik az egyes értékelési kategóriák besorolásainak kombinációja függvényében.

Értékelés

A kistérségben 6 élőhelykategórián belül összesen 13 természetközeli élőhelytípus különböztethető meg, ezek képezik az értékelés alapegységét (3. táblázat).

3. táblázat: A Szegedi kistérségben vizsgált természetközeli élőhelytípusok

1)	Nádasok és mocsarak	F2	Szikes rétek
B1a	Nem tőzegképző nádasok, gyékényesek és tavikákások	F4	Üde mészpázsitos szikfokok
B2	Harmatkásás, békabuzogányos, pántlikafüves mocsári-vízparti növényzet	F5	Padkás szikesek, szikes tavak iszap- és vakszik növényzet
B5	Nem zsombékoló magassás-rétek	4)	Zárt szárazgyepek
B6	Zsiókás, kötő kákás és nádas szikes vizű mocsarak	H5a	Löszgyepek, kötött talajú sztyeprétek
2)	Nedves gyepek és magas-kórósok	H5b	Homoki sztyeprétek
D2	Kékperjés rétek	5)	Cserjések és szegélyek
D34	Mocsárrétek	P2b	Galagonyás-kökényes-borókás száraz cserjések
3)	Szikesek	6)	Láp- és ligeterdők
F1a	Ürmöspuszták	J4	Fűz-nyár ártéri erdők
F1b	Cickórós puszták		

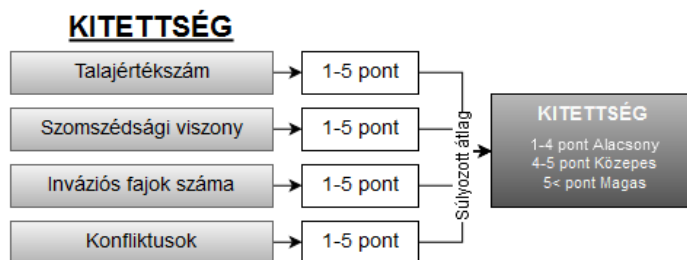
Forrás: www.novenyeterkep.hu alapján saját szerkesztés, 2016

Kitettség

A kistérségben előforduló természetközeli élőhelytípusok klímaváltozás általi kitettségének értékelésekor felmerülő legfontosabb kérdések, melyekre az értékelést építettük az alábbiak:

- Mely talajtípusok számítanak a legérzékenyebbnek a klímaváltozás tekintetében?
- A termőhelyi adottságoknak megfelelő talajtípus függvényében, mely élőhelyeket fogja a leginkább érzékenyen érinteni a talajvíz és a csapadék mennyiségének csökkenése, valamint a csapadékkéntizitás fokozódása? Mennyire van kitéve ezeknek a változásoknak?
- Hogyan befolyásolja a talajdegradáció az adott élőhelyet? Mely elváltozásokra érzékeny?
- Mely élőhelyeket fogja a leginkább érzékenyen érinteni a talajviszonyok megváltozása?
- Milyen az adott élőhely környezete, amely annak fennmaradását befolyásolja?
- Mennyire, milyen mértékben fertőzött az adott élőhely idegenhonos növényekkel?
- Melyek azok az antropogén veszélyeztető tényezők, melyek fokozzák az élőhelyek környezeti stresszhatását?

A kitettség definiálásakor az élőhelyi körülmények klímaváltozásból eredő változásából indultunk ki, tehát jelen esetben a változó élőhelyi feltételek és körülmények (környezet) általi kitettségről beszélünk. A kitettség értékelése során a fent felsorolt kérdésekre kerestem a választ, értéke a talajtípus, -vízháztartási viszonyok, és -degradáció által meghatározott talajértékszám, a szomszédsági viszonyok, az inváziós fajok jelenléte, illetve a funkcionális táj tájhasználati és ökológia konfliktusok (veszélyeztető tényezők), átlaga alapján került meghatározásra (1. ábra).



1. ábra: A kitettség számításának folyamatábrája

Forrás: saját szerkesztés, 2016

A **termőhelyi viszonyokból** adódóan a nádas és mocsári élőhelyek fennmaradását kutatási tapasztalatok alapján, hosszútávon a csapadék mennyiségének csökkenése fogja, befolyásolja (Rakonczai et al., 2012). A csapadékhiány és a hőmérséklet emelkedés a vizes élőhelyeknél a vízszint süllyedéséhez, drasztikus esetben

azok kiszáradásához vezethet. A szárazodás és a talajvízszintcsökkenés a nedves gyepeket is próbára teszi. A talajvízszint süllyedés a szikeseket, a zárt szárazgyepeket, a fűz-nyár ligeterdőket erősen érinteni fogja (Rakonczai et al., 2012). A sós talajt kedvelő élőhelyeken a talajvízszintcsökkenés a kilúgozást segíti elő, a természetes padkásodás folyamatát az erózió lassítja (Rakonczai et al., 2012). A P2b élőhelytípusokat leginkább a tartós, nagy intenzitású csapadékos időszakok terhelhetik, mivel az élőhelytípus a pangóvizet nem jól tűri. Talajdegradáció tekintetében a zárt szárazgyepepek vannak a legtöbb változásnak kitéve, az erózió, a nitrát bemosódás és a talajsavanyodás egyaránt érinti. Az ártéri erdők jó termőhelyi körülményeit a talajtömörödés rontja. A felsorolt alszemponatok alapján az élőhelyek a „talajértékszám” értékelési szempontban elért pontszáma, az egyszerre érvényesülő kedvezőtlen hatások számától és hatásának erősségétől függően 1 és 4 között változik (4. táblázat).

4. táblázat: A kistérség élőhelytípusainak klímaváltozás általi kitettsége

Súlyok			1	2	2	2		
KAT.	KÓD	Élőhelyek	Talaj	Szomszéd-sági viszony	Inváziós fajok	Konfliktusok	KITE-TETT-SÉG	
1	B1a	Nem tőzegképző nádasok, gyékényesek és tavikákások	2	2,52	2,55	2	3,79	K
	B2	Harmatkásás, békabuzogányos, pántlikafüves mocsári-vízparti növényzet	2	3,55	3,63	1,38	4,53	M
	B5	Nem zsombékoló magassárrétek	2	3,65	3,74	1,21	4,55	M
	B6	Zsiókás, kötő kákás és nádas szikes vizű mocsarak	2	3,44	2,53	1,64	4,06	K
2	D2	Kékperjés rétek	4	2,63	2,63	2,7	4,98	M
	D34	Mocsárrétek	3	3,18	3,3	2,75	5,37	M
3	F1a	Ürmöspuszták	3	3,46	2,26	2,66	4,94	M
	F1b	Cickóros puszták	3	3,75	2,82	2,08	5,08	M
	F2	Szikes rétek	3	2,57	2,26	3,42	4,88	M
	F4	Üde mészpázsitos szikfokok	3	3,53	2,63	2,03	4,85	M
	F5	Padkás szikesek, szikes tavak iszap- és vaszik növényzet	3	3,7	2,75	1,32	4,64	M
4	H5a	Löszgyepek, kötött talajú sztyeprétek	4	2,97	2,42	2,41	4,90	M
	H5b	Homoki sztyeprétek	2	2,46	2,41	3,97	4,92	M

Súlyok		1	2	2	2	KITE-TETT-SÉG	
KAT.	KÓD	Élőhelyek	Talaj	Szomszéd-sági viszony	Inváziós fajok	Konflik-tusok	
5	P2b	Galagonyás-kökényes-borókás száraz cserjések	1	2,66	2,82	2,14	4,06 K
6	J4	Fűz-nyár ártéri erdők	3	2,78	4,5	2,07	5,43 M

A – Alacsony kitettség, K – Közepes kitettség, M – Magas kitettség

Forrás: Saját kutatás és szerkesztés, 2016

A **szomszéd-sági viszonyok** tekintetében adott élőhely környezete lehet a fennmaradást segítő (fenn.), azt erősen károsító (neg.), semleges (+-), közömbös de inkább pozitív(+), valamint közömbös de inkább negatív (-). A legtöbb nádas és mocsári élőhely kategóriába tartozó élőhely típushoz köthető állományok kapcsolata környezetükkel közömbös, de inkább pozitív, kivéve a *B1a* élőhely típus esetében, ahol inkább negatív. A nedves gyepek, a zárt szárazgyepek, a fűz-nyár ligeterdők és a *P2b* élőhely típusok esetében is ez utóbbi viszony áll fenn, míg a szikeseknél inkább pozitív (kivéve *F2*). Jelentős arányban (15-20%) erősen károsító környezet csak kevés élőhely típusnál fordul elő (*D34*, *F2*, *H2a*, *H2b*). Az egyes élőhely típusok „szomszéd-sági viszony” értékelési szempontban elért pontszámát az állományokban előforduló szomszéd-sági viszony kategóriák (+, -, +-, neg., fenn.) pontértékeinek, annak megoszlás alapján súlyozott átlaga, értéke 1 és 5 közötti.

Az **inváziós fajok aránya** az ártéri élőhelyek esetében a legjelentősebb, elterjedésük 20 és 100% közötti. Az egyes élőhely típusok „inváziós fajok” értékelési szempontban elért pontszámát az állományokban előforduló inváziós faj arány pontértékeinek, annak megoszlás alapján súlyozott átlaga.

A természetközeli élőhelyek fennmaradását antropogén okok is befolyásolják. A leggyakoribb **veszélyeztető tényezők**, az élőhelyeket erősen bolygató tevékenységek a bányászat, az építkezés, a mesterséges tavak (halastavak, tározótavak) létesítése, a taposás, valamint a beszántás. A veszélyeztető tényezők ökológiai konfliktusokat indukálnak. Ezeket időbeliség, mérsékelhetőség és visszafordíthatóság alapján minősítettem. A legtöbb konfliktus időszakos vagy tartós, mérsékelhető és visszafordítható.

Nehezen mérsékelhető és nehezen visszafordítható konfliktusként minősítettük a bányászati tevékenységből eredő tartós zavarást, mivel a művelés alatt a környező élőhelyek károsodhatnak, illetve a bányászat felhagyása után a bányagödör rekultiválásával is csak részben, vagy egyáltalán nem lehet visszaállítani az eredeti vegetációt a termőhelyi körülmények és adottságok jelentős mértékű megváltozása miatt. Nehezen visszafordítható a mezőgazdasági hasznosítás céljából az élőhelyen történő

területfoglalás is, a termőhelyi adottságok megváltozása miatt (talajjavítás, szántás). Az adott élőhely visszaállítása, a mezőgazdasági tevékenység felhagyása után, az élőhely parlagon való regenerációs potenciáljától függ.

A konfliktusok közötti egyetlen végleges, nem mérsékelhető és visszafordíthatatlan konfliktus a mesterséges tavak kialakításából ered. Ez a konfliktus leginkább a nem tűzegképző nádas, gyékényes és tavikákásokat (*B1a*), a nem zsombékoló magasásréteket (*B5*), a zsiókás, kötő kákás és nádas szikes vizű mocsarokat (*B6*), a kékerperjés réteket (*D2*), a szikes réteket (*F2*), üde mészpázsitos szikfokokat (*F4*), valamint a padkás szikesek, szikes tavak iszap- és vaszik növényzetét érinti leginkább. Az élőhelyek a „konfliktusok” értékelési szempontban elért pontszáma, az egyszerre érvényesülő konfliktusok, veszélyeztető tényezők számától függően állományonként 1 és 11 között, élőhelytípusonként átlagolva 1 és 4 között változik.

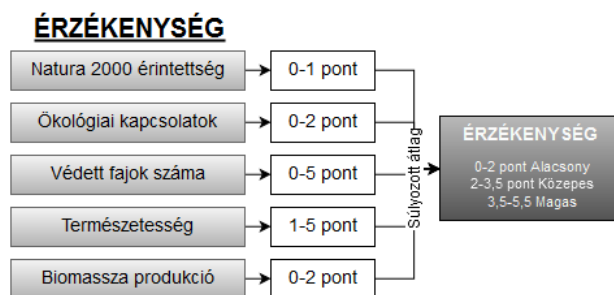
A kitettség mértékét az egyes értékelési szempontokban elért pontszámok súlyozott átlaga alapján határoztam meg, ahol a talajértékszám 1-es a töbi szempont 2-es szorzót kapott. A kitettség három élőhelytípus (*B1a*, *B6*, *P2b*) kivételével mindenhol magasnak bizonyult (4. táblázat).

Érzékenység

A kistérségben előforduló természetközeli élőhely típusok érzékenységének értékelésekor a következő kérdésekre kerestük a választ:

- Melyek azok az élőhelyek, melyek egyediségük, értékes fajaik miatt nemzetközi védelem alatt (Natura2000) állnak?
- Elszigetelődött-e az élőhely, vagy az egyes biotópokon belül a társulások közti kapcsolat biztosított-e?
- Hány védett, illetve fokozottan védett faj él az adott élőhelyen?
- Melyek azok az élőhelyek melyek természetességükből fakadóan érzékenyek lehetnek?
- Milyen az adott élőhely környezete, amely annak fennmaradását befolyásolja?
- Hogyan változik a növények biomassa produkciója a klímaváltozás következtében bekövetkező termőhelyi változások tükrében?

Az érzékenységet a fentiekből kiindulva Natura2000 érintettség, ökológiai kapcsolatok (elszigeteltség), védett fajok száma, természetesség és a biomassa produkció változásának értékelése alapján határoztuk meg (2. ábra).



2. ábra: Az érzékenység számításának folyamatábrája

Forrás: saját szerkesztés, 2016

A vizsgált élőhelytípusok közül 9, nemzetközi védettséggel rendelkező **Natura 2000 terület** által érintett. Az Alsó-Tisza Hullámtér (HUKN20031) kiemelt jelentőségű természetmegőrzési terület jelölő élőhelyei (többek között) a folyóvölgyek mocsárrétjei (*D34*), valamint a ligeterdők (*J4*). A Közép-Csongrádi Szikesek (HUKN20017) kiemelt jelentőségű különleges természetmegőrzési terület kijelölésének alapjául szolgáló közösségi jelentőségű élőhelyei a pannon szikes sztyepppek és mocsarak és a pannon homoki gyepek, melyek az *F2*, *B6*, *F1a*, *F1b*, *F4*, *F5*, valamint a *H5b* élőhelytípusokat érintik. Jelölő értéknek javasolt közösségi jelentőségű élőhely a pannon homoki gyepek (*H5b*) a Szegedi Ürgés Gyep különleges természetmegőrzési területén (5. táblázat).

Az **ökológiai kapcsolatok** értékelésénél az élőhely elszigeteltség vettük figyelembe, amely a MÉTA adatbázisa alapján háromféle lehet (elszigetelt, nem elszigetelt, kérdéses). Az egyes élőhely típusokon belül az elszigetelt állományok 2 pontot, a nem elszigetelt 1 pontot, a kérdésesek fél pontot kaptak. Ennek alapján az élőhely típusonként átlagolt ökológiai kapcsolatokat meghatározó elszigeteltségi érték 0 és 2 között változik.

A **védett és fokozottan védett fajok száma** a zárt szárazgyepes élőhelyeken, valamint a kékperjés mocsárréten a legmagasabb, melyek ezzel a maximális 5 pontot kapták. Magasabb pontszámot kaptak azok az élőhelytípusok is, ahol fokozottan védett faj található (*B1a*, *B6*). Ahol csak kevés védett faj és fokozottan védett faj nem fordul elő, ott a védett fajok számától függően 1-2 pont járt.

Az **élőhelyek természetessége** a MÉTA adatbázisban egy 1-5-ig terjedő skála méri, ahol az 1-es érték teljesen jellegtelen, vegetáció nélküli területeket, míg az 5-ös a legértékesebb „szentély-jellegű” élőhelyeket (erdőrezervátumok legjobb állományai, a különösen fajgazdag és jó állapotú szikesek, mocsárrétek) takarja. A természetesség megítélése a Németh-Seregélyes-féle növényzetértékelési rendszeren alapul. Az álló-

mányok természetességének élőhelytípusonkénti átlagértéke 2,02 és 3,72 között mozog, mely azt tükrözi, hogy a kistérségi legtöbb állománya a 2-es és a 3-as természetességi kategóriába tartozik. A legmagasabb értéket elérő élőhelytípusok a löszgyepek (*H2a*) és a galagonyás-kökényes-borókás száraz cserjések (*P2b*), a cickórós puszták (*F2*), míg a legalacsonyabb értékeket a szikesek egyéb élőhelytípusai kapták (*F1a*, *F4*, *F5*).

5. táblázat: A kistérség élőhelytípusainak érzékenysége

KAT	KÓD	Súlyok Élőhelyek	0,5	2	2	2	1	ÉRZÉ- KENY- SÉG	
			Na- tura 2000	Ökoló- giai kapcsa- latok	Vé- dett fajok	Termé- sze- tesség	Bio- massza pro- dukció		
1	B1a	Nem tűzegképző nádasok, gyékényesek és tavikákások	0	1,02	1	2,77	1	2,12	K
	B2	Harmatkásás, békabuzogányos, pántlikafüves mocsári-vízparti növényzet	0	1,27	0	3,12	1	1,96	A
	B5	Nem zsombékoló magassásrétek	0	1,37	0	2,53	1	1,76	A
	B6	Zsiókás, kötő kákás és nádas szikes vízü mocsarak	1	1,28	2	2,51	1	2,62	K
2	D2	Kékperjés rétek	0	1,16	5	2,49	1	3,66	M
	D34	Mocsárrétek	0	1,14	1	3,05	1	2,28	K
3	F1a	Ürmöspuszták	1	1,08	2	2,44	0	2,31	K
	F1b	Cickórós puszták	1	1,26	1	3,14	0	2,26	K
	F2	Szikes rétek	1	1,04	2	2,6	0	2,36	K
	F4	Üde mészpázsitos szikfokok	1	1,13	3	2,33	0	2,68	K
3	F5	Padkás szikesek, szikes tavak iszap- és vakszik növényzet	1	1,28	2	2,02	0	2,22	K
4	H5a	Löszgyepek, kötött talajú sztyeprétek	1	1,03	5	3,54	2	4,33	M
	H5b	Homoki sztyeprétek	1	1,08	4	2,77	2	3,64	M
5	P2b	Galagonyás-kökényes-borókás száraz cserjések	0	1,15	0	3,72	2	2,35	K
6	J4	Fűz-nyár ártéri erdők	1	1	2	3,01	0,5	2,60	K

A – Alacsony érzékenység, K – Közepes érzékenység, M – Magas érzékenység

Forrás: Saját kutatás és szerkesztés, 2016

A növényzet **biomassza termelésének** változásait CORINE felszínborítási kategóriáinként vizsgáltam, melyeket az értékelésnél az alábbi 5 természetközeli területfelhasználási kategóriára szűkítettük:

- Gyepterületek (2311, 2312, 3211, 3212 CORINE kódú területek)
- Erdő (3111, 3112, 3113, 3114, 3115, 3125, 3135, 3139 CORINE kódú területek)
- Erdősődő, cserjés-bozótos területek (3241, 3243 CORINE kódú területek)
- Gyér növényzetű, növényzet nélküli területek (3333 CORINE kódú területek)
- Vizenyős, vízállásos területek (4111, 4113 CORINE kódú területek)

A gyepterületekhez soroltuk a zárt szárazgyepeket (*H5a* és *H5b* élőhelytípusok), ahol a vizsgált időintervallumban az NDVI értékének csökkenése figyelhető meg, ezért a legmagasabb pontszámot, 2 pontot kapott. Az erdőhöz került besorolásra a fűz-nyár ligeterdők élőhelytípus (*J4*), ahol a legerőteljesebb növekedés tapasztalható, így 0,5 pontot kapott. Az erdősődő, cserjés-bozótos területekhez soroltam a galagonyás-kökényes-borókás száraz cserjéseket, melyek szintén 2 pontot kaptak. A szikes élőhelyek (*F1a*, *F1b*, *F2*, *F4*, *F5* élőhelytípusok) a gyér növényzetű területekhez sorolva, azok NDVI értékének stagnálásából eredően 0 pontot kaptak. A vizenyős, vízállásos területekhez sorolt nádasok és mocsarak, valamint nedves gyepek élőhelyek NDVI értékének lassabb ütemű emelkedése miatt 1 pontot adtunk.

Az érzékenység mértékét az egyes értékelési szempontokban elért pontszámok súlyozott átlaga alapján határoztuk meg, ahol a Natura 2000 érintettség 0,5-es (bár ezek a területek érzékenyek, de védettségük miatt „jó kezekben” vannak, megfelelő fenntartásukra szakmailag kidolgozott tervek vannak) a biomassza produkció 1-es, a többi szempont 2-es szorzót kapott. Az érzékenység átlagosan közepesnek mondható, 3 élőhelytípus (*B2*, *B5*, *B6*) esetén alacsony, míg 2 típus (*H5a*, *H5b*) esetén magasnak bizonyult (5. táblázat).

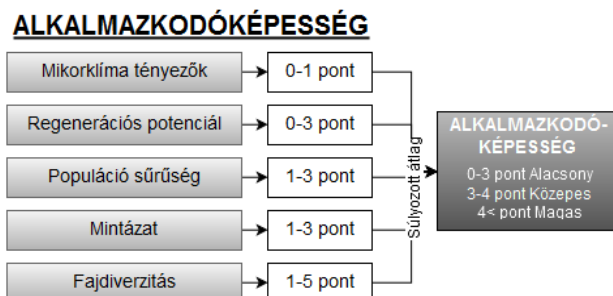
Alkalmazkodóképesség

A kistérségben előforduló természetközeli élőhely típusok alkalmazkodóképességét jellemző értékelési rendszer megalkotásához, logikus felépítéséhez a következő kérdésekre kerestük a választ:

- Van-e az élőhely, ökológiai kiegyenlítő felület (vízfelület), amely környezetében olyan mikroklimát teremt, mely megpróbálja kiegyensúlyozni a klímaváltozásból eredő hőmérsékletingadozásokat és a városi hősziget hatást, ezzel biztosítva környezetének élőhelyeinek optimálisabb életkörülményeit.

- Milyen regenerációs potenciállal rendelkezik az adott élőhely?
- Milyen az adott élőhely ökológia stabilitása?

Az alkalmazkodóképességet a mikroklima tényezők, regenerációs potenciál, ökológiai stabilitás (populáció sűrűség, mintázat és fajdiverzitás) alapján határoztuk meg (3. ábra).



3. ábra: Az alkalmazkodóképesség számításának folyamatábrája

Forrás: saját szerkesztés, 2016

A klímaváltozáshoz való alkalmazkodás szempontjából előnyös, ha az élőhely környezetében van olyan, nagy területű, mozgásban lévő vízfelület, amely a fentiekben említettek szerint képes optimalizálni az termőhelyi körülményeket. Ha az adott élőhely típus környezetében jelen van ilyen **mikroklima tényező**, abban az esetben az élőhely típus 1 pontot, ellenkező esetben 0 pontot kapott. Ennek értéke talán a Tisza és a Maros folyó mentén található fűz-nyár ártéri ligeterdők (J4) élőhely típus esetében a legegységelműbb. Szintén 1 pontot kaptak a nádasok, valamint a Fehér-tó környezetében található ürmöspuszták és homoki sztyepprétek. A mocsarak, mocsárrétek azért kaptak 0 pontot, mert bár vízenyős, vízállásos területen vannak, de a benőtség miatt az effektív párologtató felület kicsi, a vízmozgás hiánya miatt a hosszabb távon jelenlévő pangóvíz posványossá degradálhatja az élőhelyet (6. táblázat).

Az élőhelyek **regenerációs potenciáljaihoz** tartozó értékek forrása a MÉTA kvadrát szintű adatbázisa volt. Az adattáblában rögzítették az élőhely kvadráton (tájon) belüli regenerációjának feltételezett hatékonyságát helyben, szomszédos területen, vagy művelés alól felhagyott területen (pl.: parlagon, bányában). A regenerációs potenciál értéke fennmaradási, ill. túlélési esélyeit kifejező, az élőhelyfolt teljes kiterjedéséhez viszonyított százalékos arány, három kategóriába („jó”, „közepes”, „rossz”) sorolva a szomszédos terület és felhagyott mezőgazdasági területek esetén egy negyedik kategóriával („nincs”) kiegészülve. A pontozásnál az értékelés szempontjából

releváns helyben és szomszédos helyen becsült regenerációs potenciált vettem figyelembe, a harmadik típust korábban vettük számításba (lásd. kitettség alfejezet). A legjobb pontszámot (3 pont) az az élőhely típus kapta, ahol a helyben és szomszédos helyen becsült regenerációs potenciál párosa meghaladja a 90-60%-ot. Két pontot kapott az az élőhely típus, ahol ez az értékpár 80-40% feletti, de az előbbi érték alatti, míg ahol 60-30% és 80-40% közötti, ott 1 pont járt. A legtöbb élőhely típus a 90-60%-ot meghaladó értékkategóriába tartozik, a legalacsonyabb értékekkel a löszgyepek (67-37%) és a kékperjés rétek (76-39%) rendelkeznek.

6. táblázat: A kistérség élőhelytípusainak alkalmazkodóképessége

Súlyok		1	2	2	2	2		
KAT	KÓD	Élőhelyek	Mikro- klíma ténye- zők	Regene- rációs poten- ciál	Popu- láció sűrűség	Min tá- zat	Faj- diver- zitás	ALKAL- MAZKO- DÓKÉP.
1	B1a	Nem tűzegképző nádasok, gyékényesek és tavikákások	1	3	1	1,33	1	2,43 A
	B2	Harmatkásás, békabuzogányos, pántlikafüves mocsári-vízparti növényzet	1	3	3	1,56	2	3,72 K
1	B5	Nem zsombékoló magassásrétek	1	2	1	1,36	2	2,54 A
	B6	Zsíókás, kötő kákás és nádas szikes vízi mocsarak	0	3	2	1,38	3	3,45 K
2	D2	Kékperjés rétek	0	1	2	1,25	4	3,20 K
	D34	Mocsárrétek	0	2	1	1,11	4	3,04 K
3	F1a	Ürmöspuszták	1	3	2	1,76	3	3,80 K
	F1b	Cickórós puszták	0	3	3	1,57	4	4,33 M
	F2	Szikes rétek	0	3	3	1,43	4	4,27 M
	F4	Üde mészpázsitos szikfokok	0	3	2	1,66	1	2,76 A
	F5	Padkás szikesek, szikes tavak iszap- és vakszik növényzet	0	3	1	1,65	1	2,36 A
4	H5a	Löszgyepek, kötött talajú sztyeprétek	0	1	3	1,12	5	3,95 K
	H5b	Homoki sztyeprétek	1	2	3	1,33	4	4,13 M
5	P2b	Galagonyás-kökényes-borókás száraz cserjések	0	3	3	1,14	4	4,16 M
6	J4	Fűz-nyár ártéri erdők	1	3	3	1,77	3	4,21 M

A – Alacsony alkalmazkodóképesség, K – Közepes alkalmazkodóképesség, M – Magas alkalmazkodóképesség

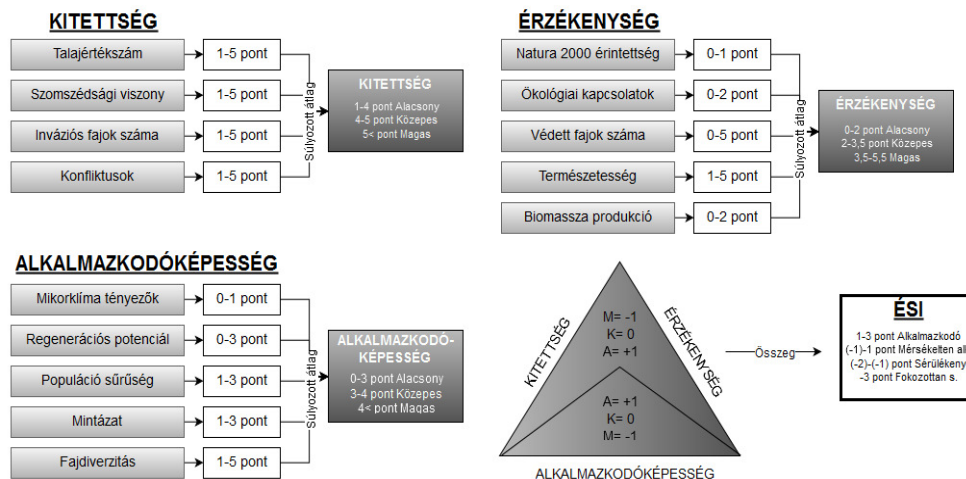
Forrás: Saját kutatás és szerkesztés, 2016

Az élőhelyek **ökológiai stabilitását** három tényező együttesével határoztuk meg, melyek a populáció sűrűsége, mintázata, valamint faji összetételének diverzitása. Az élőhely hatszögön belül értelmezett mintázatának típusai a MÉTA adatbázisa alapján: az élőhely egy-két foltot alkot (1/2), három vagy sok többé-kevésbé egyforma foltot alkot (3/sok), vagy diffúzan, sok és sokféle foltot alkot (diff.). A ökológusok között vitatott, de fenntartott álláspont, amely szerint a fajokban gazdag (nagy faj-diverzitású) ökoszisztémák sokkal stabilabbak, terhelhetőbbek, mint a fajszegények. *„A faj-diverzitás akkor lesz a legnagyobb, ha minden faj kb. egyforma gyakorisággal fordul elő és nagy a fajok száma (l. Finke, 1994). Müller (1980) szerint egy rendszer fajgazdagabb, ha benne csak két, egyenlő gyakorisággal előforduló faj található, mint az a 11 fajt számláló rendszer, amelyben egy faj adja az egyedek 90%-át”* (Kertész, 2013, p. 136). A diverzitás-stabilitásról szóló hipotézis lényege tehát, az ökoszisztémák faj-diverzitása és stabilitása között fennálló pozitív korreláció. Az ismertetett hipotézist követve a pontozás során az az élőhely típus kapta a legmagasabb pontszámot, melyek mind mintázat terén (1-3 pont), mind faji összetétel tekintetében (1-5 pont) változatosak. A populáció sűrűségére adott pontértéke egységesen 1 és 3 között változik, azonban az értékek élőhely típusonként egymáshoz vannak viszonyítva. Ennek az az oka, hogy nem lehetne egységesen kijelenteni, hogy a sűrű, több szinten, zárt állomány a legelőnyösebb, vagy épp a leghátrányosabb, mert ezt maga az élőhely típus határozza meg. A nádasok, mocsarak és a nedves gyepek tekintetében a legelőnyösebb egy egyenletes, szőnyegszerű eloszlású, nem túl tömött, többszintes állomány. A szikesek esetében is a legelőnyösebb az egyenletes eloszlású, sűrű, többszintes állomány, de a kicsit lazább, átjárható szerkezet is jó, ellentétben a ritkás, feldarabolódott állományokkal. A cserjéseknél és a ligeterdőknel szintén fontosak a szintek, de itt már a sűrű, átjárhatatlan állomány nem előnyös.

Az alkalmazkodóképesség mértékét az előző kategóriákhoz hasonlóan az egyes értékelési szempontokban elért pontszámok súlyozott átlaga alapján határoztuk meg, ahol a mikroklima tényezők 1-es, a regenerációs potenciál 1,5-es, míg az ökológiai stabilitáshoz tartozó szempontok 2-es szorzót kaptak (6. táblázat). Az alkalmazkodóképesség kategóriában elért pontszámok változatosabbak, 4 élőhely típus esetén alacsony (*B1a, B5, F4, F5*), 5 típus esetén magas (*F1a, F2, H5b, P2b, J4*) és 6 típus esetén közepes (*B2, B6, D2, D34, F1a, H5a*).

Éghajlatváltozási Sérülékenységi Index

Az értékelési munkarész célja az Éghajlatváltozási Sérülékenységi Index (ÉSI) számítása volt, mely az egyes élőhelytípusok klímaérzékenységének mértékét hivatott kifejezni. Az index értékét fenti fejezetekben kifejtett három fő kategóriára épülő adatcsoport együttes értéke határozza meg (4. ábra). Minden kategóriában három féle kategóriába (magas, közepes, alacsony) sorolt értéket lehet elérni. Az összes lehetséges kombinációból (27) tíz fordul elő.



4. ábra: Az ÉSI számításának folyamatábrája

Forrás: saját szerkesztés, 2016

Az ÉSI meghatározásához mindhárom besorolástípust számszerűsítettem az adott kategóriának megfelelő (az osztályozási módszerrel megegyező) logika mentén. Az értékeket (-1, 0 és +1) az alapján határoztuk meg, hogy adott kategórián belül az adott besorolás mennyire előnyös. A kitettségben és az érzékenységen belül a „magas” -1, a „közepes” 0, az alacsony +1, míg az alkalmazkodóképességen belül fordítva. Ezen értékeket összegezve kaptam meg az ÉSI értékét, mely -3 és +3 között változhat (7. táblázat).

A Szegedi kistérség természetközeli élőhelyeinek ÉSI értéke -2 és +1 között változik. A -2 és az alatti ÉSI értékű élőhely típus fokozottan sérülékenynek (FS), a -2 és -1 értékű sérülékenynek (S), a -1 és 0 értékű mérsékelten alkalmazkodóképességűnek (MA), míg az 1 és a feletti értékekkel rendelkező élőhely típusok alkalmazkodóképességűnek (A) bizonyulnak.

A két alsó besorolásba (FS, S) tartozó élőhely típusok a klímaváltozás által veszélyeztetettek, az átmeneti (MA) besoroláshoz tartozóak közepesen veszélyeztetettek, a legjobb besoroláshoz tartozóak (A) a klímaváltozás által csekély mértékben veszélyeztetettek. A legfelső kategóriába mindössze egy élőhely típus, a galagonyás-kökényes-borókás száraz cserjések (*P2b*). Mérsékelten alkalmazkodóképesek, 0 ÉSI értékű élőhelyek a harmatkásás, békabuzogányos, pántlikafüves mocsári-vízparti növényzet (*B2*), cickórós puszták (*F1b*), szikes rétek (*F2*), a fűz-nyár ártéri erdők (*J4*), a zsiókás, kötő kákás és nádas szikes vizű mocsarak (*B6*) tartoznak, valamint a -1 ÉSI értékű nem tőzegképző nádasok, gyékényesek és tavikákások (*B1a*), nem zsombékoló magassásrétek (*B5*), kékperjés rétek (*D2*), mocsárrétek (*D34*), ürmöspuszták (*F1a*) és homoki sztyeprétek (*H5b*). Végül pedig sérülékenynek számítanak az üde mészpázsitos szikfokok (*F4*), padkás szikesek, szikes tavak iszap- és vakszik növényzet (*F5*), valamint a löszgyepek, kötött talajú sztyeprétek (*H5a*).

7. táblázat: Az ÉSI számításának módszere

	KITETTSÉG		ÉRZÉKENYSÉG		ALKALMAZKODÓ-KÉPESSÉG		ÉSI	
MMM	M	-1	M	-1	M	1	-1	MA
MMK	M	-1	M	-1	K	0	-2	S
MKM	M	-1	K	0	M	1	0	MA
MKK	M	-1	K	0	K	0	-1	MA
MKA	M	-1	K	0	A	-1	-2	S
MAK	M	-1	A	1	K	0	0	MA
MAA	M	-1	A	1	A	-1	-1	MA
KKA	K	0	K	0	A	-1	-1	MA
KKM	K	0	K	0	M	1	1	A
KAK	K	0	A	1	K	0	1	A
KKK	K	0	K	0	K	0	0	MA

A – Alkalmazkodóképes, *MA* – Mérsékelten alkalmazkodóképes, *S* – Sérülékeny, *FS* – Fokozottan sérülékeny

Forrás: Saját kutatás és szerkesztés, 2016

Eredmények összefoglalása

A kutatás célja a Szegedi kistérség természetközeli élőhelyek klímaváltozással szembeni veszélyeztetettségének vizsgálata és értékelése volt. A vizsgálat során feltártuk a mintaterület táji adottságait, az éghajlatváltozás érvényesülésének, folyamatának és annak lokálisan tapasztalható hatásait a táj változásán keresztül. A Szegedi kistérség növényzete a tájhasználati konfliktusok mellett az időjárási elemek és az általa befolyásolt vízellátottság, valamint a klímaváltozás okozta stresszhelyzet

hatására legyengülő állományokban megjelenő tágtúrású, adventív kompetitor fajok agresszív terjedése miatt változik az alföldi tájakban. Az élőhely típusok alkalmazkodását a szomszédos vagy egymáshoz közel elhelyezkedő populációk közti dinamikai és szukcessziós kapcsolatok, regenerációs potenciáljuk és ökológiai stabilitásuk biztosítja (Rakonczai et al., 2012).

Az értékelés során kidolgoztunk egy térinformatikai és matematikai számításokon alapuló, távérzékelési, statisztikai, kutatási és szakirodalmi és térképes adatokra, szakmai tapasztalatokra épülő, tájépítész szemléletű, különböző tudományágakat integráló és szintetizáló pontozásos értékelési rendszert. Az értékelés eredményeként meghatároztuk a kistérség élőhely típusainak kitettségén, érzékenysége és alkalmazkodóképességén alapuló éghajlatváltozási sérülékenységi indexét, melynek értéke alapján megállapítható az adott élőhely típus klímaváltozás általi veszélyeztetettsége. A klímaváltozás által csekély mértékben veszélyeztetett élőhelyek a galagonyás-kökényes-borókás száraz cserjések (*P2b*), valamint a zsiókás, kötő kákás és nádas szikes vízü mocsarak (*B6*). Közepes mértékben veszélyeztetettek a harmatkásas, békabuzogányos, pántlikafüves mocsári-vízparti növényzet (*B2*), cickórós puszták (*F1b*), szikes rétek (*F2*), a fűz-nyár ártéri erdők (*J4*), valamint a nem tűzegképző nádasok, gyékényesek és tavikákások (*B1a*), nem zsombékoló magassárrétek (*B5*), kékperjés rétek (*D2*), mocsárrétek (*D34*), ürmöspuszták (*F1a*) és homoki sztyeprétek (*H5b*). A klímaváltozás által fokozottan érintett, veszélyeztetett élőhelytípusok az üde mészpázsitos szikfokok (*F4*), padkás szikesek, szikes tavak iszap- és vakszik növényzet (*F5*), valamint a löszgyepek, kötött talajú sztyeprétek (*H5a*).

Az értékelés elméleti hátterének megértése és az eredmények vizualizálása céljából ábrákat, grafikonokat és több tematikus térképet is készítettünk.

Következtetések, javaslatok

A Szegedi kistérség természeti erősségei a mezőgazdaság szempontjából az éghajlatra jellemző napfénygazdagság és a vegetációs periódus hossza a növénytermesztés számára kedvező, a talajadottságok változatos növénytermelési szerkezet kialakítására alkalmasak. Előnyös az élővízfolyások, a holtágak, az öntözési infrastruktúra jelenléte és a Maros hordalékkúp kedvező vízföldtani adottságai, a térségben több ásványvíz-, ártézi víz-, és gyógyvízforrás található. A Kiskunsági és a Körös-Maros Nemzeti Park és a hozzájuk kapcsolódó területek jelentős természeti és táji értékei jelentős természeti kincsei a térségnek. Fontos, hogy a mezőgazdaság és a természeti erősségek között megtaláljuk azt az ideális egyensúlyt, amely lehetővé

teszi a hatékony termelést, ugyanakkor nem terhelik túl a tájat. Az optimális gazdálkodás kulcsa a táj tudatos szemléletben és a fenntarthatóságban rejlik.

Egy biztos, az ökoszisztémák nem tudnak csak úgy és olyan ütemben alkalmazkodni, ahogy a klíma változik (Corner et al., 2012). Az élőhelyeken belül az egyes fajok alkalmazkodásának mértéke eltérő lehet, így létrejöhetnek átmenti állományok, de az egyes élőhely foltok egymásba is átalakulhatnak (Rakonczai et al., 2012). Ezen változásokat igyekeznünk kell minden téren, a lehető legjobban megérteni és megértetni. Tudnunk kell felbecsülni és értelmezni az ökoszisztémák, társulások és élőhelyek relatív sérülékenységét az egyes klímaváltozással által indikált legvalószínűbb stresszfaktorokra.

A fenntartható gazdálkodási formák megteremtésére támogatni és előtérbe kell helyezni:

- a mezőgazdaságban a kisebb környezetterheléssel járó gazdálkodási módokat,
- a tájtervezésben, területfejlesztésben és a rendezési tervekben a természetvédelmi szempontokat, elősegíteni az agrártáj tájszerkezeti diverzitásának, mozaikosságának növelését ökológiai folyosók, erdősávok kialakításával, mely a természetközeli élőhelyek szegregálódását,
- az erdészetben a tarvágás helyett a száraló erdőgazdálkodást
- a vízgazdálkodásban az ésszerű vízfelhasználást, a vizek jó minőségének megőrzését
- a település- és közlekedéstervezésben biztosítani kell a különböző infrastruktúra létesítmények tájbaillesztését, valamint az élőhelyek közötti kapcsolatot biztosító ökológiai átjárók létesítését és azok szakszerű kivitelezését, hatékonyságát ellenőrizni kell!

A táj- és természetvédelemben a legfontosabb feladatok az élőhelyek „konzerválása”, termőhelyi és élőhelyi változatosságának megőrzése, rehabilitációja. Az ökoszisztéma átalakulásával a biológiai sokféleség csökkenése is valószínűsíthető. Ez a társadalom számára is hátrányos, hiszen ezen javaktól, „szolgáltatásoktól” függ mindannyiunk egészséges élete, jóléte. Éppen ezért az élőhelyek leromlásának elkerülése és az ökoszisztémák természetközeli állapotának megőrzése alapvető társadalmi érdek.

A kutatás fejlesztési irányai lehetnek a szukcessziódinamika, várható változások, élőhelyfragmentáció alakulásának, valamint a populációk közti interakciók vizsgálata és modellezése a klímaváltozás tükrében. A térképezés esetében pedig az

élőhelyek felszínborítási kategóriákra vetített, vagy pontos helyét, mintázatát és kiterjedését meghatározó foltterképezése rejt magában továbbfejlesztési lehetőségeket.

Felhasznált irodalom

- Comer, P. J. – Young, B. – Schulz, K. – Kittel, G. – Unnasch, B. – Braun, D. – Hammerson, G. – Smart, L. – Hamilton, H. – Auer, S. – Smyth, R. – Hak, J. (2012): Climate Change Vulnerability and Adaptation Strategies for Natural Communities: Piloting methods in the Mojave and Sonoran deserts, Report to the U.S. Fish and Wildlife Service, Arlington, VA, USA, NatureServe
- Czúcz, B. (2010): Az éghajlatváltozás hazai természetközeli élőhelyekre gyakorolt hatásainak modellezése, Doktori értekezés, Budapest, Budapesti Corvinus Egyetem Kertészettudományi Kar
- Kertész Á. (2013): Táj és környezetértékelés, Budapest, Eszterházy Károly Főiskola
- Schmidt R. (szerk.) (2012): A szántóföldtől az asztalig, Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron, ISBN 978-963-334-083-7
- Rakonczai, J. – Ladányi, Zs. – Deák, J. Á. – Fehér, Zs. (2012): A klímaváltozás táji indikátorai: a talaj – talajvíz – vegetáció kapcsolatrendszer vizsgálata Alföldi mintaterületeken, in: Rakonczai, J. – Ladányi, Zs. (szerk.) (2012) A klímaváltozás kutatás válogatott eredményei a Szegedi Tudományegyetemen (2010–2012), Szeged, SZTE-TTIK Földrajzi és Földtani Tanszékcsoport, ISBN 978–963–306–161–9
- Rakonczai, J. (2013): A klímaváltozás következményei a Dél-alföldi tájon (A természeti földrajz változó szerepe és lehetőségei), Akadémiai doktori értekezés, Szeged
- Torma Cs. – Hufnagel L. – Horváth L. – Csete M. – Csegődi T. (2013): Klímaváltozás és környezeti jövőkép, Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest
- SZTE Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék honlapja, letöltés dátuma: 2015. október 3.
http://www2.sci.u-szeged.hu/eghajlattan/bev_klim_valt.pdf
- Corine Land Cover nómenklatúrája, letöltés dátuma: 2015. november 15.
https://www.teir.hu/teir_adatmodszertan_uj/Corine.pdf
- Kiskunsági Nemzeti Park honlapja, letöltés dátuma: 2015. november 10.
<http://knp.nemzetipark.gov.hu>
http://knp.nemzetipark.gov.hu/?pg=menu_1476

Körös-Maros Nemzeti Park honlapja, letöltés dátuma: 2015. november 10.

<http://kmnp.nemzetipark.gov.hu>

Natura2000 területek honlapja, letöltés dátuma: 2015. november 15.

<http://www.natura.2000.hu/>

NASA Earth Explorer honlapja, letöltés dátuma: 2015. október 5.

<http://earthexplorer.usgs.gov/>

Abstract

Climate change is one of the most important global issues nowadays. Due to climate change, the distribution and composition of natural ecosystems are expected to be changing as habitats shrinking. Vegetation itself, as an element of the landscape, can actually be used as an indicator of the ecosystem if anthropogenic influences can be excluded. Since there are barely any untouched natural habitats in Hungary, this research is focusing on semi-natural habitats. The vegetation of Szeged micro-region is changing due to land use conflicts and altered habitat conditions caused by climate change. The aim of the research is to analyze and evaluate the climate change vulnerability of these habitats by calculating a so-called Climate Change Vulnerability Index (CCVI). The evaluation method here is based on landscape architectural views. Data sets and experiences of different disciplines were integrated and synthesized to create a score based rating system.

Keywords: *climate change, evaluation method, landscape architecture, GIS, Great Plain of Hungary*