

KLASSZIKUS ÉS TÁVÉRZÉKELÉSI ÉLŐHELYTÉRKÉPEZÉS KOMPLEX ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGE AZ IPOLY, MINT TERMÉSZETES ÁLLAPOTÚ VÍZFOLYÁS MENTÉN

JÁRDI Ildikó¹, S.-FALUSI Eszter¹, PÁPAY Gergely¹, SALÁTA Dénes², PENKSZA Károly¹

¹Szent István Egyetem, Biológiai Intézet

²Szent István Egyetem, Természeti Erőforrások Megőrzése Intézet
2100 Gödöllő, Páter K. u. 1., email: ildikojardi@gmail.com

Kulcsszavak: vizes élőhelyek, NDVI, Sentinel-2A, ÁNÉR

Összefoglalás: Jelen tanulmány az Ipoly mente ártéri élőhelyeinek klasszikus és távérzékelési módszerrel készült élőhelytérképeinek összevetésével és alkalmazási lehetőségeivel foglalkozik. A módszer a természetes ökológiai folyamatok bemutatása mellett, az emberi tájhasználat (legeltetés, kaszálás) hatásainak megismerésére is jó példa, komplex volta miatt pedig alkalmas a tájban és a vegetációban bekövetkező változások bemutatására, általánosításra. A kiválasztott mintaterület olyan jellegzetes vegetáció-együttes, aminek a monitorozása a táji szintű változások szempontjából, a szélesebb tájegységre is kiterjeszhető. A vizsgálatban több kérdésre kerestük a választ, minthogy található-e átfedés a Sentinel 2 műholdképek pixel adatai és a terepi térképezés között, ha igen, milyen mértékű, illetve az eltérések mely élőhely kategóriák esetében mutathatók ki? Továbbá a normalizált vegetációs index (NDVI) és a térképezett élőhely kategóriák között kerestük az esetleges összefüggéseket. Az élőhelyfoltok jelölésében az Általános Nemzeti Élőhely-osztályozási Rendszer (ÁNÉR) kategóriarendszerét vettük alapul. A kapott eredmények alapján a vízterek és az urbánus területek jól elkülöníthetők más természetes élőhelyektől. Egyes természetes vegetációtípusoktól is elhatárolást tapasztaltunk, ilyenek többek között a gyepek és a fás vegetációk. A klasszikus élőhelytérképezés foltjai egyezést mutattak a távérzékelési adatokkal, mintegy jó kontrollként is működtek. Ezen túl az egyes foltokon belüli izolált részek is kimutathatók, ami további információval szolgál a területhasznosításról, hiszen a legeltetés szempontjából gyakorlati jelentőséggel is bír.

Bevezetés

Az Ipoly mente rendkívül mozaikos, lineáris jellegéből adódóan a környezeti tényezők változásának erősen kitett tájegység. Elsősorban a csapadék és az ezzel szoros kapcsolatban lévő vízállási viszonyok vegetációra gyakorolt hatásainak vizsgálatára kiváló lehetőséget nyújt a terület. Az Ipoly az egyik utolsó természetes állapotában megmaradt, vízrendezés által kevésbé érintett folyónk. Nem meglepő, hogy az Ipoly-völgy országos jelentőségű védett természeti terület, mivel része a Duna–Ipoly Nemzeti Parknak, továbbá közösségi jelentősége is nagy, mert különleges természet megőrzési (HUDI20026), és különleges madárvédelmi terület (HUDI10008) is egyben, továbbá a vonuló vízimadarak érdekében a Ramsari Egyezmény hatálya alá is tartozik. A vizsgálati terület kiválasztásakor fontos szempont volt olyan mintaterület megjelölése, amely változásokra gyorsan és értékelhető módon reagál. Az Ipoly mente, a korábbi felmérések alapján (Verrasztó 2010, Penksza et al. 2012) a környezeti tényezők vegetációban kimutatható változásainak jó indikátora, de egyben az inváziós fajok terjedésének is kedvező közegét adhat (Schmotzer 2008, Penksza et al. 2012). A vizes élőhelyek kiemelt értékűek, hiszen

az élőhelytípusok közül területegységre vonatkoztatva az egyik legváltozatosabb természeti egységek, és különösen érzékenyek (Nováky 1991, Koncsos és Szabó 2003). A meteorológiai paraméterek változása azt sugallja, hogy ha a megfigyelt tendenciák továbbra is fennállnak, akkor a jövőben a szélsőséges hidrológiai feltételek (például alacsony víz) mértéke tovább növekszik – különösen érzékeny területeken (Nováky et al. 1985, Koncsos és Szabó 2003).

A biodiverzitás megőrzéséhez, a genetikai és faji diverzitás megőrzésével párhuzamosan az élőhelyi diverzitás fenntartása is fontos feladat. Az Európai Unió a természetes vegetációtípusok hosszú távú fennmaradásának biztosítása érdekében természetes elterjedésük szinten tartását vagy növelését tűzte ki céljául. Az 1992-ben elfogadott élőhelyvédelmi irányelv (43/92/EGK) (http1) alapján kijelölésre kerülő különleges természet megőrzési területek az európai ökológiai hálózat, azaz a Natura 2000 hálózat részét képezik. A közösségi jelentőségű természetes élőhelytípusok – melyek fennmaradását csak azonnali

intézkedéssel lehet biztosítani, kiemelt jelentőségűek és az unióban elsőbbséget, prioritást élveznek – megőrzése fenntartható formában csak harmonikus táji integráltsággal érhető el. A gazdasági és társadalmi igények, tevékenységek kiegyensúlyozott és integrált tervezését és megvalósítását az Európai Tájegyezmény (http2) hazai végrehajtását keretbe foglaló 2017-ben elfogadott Nemzeti Tájstratégia (2017-2026) (http3) emeli az aktuális prioritások közé.

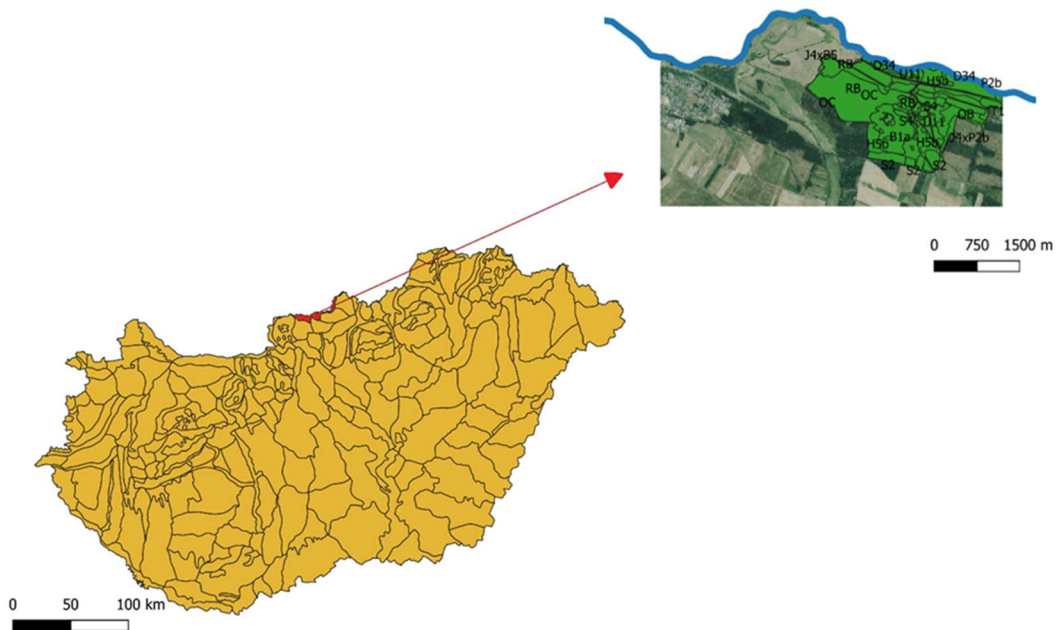
A nedves élőhelyek átmenetet képeznek a vizes és a száraz élőhelyek között, továbbá mozaikos formában rendkívül diverzen fordulnak elő (Mitsch és Gosselink 2015). A nedves élőhelyek térképezéséhez 1985 és 2009 között Landsat műholdképek használatával számszerű Normalizált Vegetációs Index (NDVI) adatok alapján vizsgálták a területet (pl. Kayastha et al. 2012). Több kutatás azt mutatja, hogy ezen műholdfelvételek használata rendkívül nehéz, hiszen az alacsony spektrális felbontás miatt a területek homogenitást mutatnak (Ramsey és Laine 1997).

A Sentinel-2A-t 2015. június 23-án állították pályára, mely része az Európai Copernicus programnak (Sentinel). A Sentinel2 10–60 méteres intervallumban kínál felbontást (Drusch et al. 2012). Szemben a Landsat OLI/TIRS felvételekkel spektrális felbontás tekintetében, a Sentinel2 esetében a közeli infravörös és vörös sávok 10 m felbontásra adnak lehetőséget, ami lehetővé teszi a terület vegetáció szintű térképezését (Kaplan és Avdan 2017).

Járdi és munkatársai (2017) a területen összehasonlító cönológia vizsgálatot végeztek, ahol a savanyú homoki gyepek állományokat hasonlították a kaszáló, üdébb gyepekhez. A volt kaszáló területén húsmarhával (charolais) legeltetnek. A terület magasabb térszínén kb. 20 éve magyar szürke szarvasmarhával legeltetnek. A terület kevésbé igénybe vett részén sztyeprét található (ML1). A terület erősen degradált részét (ami, az állatok pihenőhelye) elkülönítették. A vizsgált legelőrészek fajkészlete és a közös fajok borítási értékei is jelentősen eltérnek egymástól. Ennek hátterében az abiotikus tényezők, a talaj szerkezete, kémhatása és nedvességtartalma is meghúzódhat, amit az időjárási tényezők (csapadék mennyisége, eloszlása, hőmérséklet), emberi tájhasználati szokások (legeltetési mód) is befolyásolhatnak. A homoki gyepek ellenére itt a *Festuca ovina* és *Festuca rupicola* található meg, illetve a szárazabb területein a *Stipa borysthenica* gyakori.

Anyag és Módszer

A vizsgálati terület Magyarország északi részén, az Ipoly folyó bal partján helyezkedik el Dejtár és Patak község között, összesen mintegy 3,35 km² szakaszon (1. ábra).



1. ábra A vizsgált mintaterület (készült Marosi és Somogyi 1990 és a Google Earth felhasználásával)
Figure 1. The sample area (prepared with Marosi and Somogyi 1990 and Google Earth)

A pontos terepi lehatároláshoz kézi GPS segítségével bemértük a mintavételi pontok koordinátáit. A pontok felvételénél figyelembe vettük az élőhelyfoltok határait, amit külön egységenként vettünk fel. Az élőhely típusok besorolásához az Általános Nemzeti Élőhely-osztályozási Rendszer (ÁNÉR) kategóriarendszerét vettük alapul. Az Á-NÉR a Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Programhoz kapcsolódóan került kidolgozásra, mely lefedi a Magyarországon előforduló összes élőhelytípust (Fekete et al. 1997). Maga a rendszer a magyarországi élőhelytérképezésekhez leggyakrabban használt, folyamatos fejlesztés alatt álló komplex rendszer. A növénycönológiai osztályozásokhoz viszonyítva lényegesen egyszerűbb, kevesebb és tágabb kategóriát tartalmaz. A növénytársulásokat nagyobb, könnyen értelmezhető élőhelytípusokba sorolja, mindennek ellenére fitoszociológiai, mind természetvédelmi gyakorlati felhasználásra is alkalmas (Bölöni et al. 2011).

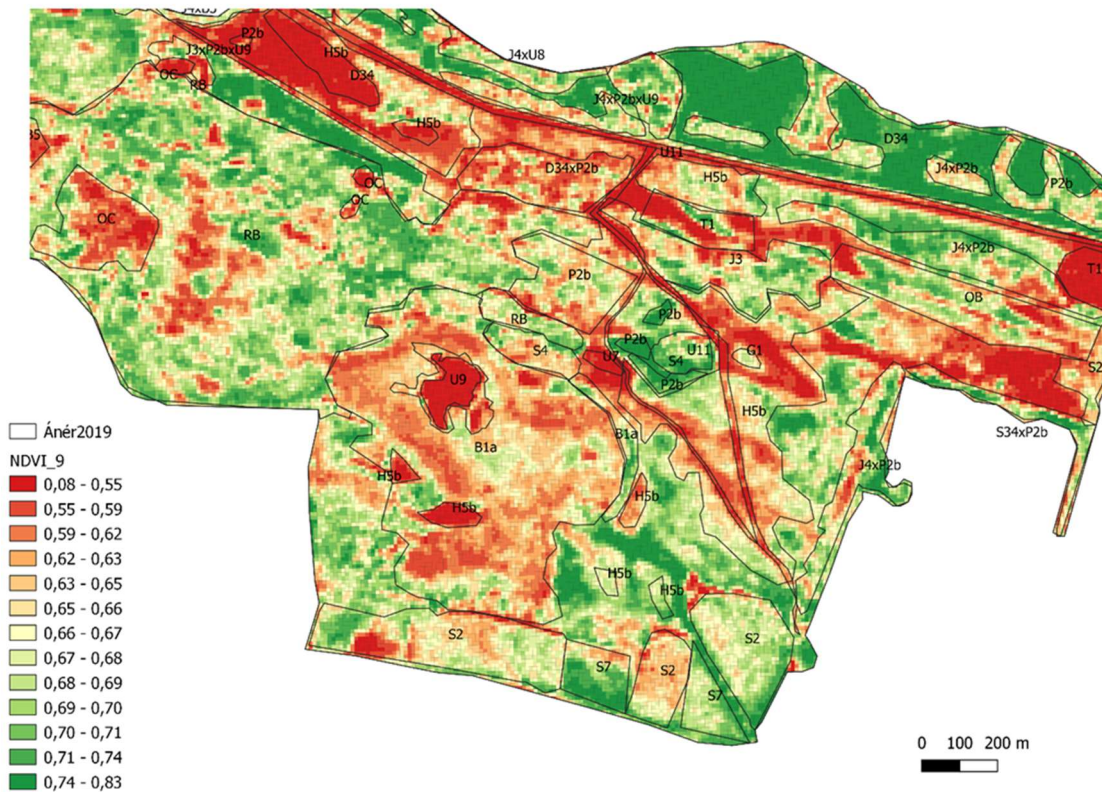
A térképi megjelenítést a QGIS térinformatikai program segítségével valósítottuk meg. A terepi mintavétel során felvett GPS koordinátákat GSX fájlként a térképi programban jelenítettük meg. A műholdfelvételek közül 2019. szeptember 23-i képekkel dolgoztunk. Az időpont választásánál fontos szempont volt, hogy a felhőborítás viszonylagosan alacsony szinten legyen, illetve a terepi validáláshoz közel egybeeső napon történjen. Minden Sentinel-2A adat ingyenesen letölthető a Copernicus hivatalos honlapjáról. A letöltött 12 optikai tartomány közül, a látható (RED) és a közeli infravörös (NIR) sávok segítségével kiszámoltuk az egyes pixelek Normalizált Vegetációs Indexét (NDVI), majd az értékeknek megfelelően kvantilis módon színeztük a pixeleket. Az NDVI index egy dimenzió nélküli mérőszám, mely egy adott terület vegetációs aktivitását fejezi ki. Értékét a növényzet által a közeli infravörös (NIR) és látható vörös sugárzási tartományban visszavert intenzitások különbségének és összességének hányadosa adja (Mika et al. 2011). A távérzékelésen alapuló NDVI felhasználásával egyszerre nagy terület növényzetéről, annak fenológiai ciklusáról, produktivitásáról és állapotáról kaphatunk objektív információt, illetve hosszabb időbeli skálán vegetációs index idősort (Stöckli és Vidale 2004, Bartholy et al. 2005, 2008, Pongrácz et al. 2009, 2011). Az NDVI értékek megmutatják a vegetáció által produkált biológiai aktivitást: minél magasabb a klorofill visszaverődése, annál magasabb értéket mutat. Ahol nincs vegetációs aktivitás, azon a területen negatív értéket ad az NDVI, ezért a vízterek esetében a korai vegetációs időben negatív értéket kapunk. A vízterek és az urbanus területek jól elkülöníthetők más természetes élőhelyektől (Didan 2015). A munka során klasszikusan térképezett élőhelyeket hasonlítottuk össze a műholdfotók NDVI értékeivel, melyet értékenként kategorizálva színeztünk.

$$NDVI = \frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red)}$$

Az NDVI pixel adatok súlyozott átlagához rendeltük az ÁNÉR kategóriákat, továbbá a kategóriák terület (ha) adatait. Az adatok kiértékeléséhez a MS Office Excel programját használtuk.

Eredmények és Megvitatásuk

Az NDVI érték annál alacsonyabb, minél kevesebb rajta a vegetáció produktivitás (Didan 2015). Ezért az épített területek és vízterek 0 értékhez a legközelebbi adatot adják. Az ÁNÉR besorolás szerint az állóvizek (U9) kategória ezért a 0,08–0,55 közötti NDVI tartományban látható. A negatívnál magasabb érték ebben az esetben azért lehetséges, mert biológiai aktivitás van a területen, de a reflektancia értéke rendkívül alacsony a klorofillban hiányos területek miatt (Didan 2015). Ezt tapasztaltuk az intenzív szántóföldi kultúrák (T1) esetében is. Az utak és a szélesebb ösvények területén (U11), ahol szintén alacsony a növényi biomassza tömege, hasonlóak tapasztalhatóak, mint az előző kategóriában szereplő esetében. Az NDVI értékek magasabb értéket mutatnak, ahol a növényi aktivitás magasabb, illetve a növény fenológiai fázisa növekedési periódusban van. A szárazabb társulások esetében is alacsony NDVI értéket láttunk, többek között a homoki sztyeprétek (H5b) esetében is. A mocsárréti vegetáció (D34) jól elkülönül a fűz-nyár ártéri erdő (J4) és a galagonyás-kökényes-borókás száraz cserjés (P2b) vegetáció-komplex típusoktól az Ipoly-mentén. A vizsgálat a fás vegetációnál nem mutatott ilyen egységes képet, ahol vegyes fajösszetételű az állománykép, ott a fenológiai fázis függvényében más NDVI kategóriák szerepelnek egy lehatárolt élőhely kategóriában.

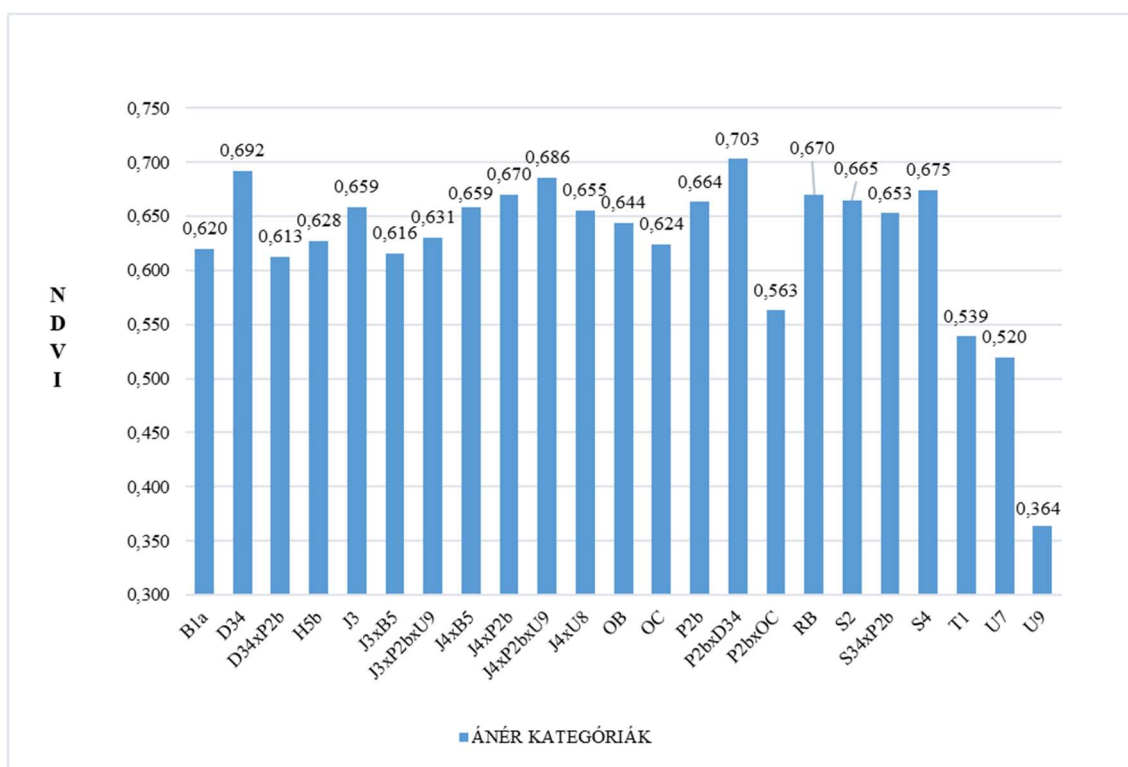


2.ábra ÁNÉR élőhelytérkép és NDVI adatok szerint színezett térkép a dejtári mintaterületről
 Figure 2. Habitat maps of the Dejtár area using ÁNÉR codes and NDVI values

Az NDVI pixel adatok súlyozott átlagához rendeltük az ÁNÉR kategóriákat, továbbá a kategóriák terület (ha) adatait. A súlyozott átlag adatai alapján (3. ábra), látható, hogy az állóvíz mutatta a legalacsonyabb NDVI értéket, ami teljesen elkülöníti a különböző élőhelytípusoktól. Az urbanizált területek (U7, T1) is jól elkülöníthetők a természetes élőhelyektől. A természetes társulások közül a galagonyás-kökényes-borókás száraz cserjés (P2b) és a jellegtelen száraz-félszáraz gyepek komplexei (OC) mutatták a legalacsonyabb NDVI értékeket. A fátlan vizes élőhelyek (B5, B1a), továbbá a jellegtelen száraz-félszáraz gyepek komplexei (OC) egységesen 0,61 körüli értéket mutattak, míg a mocsárréti (D34) kategória esetében kiugróan magas 0,69 NDVI érték látható, melynek oka a magas biomassza produkció (Burai et al. 2016). A fás vegetáció típusba sorolható társulások magasabb értéket mutattak. A folyómenti bokorfüzesek (J3), az ültetett erdei- és feketefenyvesek (S4), az őshonos fafajú puhafás jellegtelen vagy pionír erdők, valamint a fűz-nyár ártéri erdők (J4) vegetáció komplex 0,66 értéket mutattak. A gyeptársulások szempontjából fontos nedves és száraz gyepterületek NDVI értékei jól elkülönülnek. A száraz gyepek nem egységesek, melynek a háttérben a gyepeket alkotó fajok állnak, míg a száraz gyepekben a *Corynephorus canescens*, a *Festuca ovina*, a *Festuca rupicola* és a *Stipa borysthena* fajok mennyisége jelentősebb. Az említett fajok előfordulása a térképi megjelenítésen mozaikosan figyelhető meg (OC).

Megfigyeléseink alapján elmondható, hogy az egyes vegetációs foltok jól elkülöníthetők az ÁNÉR kategóriák alapján, ami a nehezen megközelíthető területeken esetében megkönnyíti a terepi térképezést. A társulástani pontosságú térkép készítése során az egyes vegetáció típusok nem különülnek el egyértelműen – ha nincs szükség ilyen pontosságú élőhelytérképre egy egyszerűbb kategóriarendszer segítségével áthidalható ez a probléma, melyre Burai és munkatársai, 2016-os munkájukban is felhívják a figyelmet.

Az egyes foltokon belül izolált részek is kimutathatók, ami további információval szolgál a területhasznosításról, hiszen a legeltetés szempontjából gyakorlati jelentőséggel is bír.



3. ábra ÁNÉR kategóriák szerinti eloszlása az NDVI adatok súlyozott átlaga alapján
 Figure 3. Distribution of ÁNÉR categories based on the weighted average of NDVI data

Köszönetnyilvánítás

A munkát „Az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-19-3-I-SZIE-40 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programja” és a 20430-3/2018/FEKUTSTRAT támogatta.

Irodalom

- Bartholy J., Pongrácz R. 2005: Néhány extrém éghajlati paraméter globális és a Kárpát-medencére számított tendenciája a XX. században. *AGRO-21 Füzetek* 40: 70–93.
- Bartholy, J., Pongrácz, R., Gelybó, Gy., Szabó, P. 2008: Analysis of expected climate change in the Carpathian basin using the PRUDENCE results. *Időjárás* 112: 249–264.
- Böloni J., Molnár Zs., Kun A. (szerk.) 2011: Magyarország élőhelyei. A hazai vegetációtípusok leírása és határozója. *ÁNÉR 2011. MTA ÖBKI, Vácrátót*. p. 441.
- Burai P., Lénárt Cs., Valkó O., Bekő L., Szabó Zs., Deák B. 2016: Fátlan vegetációtípusok azonosítása légi hiperspektrális távérzékelési módszerrel. *Tájökológiai Lapok* 14(1):1–12.
- Didan, D. 2015: MOD13Q1 MODIS/Terra Vegetation Indices 16-Day L3 Global 250m SIN Grid V006. NASA EOSDIS Land Processes DAAC.
- Drusch, M., Del Bello, U., Carlier, S., Colin, O., Fernandez, V., Gascon, F., Hoersch, B., Isola, C., Laberinti, C., Martimort, P., Meyret, A., Spoto, F., Sy, O., Marchese, F., Bargellini, P. 2012: Sentinel-2: ESA's optical high-resolution mission for GMES operational services. *Remote Sensing of Environment* 120: 25–36.
- Fekete G., Molnár Zs., Horváth F. (szerk.) 1997: A magyarországi élőhelyek leírása, határozója és a Nemzeti Élőhely-osztályozási Rendszer. Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest. p. 220.
- Járdi I., Pápay G., Fekete Gy., S.-Falusi E. 2017: Marhalegelők vegetációjának vizsgálata az Ipoly-völgy homoki gyepeiben. *Gyepgazdálkodási Közlemények* 15(2): 9–21.
- Kaplan, G., Avdan, U. 2017: Mapping and monitoring wetlands using Sentinel 2 satellite imagery. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* 4(IV-4/W4): 271–277.
- Kayastha, N., Thomas, V., Galbraith, J., Banskota, A. 2012: Monitoring wetland change using inter-annual landsat time-series data. *Wetlands* 32(6): 1149–1162.
- Koncsos, L., Szabó, Cs. 2003: Entwicklung ein physikalisches, numerisches Hochwasserabflussmodell. Symposium: Lebensraum Fluss-Hochwasserschutz, Wasserkraft, Ökologie. Wolgau, Oberbayern. pp. 122–131.

- Marosi S., Somogyi S. (szerk.) 1990: Magyarország kistájainak katasztere I-II. MTA Földrajztudományi Kutató Intézet, Budapest. p. 1023.
- Mika J., Utasi Z., Biró Cs., Pénzesné Kónya E. 2011: Múholdakról távérzékelt adatok feldolgozása és hasznosítása. Egyetemi jegyzet. Eszterházy Károly Főiskola, Természettudományi Kar, Eger. p. 100.
- Mitsch, W.J., Gosselink, J.G. 2015: Wetlands. 5th edition. John Wiley and Sons, Inc., New Jersey, Hoboken. pp. 155–204.
- Nováky, B. 1991: Climatic effects on runoff conditions in Hungary. Special Issue on the landscape-ecological impact of climatic change. *Earth Surface and Landforms* 16(7): 593–601.
- Nováky, B., Pachner, Cs., Szesztay, K., Miller, D. 1985: Water Resources. In: Kates, R.M., Ausubel, J.H., Berberian, M. (eds.): *Climate Impact Assessment*. Wiley, Scope 27, New York. pp. 187–224.
- Penksza, K., Nagy, A., Laborczi, A., Pintér, B., Házi, J. 2012: Wet habitats along River Ipoly (Hungary) in 2000 (extremely dry) and 2010 (extremely wet). *Journal of Maps* 8(2): 157–164.
- Pongrácz, R., Bartholy, J., Miklós, E. 2011: Analysis of projected climate change for Hungary using ENSEMBLES simulations. *Applied Ecology and Environmental Research* 9(4): 387–398.
- Pongrácz, R., Bartholy, J., Szabó, P., Gelybó, Gy. 2009: A comparison of observed trends and simulated changes in extreme climate indices in the Carpathian basin by the end of this century. *International Journal of Global Warming* 1(1/2/3): 336–355.
- Ramsey, E. III, Laine, S. 1997: Comparison of Landsat Thematic Mapper and high resolution photography to identify change in complex coastal marshes. *Journal of Coastal Research* 13(2): 281–292.
- Schmotzer A. 2008: Az Ipoly Balassagyarmat és Drégelypalánk közti szakaszának élőhelyterképezése és védett növényfajainak felmérése. Kutatási jelentés. Duna–Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, Budapest. p. 30.
- Stöckli, R., Vidale, P.L. 2004: European plant phenology and climate as seen in a 20-year AVHRR land-surface parameter dataset. *International Journal of Remote Sensing* 25(17): 3303–3330.
- Verrasztó Z. 2010: Környezeti monitoring vizsgálatok az Ipoly vízgyűjtőjén (célkitűzések és általános tájékoztatás). *Tájékológiai Lapok* 8(3): 535–561.

Internetes hivatkozások

http1: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX%3A31992L0043>

http2: http://www.coe.int/t/dg4/cultureheritage/heritage/landscape/default_en.asp

http3: https://www.kormany.hu/download/8/ff/f0000/Nemzeti%20T%C3%A1jstrat%C3%A9gia_2017-2026.pdf#!DocumentBrowse

POSSIBILITIES OF COMPLEXLY APPLYING TRADITIONAL HABITAT MAPPING AND REMOTE SENSING ON THE NATURAL WET HABITATS ALONG THE IPOLY RIVER

I. JÁRDI¹, E. S.-FALUSI¹, G. PÁPAY¹, D. SALÁTA², K. PENKSZA¹

¹Szent István University, Institute of Biology

²Szent István University, Institute of Conservation of Natural Resources
2100 Gödöllő, Péter K. str. 1., email: ildikojardi@gmail.com

Keywords: wetlands, NDVI, Sentinel-2A, ÁNÉR

This survey presents the habitat maps of the areas along the Ipoly River at Dejtár, which are good examples of landscape management types (e.g. mowing and pasturing) that are considering the sustainable use of natural habitats as much as possible. This area is one of the most complex regions, which makes it suitable for showing and generalizing the changes. The following research questions were formulated: Is there a correlation between pixel data of Sentinel 2 pictures and the habitat maps made on the field? What are the similarities and differences? Are there interdependences between normalized vegetation indices (NDVI) and mapped categories? The category system of habitat patches derives from the ÁNÉR codes, the map was made using QGIS. NDVI values show the biological activity of the vegetation: higher chlorophyll reflects a higher value. In the case of no vegetational activity, NDVI values would be negative, such as water habitats in early vegetational stages. Using this system, natural habitats can be differentiated from urban areas and water bodies. There are also differences between grasslands and woody vegetation. Patches of traditional habitat mapping and remote sensing showed correlations, they could be used as control. Further differences can be detected between some patches, which can give more information about land use, such as foraging.