

ERDŐBORÍTÁS-VÁLTOZÁS A KÁRPÁT-MEDENCE TÉRSÉGÉBEN A 19. SZÁZAD KÖZEPÉTŐL NAPJAINKIG

Konkoly-Gyuró Éva és Balázs Pál

NYME-EMK, Erdővagyon-gazdálkodási Intézet, Tájé tudományi és Vidékfejlesztési Tanszék

Kivonat

A területhasználat és a felszínborítás történeti vizsgálata révén az ember tájalkító hatását követhetjük nyomon. A NASA „Felszínborítás- és tájhasználat-változás tudományos programja”¹ által támogatott projekt keretében „A Kárpát-medence felszínborítás-változása az elmúlt 200 évben”² címet viselő kutatás során történeti térképekre és a jelenkori CLC³ adatbázisokra támaszkodva állítottuk elő a közel 350 000 km²-es mintaterület történeti felszínborítási adatbázisát. A változás-elemzés során négy idősíket vetettünk össze a 19. század közepétől napjainkig. Jelen tanulmányban a térinformatikai és statisztikai módszerekkel végzett történeti felszínborítás elemzésének eredményeiből az erdőborításra vonatkozó információkat adjuk közre. Bemutatjuk a teljes vizsgált terület és azon belül a domborzat alapján elkülönített tájtipusok jellemző vonásait és átalakulási trendjeit.

Kulcsszavak: Történeti felszínborítás, tájváltozás, erdőborítás-változás, Kárpát-medence

FOREST COVER CHANGE IN THE CARPATHIAN BASIN FROM THE MID 19TH CENTURY TILL NOWADAYS

Abstract

Human impact on landscape might be followed by the assessment of land use and land cover change. In the project „200 Years of Land Use and Land Cover Changes and their Driving Forces in the Carpathian Basin in Central Europe” founded by the NASA Land-Cover/Land-Use Change Science Program, a GIS dataset on the historic land cover, of a nearly 350 000 km² area has been provided. Four time layers, based on historic maps and CLC data have been assessed by GIS and statistical methods. The focus of the present paper is the forest cover change amongst the results of the land cover transformation processes. The main tendencies of changes of the entire study area and the specificities of the main landscape types are being presented here.

Keywords: Historical land cover change, landscape change, forest cover change, Carpathian Basin

¹The NASA Land-Cover/Land-Use Change Science Program: <http://lcluc.umd.edu/>

²<http://lcluc.umd.edu/projects/200-years-land-use-and-land-cover-changes-and-their-driving-forces-carpathian-basin-central/>
<http://evgi.emk.nyme.hu/index.php?id=24015&L=1>

³CORINE Land Cover (Felszínborítás) adatbázis – European Environmental Agency:
<http://www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover>

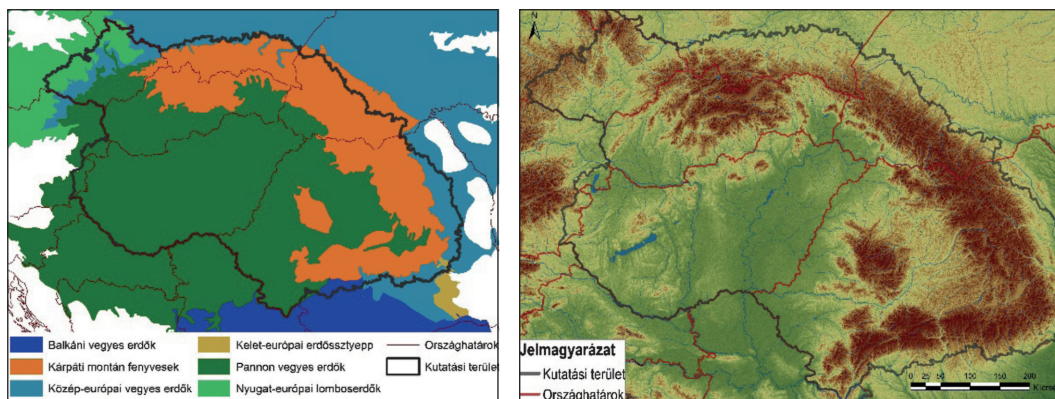
BEVEZETÉS

A felszínborítás változása a táj átalakulásának komplex jellemzője (Antrop 2005), ami által a táj átalakított-sága, illetve természetessége, a tájhasználat főbb mintázata és intenzitása nyomon követhető. Nem véletlen, hogy a térségi környezetvizsgálatokban mind dominánsabb szerepet tölt be az elmúlt évtizedekben. Mutatja ezt a kiterjedt nemzetközi kutatási és publikációs tevékenység, amelyből csak néhányat említünk (Kienast 1993; Cousins 2001; Nagy 2003; Bender és mtsai 2005; Kozak és mtsai 2008; Gerard és mtsai 2010; Konkoly-Gyuró és mtsai 2014; Fuchs és mtsai 2015; Konkoly-Gyuró és mtsai 2016). A felszínborítás-változás elemzésén belül az erdőtakaró áll számos vizsgálat fókuszában (Mouillot és mtsai 2005; Griffiths és mtsai 2014), több elemzés foglalkozik a Kárpátok térségének erdőtakaró változásával (Kozak 2003; Kozak és mtsai 2007; Kuemmerle és mtsai 2009; Sereda és Lukáň 2009; Munteanu és mtsai 2014; Munteanu és mtsai 2015; Kaim és mtsai 2016). A Kárpát-medence egészére kiterjedő hosszú távú felszínborítás elemzés azonban mindezig nem készült.

A NASA „Felszínborítás és tájhasználat-változás tudományos programja” által támogatott, a Madison Egyetem (Wisconsin, USA) révén koordinált, „A Kárpát-medence felszínborítás-változása az elmúlt 200 évben” címet viselő kutatási projekt (2011–2014) fő célkitűzése egy olyan adatbázis létrehozása volt, amely a Kárpát-medence térségében a hosszú távú földhasználat-, illetve felszínborítás-változás elemzése számára forrásként szolgálhat.

A KUTATÁS TERÜLETE ÉS MÓDSZERE

A felszínborítás-változás elemzése a mai Magyarország, Románia, Ukrajna, Szlovákia, Csehország, Lengyelország, valamint Ausztria területére esik és mintegy 350 000 km²-t foglal magába. A kutatási terület lehatárolásánál figyelembe vettük a Kárpát-medence természetföldrajzi határait, a klimatikus, a topográfiai és a geobotanikai adatokon alapuló ökorégiókat (EEA 2003), valamint – főként a térképállományok beszerezhetősége végett – a jelenlegi országhatárokat (1. ábra).



1. a.b ábra: A kutatási terület az európai ökorégiók és a domborzat térképén (EEA 2003; NASA JPL 2013)

Figure 1. a.b: Study area on the European Ecoregions Map and its Relief (EEA 2003; NASA JPL 2013)

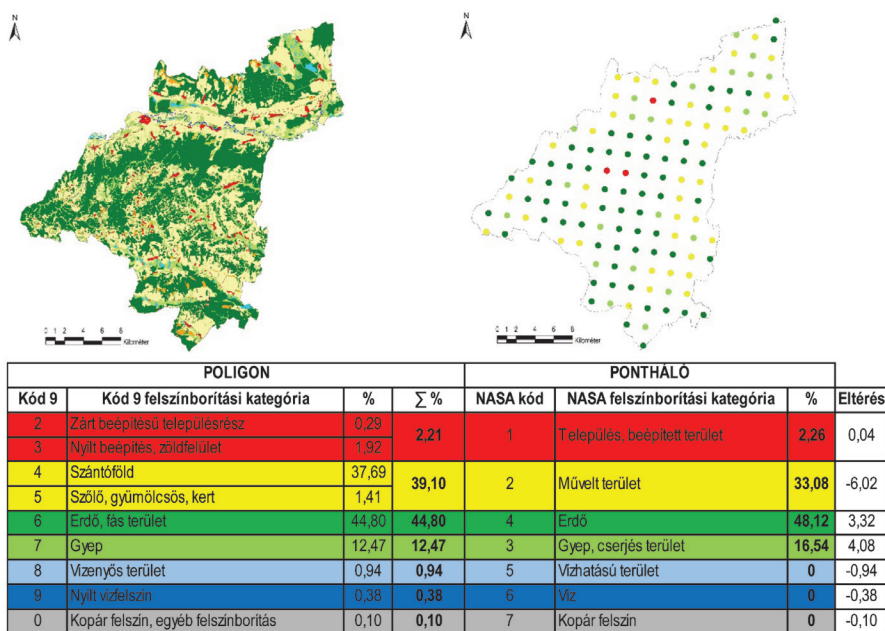
A Kárpát-medence térségére vonatkozóan a 18. század végétől rendelkezésünkre állnak a felszínborítás elemzésére alkalmas, közel egységes módszertan alapján készített, közepes méretarányú történeti térképek, a katonai felmérések (Arcanum 2006a, b, 2007; Jankó 2007). Az első idősik térképét a második katonai felmérés szelvényei alapján készítettük, tekintettel arra, hogy kutatási előzményekből tudhatóan (Nagy 2003, 2008; Konkoly-Gyuró és mtsai 2010; Konkoly-Gyuró és mtsai 2014) az 1763–1787 között készített első és az

1819-ben kezdődött második katonai felmérés között eltelt időben a felszínborítás-változás a vizsgált 200 éves időtáv egészét szemlélve kevésbé számottevő, és a második felmérés tematikusan és geometriailag is lényegesen pontosabb az első felmérésnél. A következő időszak a 20. század első felét mutatja, a két világháború közötti időszakból származó harmadik katonai felmérés reambulált térképei alapján. Ezt követően a második világháború utáni, 1950–80-as időszak katonai topográfiai térképei szolgáltak a harmadik időszak alapjául, Magyarországon konkrétan az ún. Újfelmérés (HM Térképészeti Intézet 1957–1959). A jelen állapot térképe a 2006-os CORINE felszínborítás adatbázis (EEA 2014) alapján készült Ukrajna térségének kivételével, ahol egy 2000-ben készített műholdfelvételt (Kuemmerle és mtsai 2010) használtunk fel a CLC állomány hiánya miatt.

A digitalizálás módszertana

A történeti térképek felszínborítási információinak rögzítése a tájtörténeti kutatások során kis- és középtáj léptékben jellemzően a vizsgálandó területet teljes egészében lefedő poligonháló segítségével történik. A Kárpát-medence térségének térbeli kiterjedése azonban olyan mértékű munkaidő-ráfordítást tett volna szükségessé, ami meghaladta a projekt adta lehetőségeket. A felszínborítási információkat ezért 2×2 kilométeres rácsháló pontjaiban digitalizáltuk a LUCAS felmérést (Land Use and Cover Area frame Survey), valamint az INSPIRE rendszer (Infrastructure for Spatial Information in the European Community) javasolt vetületét (Lambert Azimuthal Equal Area / ETRS-LAEA) véve alapul (Gallego és Delincé 2010; EEA 2013).

A digitalizálási módszer helyességének igazolására a ponthálós állományokat összevetettük a korábbiakban készített poligonos digitalizálásból származó adatokkal (Balázs és mtsai 2012; Király és mtsai 2013). Az eredmények összevetéséből látható, hogy igen kis eltérések mutatkoznak még kistáj léptékben is a változatos domborzatú és felszínborítású Őrségben. A mintában szereplő 130 pont esetében, ami a teljes mintapontszám 0,14%-a, 0–6% közötti különbség adódott (2.a.b. ábra, 1. táblázat). További validálást



2. a.b ábra, 1. táblázat: Poligonos és ponthálós felszínborítási információk összevetése az Őrségben
Figure 2. a.b, Table 1: Comparison of polygon and pointgrid land cover information in Őrség region

végeztünk sík területen, a Fertő-Hanság medence térségében, ahol hasonló nagyságrendű max. 6%, eltérés mutatkozott (Konkoly-Gyuró és mtsai 2016). Mindezek alapján joggal tekinthetjük a ponthálós módszert elegendő pontosságúnak a Kárpát-medence egészére és nagytájaira vonatkozóan.

A kutatás során 7 fő felszínborítási kategóriát alkalmaztunk egységesen a teljes vizsgálati területre: 1) Település, beépített terület; 2) Művelt terület (szántó, szőlő, kert, gyümölcsös); 3) Gyep, cserjés terület; 4) Erdő; 5) Vízhátású terület; 6) Víz; 7) Kopár felszín. Ott azonban, ahol ennél részletesebb információ is rendelkezésre állt, a kategóriákat finomabban is rögzítettük. A digitalizálást mindig a lehető legrészletesebb kategóriaszint alapján végeztük és az információkat aggregáltuk a főkategóriába. Az erdőborítás az esetek többségében két hierarchiaszinten volt elkülöníthető: az 'Erdő' főkategóriában 'Lombhullató erdő', 'Vegyes erdő' és 'Örökzöld erdő' kategóriák azonosítása történt.

Az elemzés módszertana

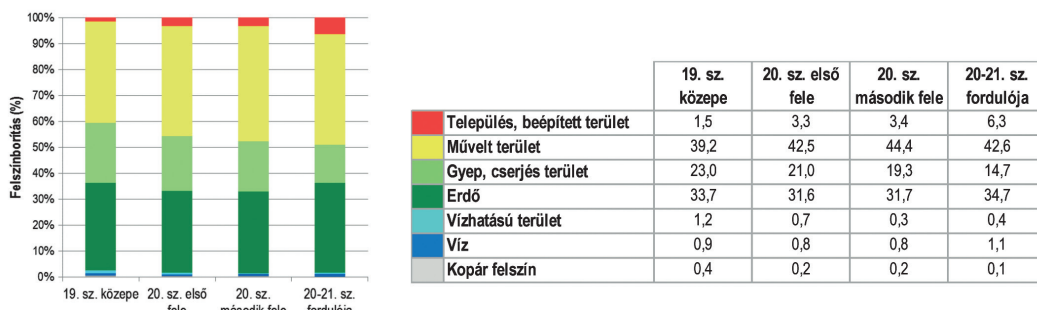
Az elkészült adatbázis mindösszesen 91.477 mintapontot foglal magába, amelyekhez azonban nem minden idősíkból tudtunk felszínborítási információt rendelni. A korábbi időszakokra vonatkozóan a térkép hiányából, vagy a térkép minőségéből adódóan a felszínborítás nem azonosítható a teljes mintaterületen. Az egyes idősíkok esetében az adathiány az összes mintaponthoz viszonyítva a következőként alakul: 19. sz. második fele: 4,5%, 20. sz. első fele: 4,3%, 20. sz. második fele: 1,0%. Az ezredfordulón minden adat rendelkezésre áll.

A kutatási terület mintapontjainak 91%-án (83.656 db) volt a felszínborítás azonosítható minden idősíkra vonatkozóan. Itt az egyes felszínborítás-típusok egymásba történő átalakulásai világosan nyomon követhetőek. A változások elemzésére és szemléltetésére a klasszikus oszlopdiagramok és össz-százalékarányok mellett a legutóbbi évtizedekben mindinkább elterjedt átalakulási mátrixokat alkalmaztuk (Cousins 2001; Mouillot és mtsai 2005; Carmona és Nahuelhual 2012; Li és mtsai 2016). Ezáltal lényegesen részletesebb információt kapunk a változásokról, mert azok típusai is nyomon követhetők (pl. gyep–erdő, szántó–erdő konverziók). Az átalakulási mátrixok értékeit térinformatikai és statisztikai vizsgálattal állítottuk elő. Első lépésben két felszínborítási térképet metszettünk össze ArcGIS 9.3 térinformatikai szoftverrel (ESRI 2009), majd a PSPP statisztikai alkalmazással (GNU PSPP 2016) összesítettük az egyes átalakulás típusokhoz tartozó változásokat. Az egyes felszínborítási típusok átalakulásának értékei a sorokból az oszlopok felé értelmezendők. Jelen tanulmányban alkalmazott mátrixok esetében egy-egy átalakuláshoz két százalékos értéket jelenítettünk meg. Az első szám az átalakulás összterülethez viszonyított arányát, a második szám pedig a sorokban található felszínborítási kategóriák (pl. erdő, vagy gyep stb.) összterületéhez viszonyított változási arányát mutatja.

EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK

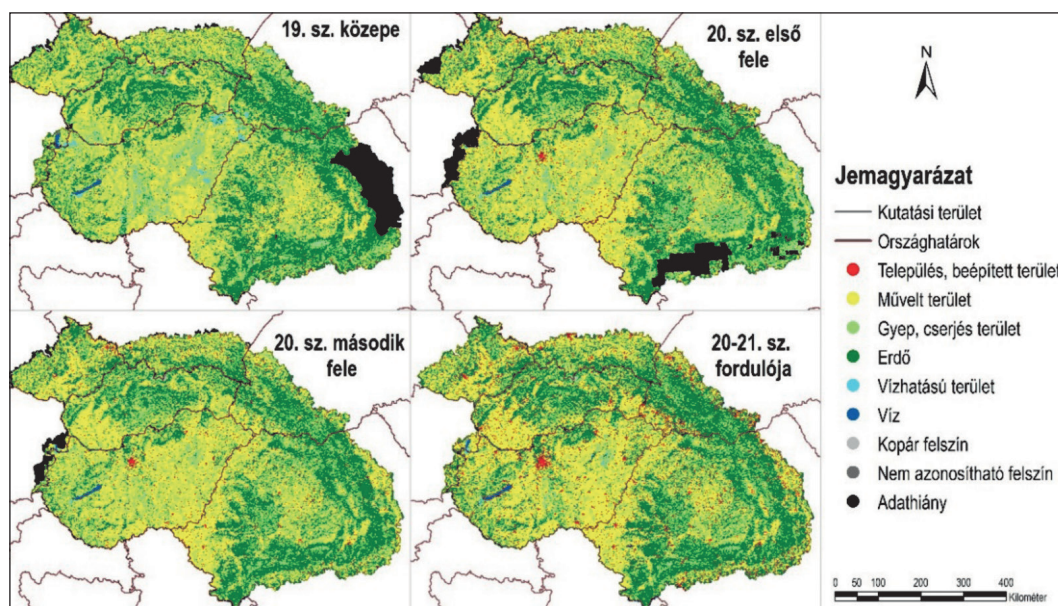
Felszínborítás-változás a mintaterület egészében

A Kárpát-medence és Magyarország egészére az első szintű kategóriarendszer alapján jelenítettük meg és elemeztük a felszínborítási információkat (3–4. ábra). Hangsúlyozzuk, hogy a művelt terület kategóriában összesítve szerepelnek a szántó-, a szőlő-, a gyümölcsös és a kertművelésű területek, amelyeken belül a vizsgált időszakban a szántó a domináns, a kategórián belüli 85–86%-os területi részesedésével.



3. ábra, 2. táblázat: Felszínborítás változás (%) a Kárpát-medence térségében (1819–2006)

Figure 3, Table 2: Land cover change (%) in the Carpathian Basin (1819–2006)



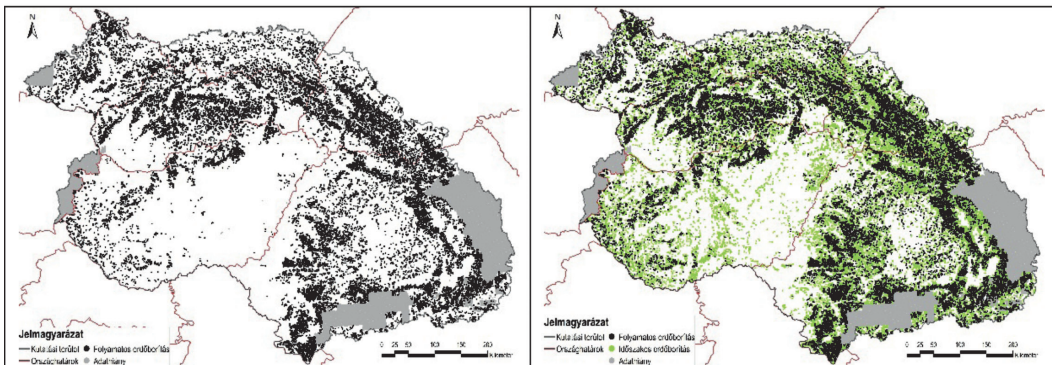
4. a.b.c.d ábra: A Kárpát-medence térségének történeti felszínborítása (1819–2006)

Figure 4. a.b.c.d: Historical land cover of the Carpathian Basin (1819–2006)

A 4. ábrán látható térképek előállításában közreműködtek (az intézményeket lásd a cikk végén található köszönetnyilvánításban): J. Alix-Garcia^a, P. Balázs^b, M. Boltiziar^c, V. Butsic^d, M. Chmiel^e, E. Garbska^e, U. Gimmi^f, P. Griffiths^g, L. Halada^h, D. Kaim^e, G. Királyⁱ, E. Konkoly-Gyuró^b, J. Kozak^e, T. Kuchmajⁱ, T. Kuemmerle^g, K. Kysucká^h, J. Lieskovsky^h, P. Mackovcin^k, M. Mojses^h, D. Mueller^l, C. Munteanu^m, K. Ostafin^e, K. Ostapowicz^e, A. Prociak^e, O. Shandra^j, P. Stychⁿ, P. Suglik^e, V. Radeloff^m, S. Walker^a

Erdőborítás-változás a mintaterület egészében

A Kárpát-medence egészében az erdőtakaró össz-területarányát tekintve állandó maradt a vizsgált időszakban. A legnagyobb változások: 2,1% csökkenés (33,7% → 31,6%) a 19. század közepe és a 20. század első fele között, majd 3,1% növekedés a 20. század második fele és az ezredforduló között mutatkozott. Ha azonban az adatokat a térképeken, illetve az átalakulási mátrixokban is megvizsgáljuk, akkor látjuk, hogy a minden időszokban azonosítható mintapontoknak (83 656) mindössze 21,7%-án volt folyamatosan erdőborítás az elmúlt két évszázadban (5.a. ábra) és további 23,4%-án találunk erdőt valamely időszokban (5.b. ábra). Összesen az elmúlt két évszázadban a Kárpát-medence vizsgált térségének 45,1%-án volt valamikor erdő. A jelenkori erdőknek pedig mindössze 62,6%-a volt mindvégig erdő.



5. a. b ábra: Folyamatos és időszakos erdőborítás a Kárpát-medence térségében (1819–2006)

Figure 5. a.b: Continuous and temporary forest cover in the area of the Carpathian Basin (1819–2006)

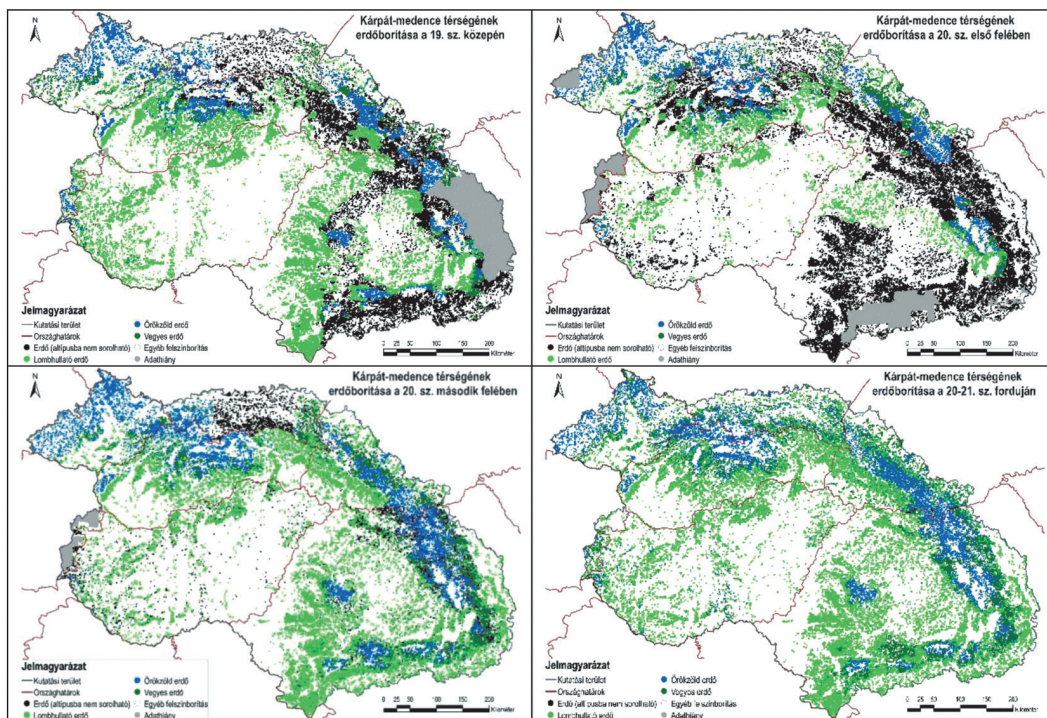
Az állandóan erdővel borított területek 36,4%-án volt azonosítható minden időszokban az erdő altípusa is (6. ábra). A lombhullató erdők ezeken a mintapontokon a 20. század első felére 2,5%-kal csökkentek, majd 6,4%-os növekedést mutatnak az ezredfordulóig. Az örökzöld és vegyes erdők esetében 2–3% közötti ingadozás látható (3. táblázat, 6, 7. ábra).

3. táblázat: Az erdőtípusok aránya a minden időszokban altípusba sorolható erdők esetében (%)

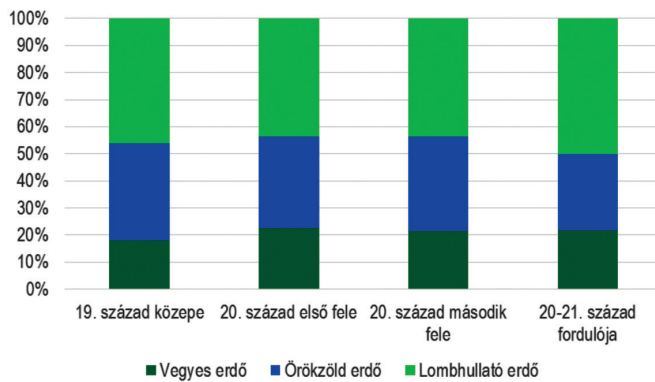
Table 3: Ratio of forest types based on the identifiable sample points

	19. sz. közepe	20. sz. első fele	20. sz. második fele	20–21. sz. fordulója
Lombhullató erdő	46,0	43,5	43,6	50,1
Örökzöld erdő	35,9	33,9	35,1	28,3
Vegyes erdő	18,1	22,6	21,4	21,6

Az átalakulási mátrixból (4.a.b. táblázat) látható továbbá, hogy a valóságban az örökzöld és a vegyes erdők egymásba alakulása volt jelentősebb mértékű. A térképeken pedig a változások földrajzi eloszlása is nyomon követhető. Ennek néhány példáját mutatjuk be a 8.a.b. ábrán, amiből látható, hogy a 20. század végén főként a Kárpátokat és a Délnyugat-Dunántúlt érintették a változások. A továbbiakban a változások időbeli leírásához bevezetünk és az egyértelműség biztosítása érdekében konzekvensen használunk három, időszakkal definiált periódust: 1–2. időszak közötti változások = 19. század vége, 2–3. időszak közötti változások = 20. század közepe, 3–4. időszak közötti változások = 20. század vége.



6. a.b.c.d ábra: Az erdőborítás történeti változása a Kárpát-medence térségében
 Figure 6. a.b.c.d: Historical change of the forest cover in the area of the Carpathian Basin

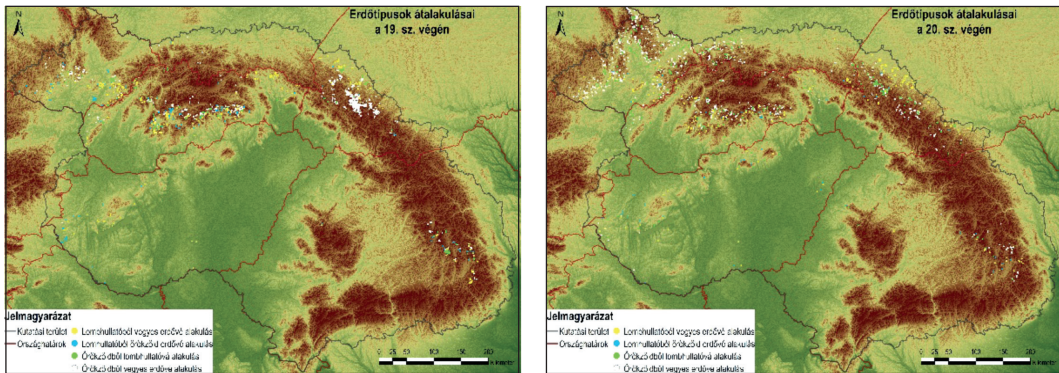


7. ábra: Az erdőtípusok aránya a minden időszakban altípusba sorolható erdők esetében
 Figure 7: Ratio of forest types based on the identifiable sample points

4. a.b táblázat: Az erdőtípusok átalakulása a 19. század végén és a 20. század végén
Table 4. a.b: Forest types transitions at the end of the 19th C. and at the end of 20th C.

19. század vége Altípusba sorolható erdők Összterülethez és adott kategóriához viszonyított arány (%)	Lomb- hullató erdő		Örökzöld erdő		Vegyes erdő	
Lombhullató erdő	40,0	87,0	4,1	9,0	1,9	4,0
Örökzöld erdő	1,3	3,7	6,9	19,2	27,7	77,0
Vegyes erdő	2,2	11,9	11,5	63,7	4,4	24,3

20. század vége Altípusba sorolható erdők Összterülethez és adott kategóriához viszonyított arány (%)	Lomb- hullató erdő		Örökzöld erdő		Vegyes erdő	
Lombhullató erdő	39,2	90,0	3,7	8,4	0,7	1,6
Örökzöld erdő	3,5	10,0	9,5	27,0	22,1	63,0
Vegyes erdő	7,3	34,4	8,5	39,7	5,5	25,9



8. a.b ábra: Az erdőtípusok átalakulásának példái a 19–20. századok folyamán
Figure 8. a.b: Examples of forest types transitions during the 19th and 20th C.

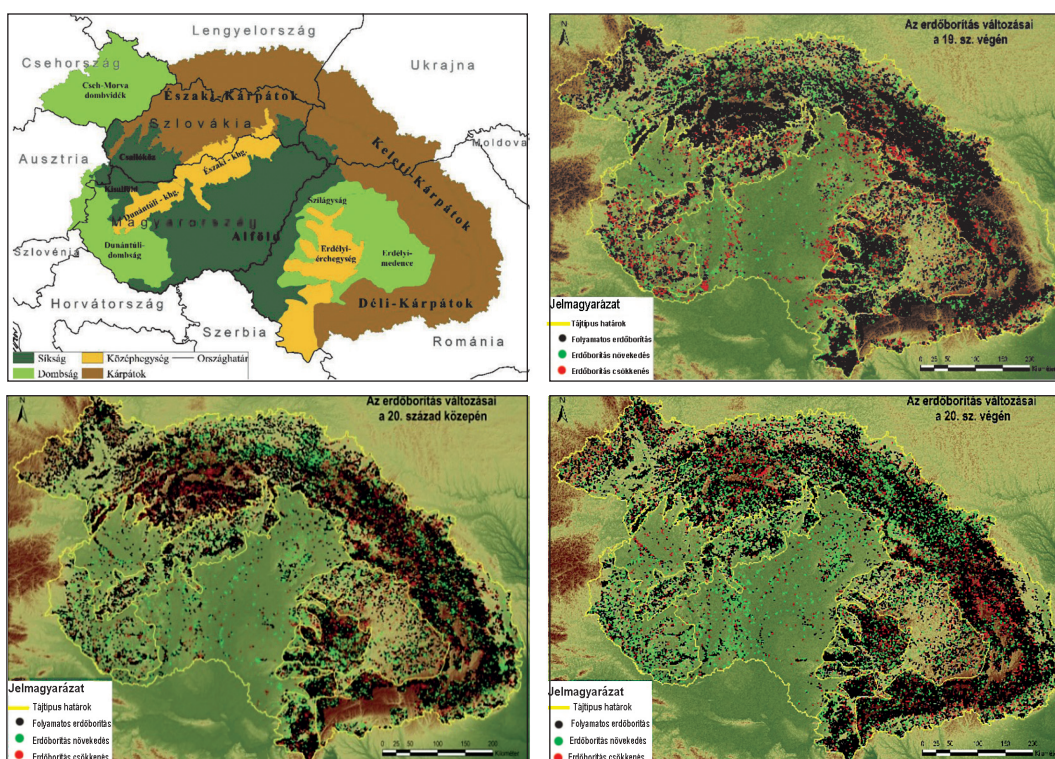
Az erdő és más felszínborítási kategóriák közötti átalakulásokat tekintve a vizsgált 200 éves időszakban összességében legjelentősebbek az erdő–gyep és az erdő–művelt terület konverziók. Jól szemlélteti ezt a 20. század végére vonatkozó átalakulási mátrix (5. táblázat).

5. táblázat: Felszínborítás-átalakulások a Kárpát-medence térségében a 20. század végén
Table 5: Land cover transitions in the Carpathian Basin at the end of the 20th C.

20. sz. vége Kárpát-medence Összterülethez és adott kategóriához viszonyított arány (%)	Település, beépített terület		Művelt terület		Gyep, cserjés terület		Erdő		Vízhatású terület		Víz		Kopár felszín	
Település, beépített terület	2.7	79.5	0.4	13.0	0.2	5.1	0.1	2.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0
Művelt terület	2.8	6.2	34.5	77.8	4.2	9.5	2.6	5.8	0.1	0.2	0.2	0.4	0.0	0.0
Gyep, cserjés terület	0.7	3.5	6.2	32.2	7.8	40.3	4.2	21.9	0.2	1.0	0.2	0.9	0.1	0.3
Erdő	0.2	0.6	1.2	3.9	2.4	7.7	27.8	87.5	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0
Vízhatású terület	0.0	2.1	0.1	31.8	0.1	21.9	0.0	9.9	0.1	25.3	0.0	9.0	0.0	0.0
Víz	0.0	4.4	0.1	14.8	0.0	3.3	0.0	2.7	0.0	0.9	0.6	73.9	0.0	0.0
Kopár felszín	0.0	6.8	0.0	12.3	0.0	22.8	0.0	22.2	0.0	0.0	0.0	16.0	0.0	19.8

Az erdőtakaró változása a domborzat alapján elkülönített tájtypusokban

Az idősorok adatainak első elemzéséből nyilvánvalóvá vált, hogy a vizsgált terület egészére végzett elemzések esetében az össz-változások mutatóinál elmosódhatnak a lényegi folyamatok a különböző tájtypusokban lejátszódó, egymással ellentétes konverziók miatt, annak ellenére is, hogy a térképek láttatják a fő területi változásokat. A művelt terület aránya például jelentősen nőtt a síkságokon, viszont a hegy- és dombvidéken többnyire ellentétes folyamatok játszódtak le a vizsgált időszakban. Az egyes átalakulás-típusok tehát jellemzően a talaj- és relief-adottságoknak feleltethetők meg. Az erdő–gyep konverziók a hegységeken és a dombvidékeken jellemzőek, az erdő–művelt terület átalakulások pedig a hegységperemeken, a dombvidékeken és a síkságokon. A változásokról ezért lényegesen pontosabb információt kaphatunk tájtypusok szerinti bontásban. Fenti megfontolásból elkészítettük a Kárpát-medence nagytájainak digitális térképét (9.a. ábra), amelyben elkülönítettük a Kárpátok hegyláncát, a középhegységeket, a dombvidékeket és a medencetájokat, valamint a síkságokat.



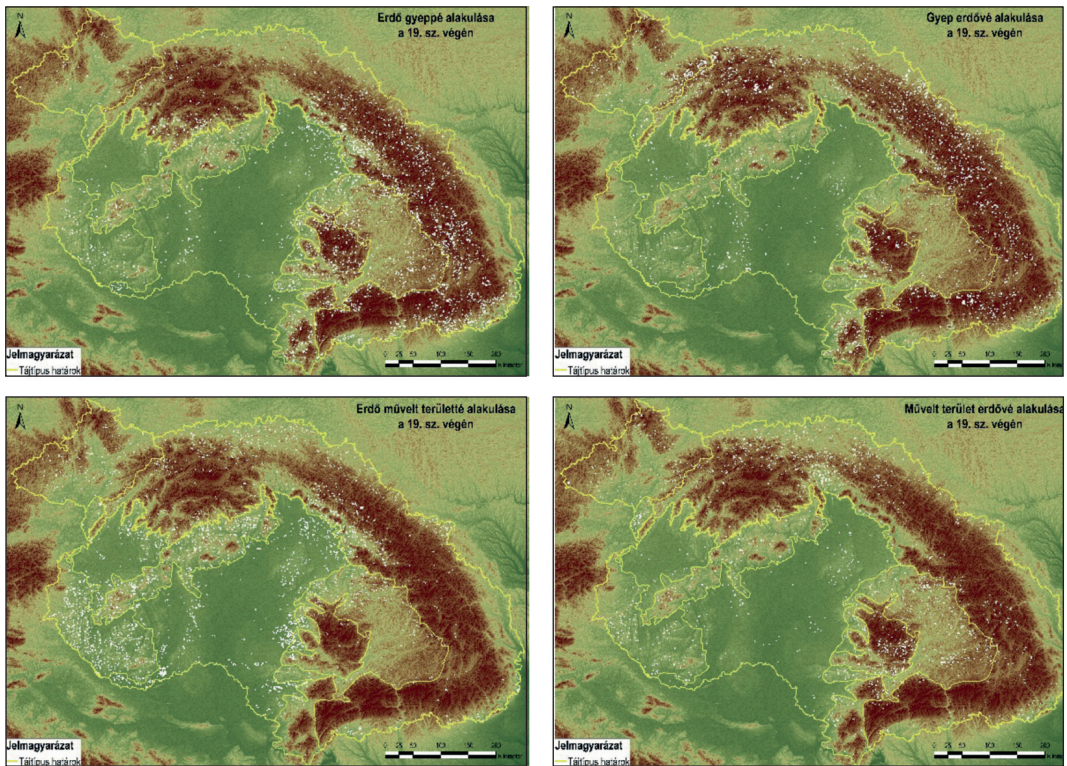
9. a. ábra: A Kárpát-medence térségének nagytájai Magyarország Nemzeti Atlasza (Pécsi és mtsai 1989), Lieskovský és mtsai (2010) és Bartos-Elekes (2015) alapján. 9. b.c.d. ábra: Az erdőborítás változása a vizsgált időszakokban

Figure 9. a: Macrolandscapes of the Carpathian Basin (based on Pécsi et al. (1989), Lieskovský et al. (2010) and Bartos-Elekes (2015).

Figure 9. b.c.d: Forest cover change in the study periods

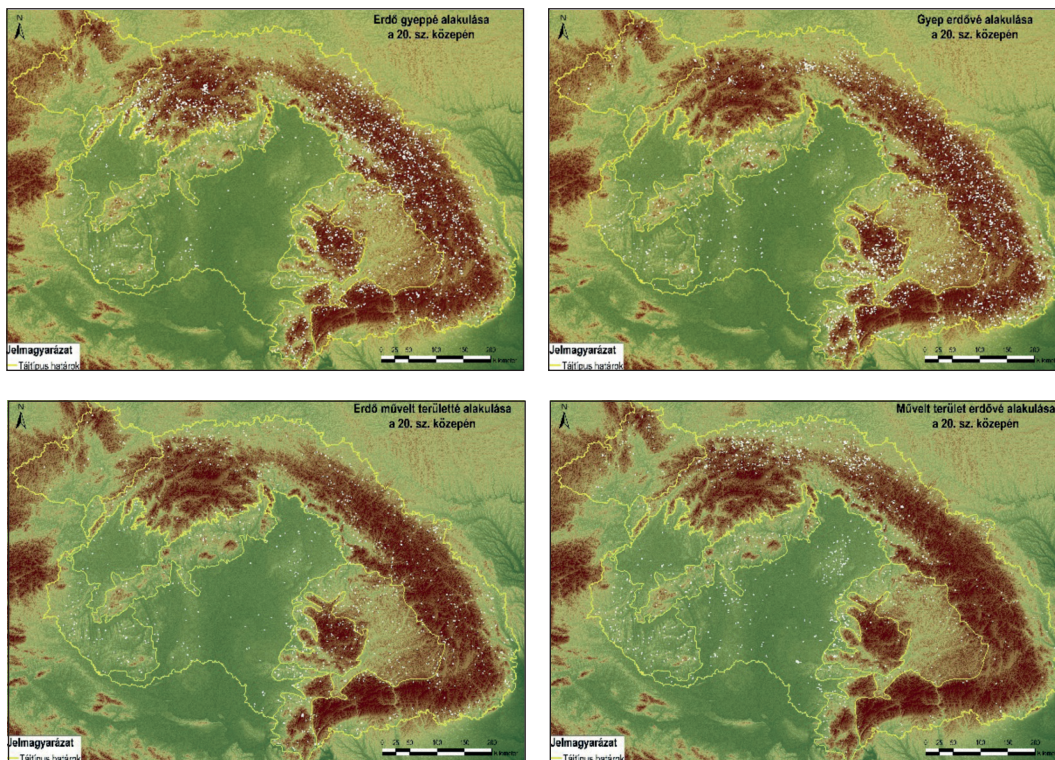
Az erdőborítás változáselemzését a domborzat alapján lehatárolt tájtypusokra vonatkoztatva mutatjuk be. Az erdőtakaró csökkenése a 19. század végén főként a hegységperemi síkságokon és a dombvidékeken, valamint a középhegységeken és a Keleti- és Déli-Kárpátok hegyközi medencéiben tapasztalható. A 20. század közepén az erdők apadása egyértelműen a Kárpátok és a középhegységek magasabb régióiba tevődött át. Ezt követően a 20. század végén a Keleti-Kárpátok erdélyi területén és a Déli-Kárpátokban volt legerőteljesebb a csökkenés.

Az erdők számottevően növekvő területét mutatják a térképek a 19. század végén a Kárpátok alacsonyabb térszínein, valamint a külső peremvidékeken, leghatározottabban az Északi-Kárpátokban. Nem elhanyagolható növekedés mutatkozik azonban az Erdélyi-érchegységben és a Déli-Kárpátokban is, valamint szórványosan előfordul a Mezőségen és az alföldek mélyebb fekvésű térségeiben is. A 20. század közepén folytatódik a növekedés az Északi-Kárpátok külső peremén és határozottabbá válik a Keleti- és Déli-Kárpátokban, valamint az Erdélyi-érchegységben. Kiegyenlített a csökkenés és a növekedés a Mezőségen, valamint a magyarországi tájakon. A 20. század végén nem elsősorban tájanként, hanem országonként mutatkoznak jelentős különbségek. Számottevő növekedés látható Magyarországon, Szlovákiában és Ukrajnában, míg a többi országban ennél lényegesen kisebb mértékű a növekmény.



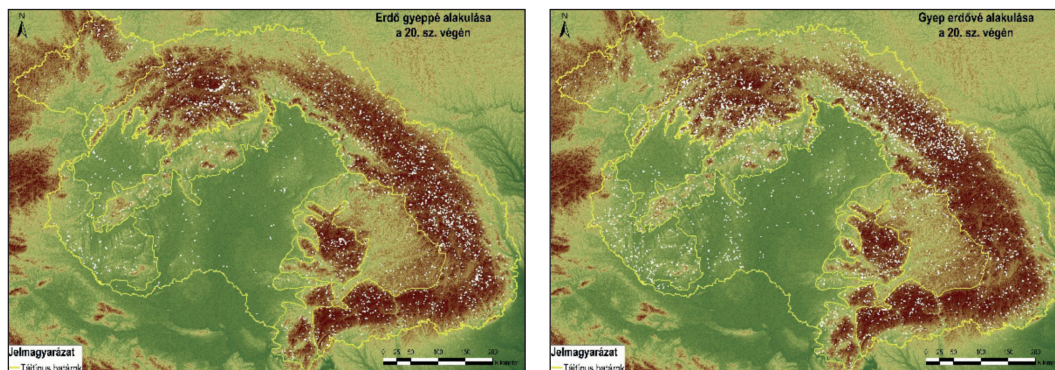
10. a.b.c.d ábra: Erdő-gyep és erdő-művelt terület átalakulások a 19. század végén
 Figure 10. a.b.c.d: Transitions of forest-grassland and forest-agricultural areas at the end of the 19th C.

Az erdőborítás változása az elmúlt 200 évben döntően az erdő-gyep és erdő-művelt terület konverzióknak köszönhető, amelyek időbeli és térbeli alakulását a 10–12. ábrák szemléltetik.



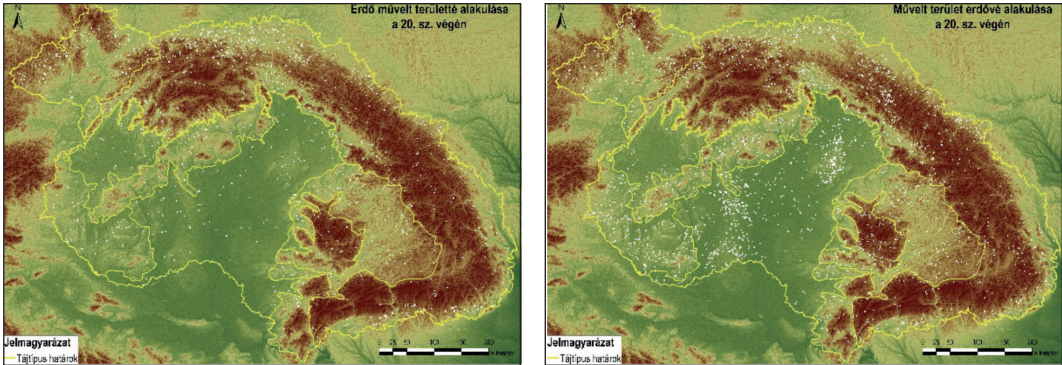
11. a.b.c.d ábra: Erdő-gyep és erdő-művelt terület átalakulások a 20. század közepén

Figure 11. c.d: Transitions of forest-grassland and forest-agricultural areas in the middle of the 20th C.



12. a.b. ábra: Erdő-gyep és erdő-művelt terület átalakulások a 20. század végén

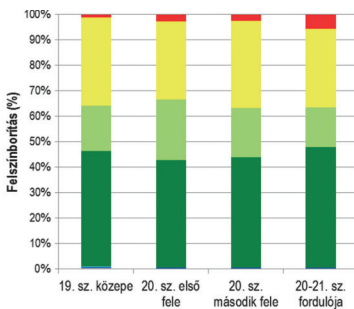
Figure 12. a.b.: Transitions of forest-grassland and forest-agricultural areas at the end of the 20th C.



12. c.d ábra: Erdő–gyep és erdő–művelt terület átalakulások a 20. század végén
 Figure 12. c.d: Transitions of forest–grassland and forest–agricultural areas at the end of the 20th C.

Kárpátok

A Kárpátok felszínborításában az 50% körüli erdőarány jellemző. A 19. században és a világháborúk közötti időszakban a térkép-hiányok miatt nem azonosítható területek is döntően erdősültek lehettek. A művelt területek és a gyepesek közel azonos felszín borítanak, bár előbbiek enyhén növekvő, a gyepesek pedig csökkenő tendenciát mutatnak. Az erdő aránya a 13. ábra és a 6. táblázat szerint összességében nem változott számottevően, a 20. század második feléig szerény csökkenést, majd növekedést találunk. A 7. táblázat átalakulási mátrixa és a 10–12. ábrák térképei azonban jelentős konverziókat mutatnak.



	19. sz. közepe	20. sz. első fele	20. sz. második fele	20-21. sz. fordulója
Település, beépített terület	1,3	2,8	2,6	5,7
Művelt terület	34,6	30,7	34,2	30,9
Gyep, cserjés terület	17,9	23,8	19,4	15,5
Erdő	45,3	42,2	43,2	47,3
Vízhátasú terület	0,1	0,1	0,1	0,1
Víz	0,4	0,3	0,4	0,5
Kopár felszín	0,4	0,2	0,1	0,1

13. ábra, 6. táblázat: A felszínborítás változása a Kárpátokban (%)
 Figure 13, Table 6: Land cover change in the Carpathian Mountains (%)

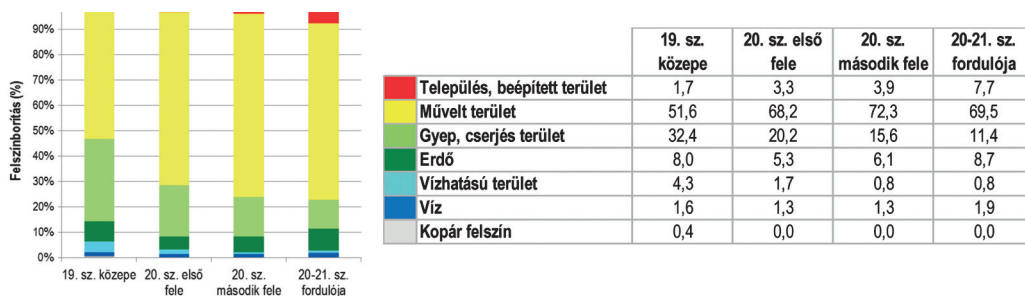
Az Északi-Kárpátok szlovákiai, déli térségében a hegységperemen és a völgyekben, egyre északabbra tolódva, az erdők gyepé alakulása a legjellemzőbb folyamat mindhárom vizsgált időszakban. Az északi (cseh és lengyel) oldalon ezzel ellentétben az erdők területe növekedett a gyepesek rovására. A Keleti- és Déli-Kárpátokban viszonylag kiegyenlített az erdők gyepé és a gyepesek erdővé alakulása a 20. század közepéig. Majd a 20. század végén a Kárpátok romániai térségében nagyon erős az erdők csökkenése és az irtásokon a gyepesek térnyerése. Ukrajnában viszont fordított a helyzet, ott az erdők gyarapodtak a gyepesek rovására. A művelt területek erdővé alakulása a Kárpátok külső peremén történt, miközben a művelt terület folyamatosan növekszik a gyepesek rovására.

7. táblázat: A felszínborítás átalakulási mátrixa a Kárpátokban a 20. század végén
Table 7: Land cover transition matrix of the Carpathian Mountains at the end of 20th C.

20. sz. vége Kárpátok Összterülethez és adott kategóriához viszonyított arány (%)	Település, beépített terület		Művelt terület		Gyep, cserjés terület		Erdő		Vízhatású terület		Víz		Kopár felszín	
Település, beépített terület	1,7	57,9	0,7	23,7	0,4	13,2	0,1	4,6	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0
Művelt terület	2,5	10,5	14,9	63,3	3,6	15,2	2,4	10,2	0,0	0,2	0,1	0,6	0,0	0,0
Gyep, cserjés terület	0,8	3,7	6,1	27,3	8,2	37,0	6,9	31,0	0,0	0,1	0,1	0,4	0,1	0,5
Erdő	0,3	0,5	1,8	3,6	4,3	8,5	43,9	87,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
Vízhatású terület	0,0	0,0	0,0	58,3	0,0	25,0	0,0	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Víz	0,0	8,3	0,1	21,5	0,0	7,4	0,0	10,7	0,0	0,0	0,2	52,1	0,0	0,0
Kopár felszín	0,0	8,0	0,0	9,4	0,1	23,2	0,1	21,0	0,0	0,0	0,1	15,2	0,1	23,2

Középhegységek

A középhegységek felszínborítási arányai hasonlóak a Kárpátokéhoz, jóllehet az erdők átlagban mintegy 5%-kal alacsonyabb, a művelt területek pedig ugyanennyivel magasabb arányt képviselnek. A középhegységi erdők összterülete a 20. század első feléig csökken, majd ezt követően növekszik, és az ezredfordulóra meghaladja a kezdeti értéket.



14. ábra, 8. táblázat: A középhegységek felszínborításának átalakulása (%)
Figure 14, Table 8: Land cover change in the middle ranges (%)

Az erdők összterületének csökkenése az első periódusban nem a teljes vizsgált területre jellemző, országonként itt is, miként a Kárpátokban, jelentős különbségeket mutatnak a térképek. A magyarországi középhegységek egészében számottevő az erdőállományok megcsappanása, míg az Erdélyi-érchegységben a növekedés van túlsúlyban. Az erdők hazai csökkenését okozták a jobbágyfelszabadítás után a hegyközi kismedencékben történt irtások, ahol ezt követően szántógazdálkodást folytattak. Ezt mutatja az erdők szántóvá alakulásának jelentős mértéke.

A művelt terület csökkenése az Erdélyi-érchegységben az erdőszülség növekedése miatt történt. A hazai hegységperemi tájakon pedig a művelt területek között számottevő volt a szőlő aránya is, amelyeket a 19. század végi filoxeravész után a meredekebb lejtőkön felhagytak és helyükön gyepek alakultak ki. A felha-

gyott szőlők spontán beerdősülése, illetve erdősítésük csak később, a 20. század második felében, illetve a század végén következett be. Az erdők növekedése részben ennek tudható be, részben pedig annak, hogy a hegyvidéken a korábban önellátásra törekvő falvakban felhagyták a szántóművelést és a gyepgazdálkodás is jelentősen visszaszorult a 20. század végén.

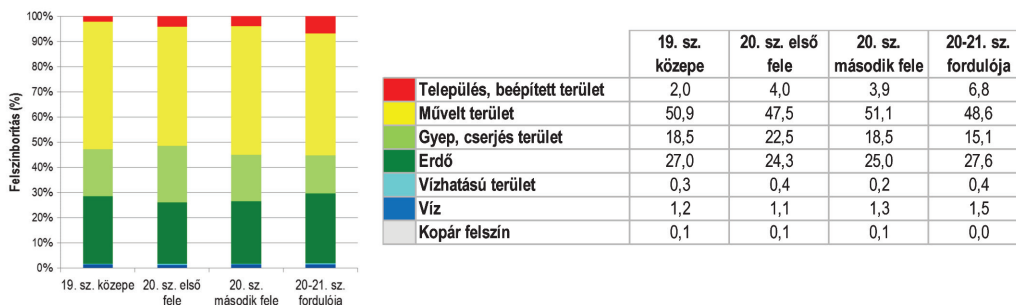
9. táblázat. A felszínborítás átalakulási mátrixa a középhegységekben a 19. század végén

Table 9: Land cover transition matrix of the middle ranges at the end of 19th C.

19. sz. vége Középhegységek Összterülethez és adott kategóriához viszonyított arány (%)	Település, beépített terület		Művelt terület		Gyep, cserjés terület		Erdő		Vízhatású terület		Víz		Kopár felszín	
Település, beépített terület	1,1	84,2	0,0	2,9	0,1	10,8	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0
Művelt terület	1,1	3,2	21,2	61,4	9,3	26,8	2,9	8,5	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1
Gyep, cserjés terület	0,4	2,5	5,1	28,7	8,8	49,3	3,4	18,9	0,1	0,4	0,0	0,1	0,0	0,1
Erdő	0,1	0,2	4,2	9,3	5,3	11,7	35,6	78,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
Vízhatású terület	0,0	0,0	0,0	14,3	0,0	71,4	0,0	0,0	0,0	14,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Víz	0,0	6,5	0,1	17,4	0,1	21,7	0,0	4,3	0,0	0,0	0,2	47,8	0,0	2,2
Kopár felszín	0,0	2,3	0,0	4,5	0,1	22,7	0,2	59,1	0,0	0,0	0,0	2,3	0,0	9,1

Domságok

A dombvidékeken és a hullámos felszínű medencetájakon már határozottan alacsonyabb az erdősültség – a Kárpátoknál átlag 25%-kal, a középhegységeknél 20%-kal kisebb értékeket találunk. Az erdők a 19. század közepétől cca. a 20. század első feléig összességében enyhén csökkenő tendenciát mutatnak, majd a 20. század második felétől növekedés kezdődik és az ezredfordulóra a domságok erdősültsége eléri a kezdeti (19. század közepi) értéket.



15. ábra, 10. táblázat: A domságok felszínborításának átalakulása (%)

Figure 15, Table 10: Land cover change of the hills (%)

A 19. század végén az erdő–gyep konverziók csaknem kiegyenlítik egymást, de itt is lényegesek a területi különbségek. A Cseh-Morva dombvidéken a gyepek beerdősülése, míg az Erdélyi-medencében az erdőterület csökkenése és a gyepek térnyerése tapasztalható. Az erdők művelt területté alakulása viszont a Dunántúli-domságokon jelentős, ellentétes tendencia csak (kisebb mértékben) az Erdélyi-medencében látható.

11. táblázat: A felszínborítás átalakulási mátrixa a dombságokon a 19. század végén

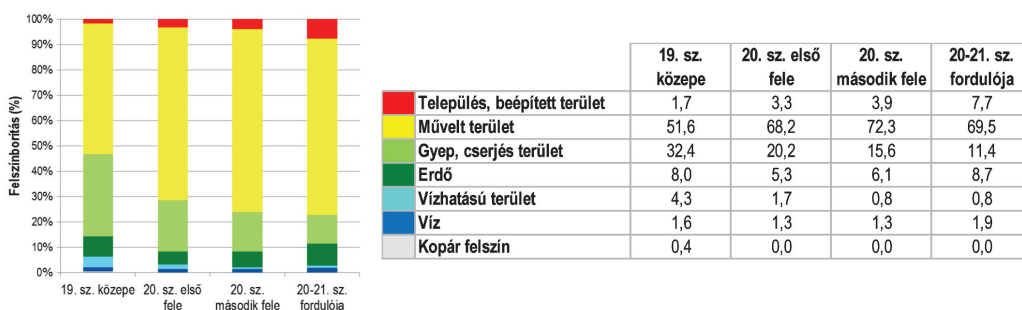
Table 11: Land cover transition matrix of the hills at the end of the 19th C.

19. sz. vége Domságok Összterülethez és adott kategóriához viszonyított arány (%)	Település, beépített terület		Művelt terület		Gyep, cserjés terület		Erdő		Vízhatású terület		Víz		Kopár felszín		
	1,7	84,9	0,2	10,8	0,1	3,0	0,0	1,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Település, beépített terület	1,7	84,9	0,2	10,8	0,1	3,0	0,0	1,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Művelt terület	1,7	3,3	35,8	70,4	10,6	20,9	2,5	5,0	0,1	0,2	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0
Gyep, cserjés terület	0,5	2,8	7,2	38,7	8,5	45,6	2,1	11,3	0,2	1,0	0,1	0,5	0,0	0,0	0,1
Erdő	0,1	0,2	4,1	15,0	3,2	11,7	19,6	72,8	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Vízhatású terület	0,0	0,0	0,1	19,6	0,1	54,9	0,0	7,8	0,0	13,7	0,0	3,9	0,0	0,0	0,0
Víz	0,0	0,4	0,1	9,7	0,1	7,2	0,0	2,1	0,1	5,5	0,9	73,8	0,0	1,3	0,0
Kopár felszín	0,0	6,3	0,0	18,8	0,0	31,3	0,0	18,8	0,0	18,8	0,0	6,3	0,0	0,0	0,0

A 20. század közepén az Erdélyi-medence magasabb régióiban a gyepek erdővé alakulása számottevő, míg a Dunántúlon az erdők irtását és művelt területté alakulását mutatják a térképek. Ez a két tendencia összességében kiegyenlíti egymást, így az erdők össz-aránya nem változik érdemben. A 20. század végén az erdőterület növekedése döntően a Dunántúli-középhegységben történik, ahol mind a gyepek, mind a művelt területek jelentős felhagyása és erdővé alakulása következik be, az Erdélyi- és Cseh-Morva-dombságok konverziói ugyanakkor kiegyenlítették és kismértékűek.

Síkságok

A Nagyalföld és a Kisalföld síkságai az elmúlt közel két évszázadban mindvégig nagyon alacsony, 10% alatti erdősültséget mutatnak. E tájakon főként a 20%-ot elérő gyep-szántó konverziók a leglényegesebb változások a normál statisztikák alapján.



16. ábra, 12. táblázat: A síkságok felszínborításának átalakulása (%)

Figure 16, Table 12: Land cover change of plains (%)

Ugyanakkor nem elhanyagolhatók az erdők és művelt területek közötti átalakulások, amelyek az összterület 3–4%-át érintik. Az erdő rovására a 19. század végén, az erdő javára a 20. század közepén történt lényegi változás. Az erdő–gyep konverziók kiegyenlítették és mindössze 1–2%-ot tesznek ki.

13. táblázat: A felszínborítás átalakulási mátrixa a síkságokon a 19. század végén
Table 13: Land cover transition matrix of the plains at the end of 19th C.

19. sz. vége Síkságok Összterülethez és adott kategóriához viszonyított arány (%)	Település, beépített terület		Művelt terület		Gyep, cserjés terület		Erdő		Vízhatású terület		Víz		Kopár felszín	
Település, beépített terület	1,6	93,8	0,1	4,3	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0
Művelt terület	1,0	2,0	44,5	86,2	5,0	9,6	0,7	1,4	0,3	0,6	0,1	0,2	0,0	0,0
Gyep, cserjés terület	0,6	2,0	17,8	54,8	11,9	36,6	1,1	3,4	0,8	2,3	0,3	0,8	0,0	0,0
Erdő	0,0	0,6	3,4	42,7	1,3	16,1	3,2	39,7	0,1	0,7	0,0	0,2	0,0	0,1
Vízhatású terület	0,0	0,4	2,1	49,0	1,6	36,6	0,1	1,9	0,4	10,1	0,1	1,9	0,0	0,1
Víz	0,0	0,3	0,2	14,0	0,3	18,5	0,1	4,6	0,1	7,1	0,9	55,3	0,0	0,3
Kopár felszín	0,0	2,3	0,1	32,6	0,1	31,4	0,1	25,6	0,0	1,2	0,0	4,7	0,0	2,3

KONKLÚZIÓK

A Kárpát-medence térségére elvégzett felszínborítás-átalakulási vizsgálatok erdőkre koncentráció bemutatása a főbb tendenciákat villantotta fel. Az elemzések rámutatnak arra, hogy tájtipusonként és azon belül is földrajzi tájanként nagyon jelentős eltérések mutatkoznak az átalakulások irányában és típusaiban, ami nagyban függ a regionális társadalmi-gazdasági folyamatoktól. A társadalmi átalakulások sorában a legjelentősebbek a jobbágyfelszabadítás, az Osztrák-Magyar Monarchia vámuniója, a trianoni határmegvonás, a szocialista rendszer összeomlása és az EU csatlakozás voltak. Az egyes országok aktuális felszínborítási arányai, ezen belül a magas, vagy alacsony erdőszűrség, szintén komoly szerepet játszanak a gazdaságpolitika, az erdészeti-, és az agrárpolitika alakításában, az erdők jogi végelmében, illetve annak hiányában és ezen keresztül az állományok és kiterjedésük változásában. Az adatbázis és az első elemzések lehetőséget adnak számos további vizsgálatra, részben a természeti, részben a társadalmi-gazdasági tényezőkkel való korrelációk feltárására és nem utolsósorban a klímamodellekben és a felszínborítás-változási modellekben történő felhasználásra.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönjük a koordinációt a Madison Egyetemnek, valamint a partner intézetek adatbázis-létrehozásban való közreműködését:

- ^a University of Wisconsin–Madison, Department of Agricultural & Applied Economics, Madison, USA
- ^b Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdővagyon-gazdálkodási és Vidékfejlesztési Intézet, Tájé tudományi és Vidékfejlesztési Intézeti Tanszék, Sopron, Magyarország
- ^c Constantine the Philosopher University, Department of Geography and Regional Development, Nitra, Slovakia
- ^d University of California–Berkeley, Department of Environmental Science, Policy, and Management, Berkeley, USA
- ^e Jagiellonian University, Institute of Geography and Spatial Management, Department of GIS, Cartography and Remote Sensing, Kraków, Poland
- ^f Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research WSL, Birmensdorf, Switzerland

- ^g Humboldt-Universität zu Berlin, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Department of Geography, Geomatics Lab, Berlin, Germany
- ^h Slovak Academy of Sciences, Institute of Landscape Ecology, Bratislava, Slovak Republic
- ⁱ Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Geomatikai, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet, Földmérési és Távérzékelési Tanszék, Sopron, Magyarország
- ^j Taras Shevchenko National University of Kyiv, Faculty of Geography, Kiev, Ukraine
- ^k Palacky University in Olomouc, Faculty of Science, Department of Geography, Olomouc, Czech Republic
- ^l Leibniz Institute of Agricultural Development in Transition Economies, Department Structural Change, Halle (Saale), Germany
- ^m University of Wisconsin–Madison, SILVIS Lab, Madison, USA
- ⁿ Charles University in Prague, Faculty of Science, Geographical Institute, Prague, Czech Republic

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Antrop, M. 2005: Why landscapes of the past are important for the future. *Landscape and Urban Planning*, 70 (1-2): 21-34. DOI: [10.1016/j.landurbplan.2003.10.002](https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2003.10.002)
- Arcanum 2006a: Az Első Katonai Felmérés: Magyar Királyság (1763-1787) 1:28.800. Budapest. Arcanum Adatbázis Kft. Budapest.
- Arcanum 2006b: A Második Katonai Felmérés: Magyar Királyság (1806-1869) 1:28.800. Arcanum Adatbázis Kft. Budapest.
- Arcanum 2007: A Harmadik Katonai Felmérés (1869-1887): a Magyar Szent Korona Országai 1:25.000. Arcanum Adatbázis Kft. Budapest.
- Balázs P.; Konkoly-Gyuró É.; Bacsárdi V. és Király G. 2012: A tájváltozás percepciója, a táj átalakulásának feltárása történeti térképelemzés és kérdőíves felmérés alapján az Őrségben és a Vendvidéken. In: Konkoly-Gyuró, É. (Szerk.): Szakmai jelentés a "Transnational Ecological Network in Central Europe" projekt 6-os munkacsomagjában. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó. Sopron. 64 p. ISBN 978-963-334-073-8.
- Bartos-Elekes Zs. 2015: Erdély tájfelosztásának vázlatos térképe. Kézirat. Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Földrajz Kar, Magyar Földrajzi Intézet, Kolozsvár, Románia.
- Bender, O.; Boehmer, H. J.; Jens, D. and Schumacher, K. P. 2005: Using GIS to analyse long-term cultural landscape change in Southern Germany. *Landscape and Urban Planning*, 70 (1-2): 111-125. DOI: [10.1016/j.landurbplan.2003.10.008](https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2003.10.008)
- Carmona, A. and Nahuelhual, L. 2012: Combining land transitions and trajectories in assessing forest cover change. *Applied Geography*, 32 (2): 904-915. DOI: [10.1016/j.apgeog.2011.09.006](https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2011.09.006)
- Cousins, S. A. O. 2001: Analysis of land-cover transitions based on 17th and 18th century cadastral maps and aerial photographs. *Landscape Ecology*, 16 (1). 41-54. DOI: [10.1023/a:1008108704358](https://doi.org/10.1023/a:1008108704358)
- EEA 2003: Digital map of European ecological regions. 1:2.500.000. European Environment Agency (EEA).
- EEA 2013: EEA reference grid. European Environment Agency (EEA).
- EEA 2014: CORINE Felszínborítási adatbázis. 17-es verzió (2013/12). European Environment Agency (EEA).
- ESRI 2009: ArcMap 9.3. ESRI - Environmental Systems Resource Institute. Redlands, California, USA.
- Fuchs, R.; Herold, M.; Verburg, P. H.; Clevers, J. G. P. W. and Eberle, J. 2015: Gross changes in reconstructions of historic land cover/use for Europe between 1900 and 2010. *Global Change Biology*, 21 (1): 299-313. DOI: [10.1111/gcb.12714](https://doi.org/10.1111/gcb.12714)
- Gallego, J. and Delincé, J. 2010: The European Land Use and Cover Area - Frame Statistical Survey. *Agricultural Survey Methods*. John Wiley & Sons, Ltd. pp. 149-168. DOI: [10.1002/9780470665480.ch10](https://doi.org/10.1002/9780470665480.ch10)
- Gerard, F.; Petit, S.; Smith, G.; Thomson, A.; Brown, N.; Manchester, S.; Wadsworth, R.; Bugar, G.; Halada, L.; Bezák, P.; Boltziar, M.; De badts, E.; Halabuk, A.; Mojses, M.; Petrovic, F.; Gregor, M.; Hazeu, G.; Múcher, C. A.; Wachowicz, M.; Huitu, H.; Tuominen, S.; Köhler, R.; Olschofsky, K.; Ziese, H.; Kolar, J.; Sustera, J.; Luque, S.; Pino, J.; Pons, X.; Roda, F.; Roscher, M. and Feranec, J. 2010: Land cover change in Europe between 1950 and 2000 determined employing aerial photography. *Progress in Physical Geography*, 34 (2): 183-205. DOI: [10.1177/0309133309360141](https://doi.org/10.1177/0309133309360141)
- GNU PSPP 2016: GNU PSPP. Version 0.9.0. Computer Software. Free Software Foundation. Boston, USA.



- Griffiths, P.; Kuemmerle, T.; Baumann, M.; Radeloff, V. C.; Abrudan, I. V.; Lieskovsky, J.; Munteanu, C.; Ostapowicz, K. and Hostert, P. 2014: Forest disturbances, forest recovery, and changes in forest types across the Carpathian ecoregion from 1985 to 2010 based on Landsat image composites. *Remote Sensing of Environment*, 151: 72-88. DOI: [10.1016/j.rse.2013.04.022](https://doi.org/10.1016/j.rse.2013.04.022)
- HM Térképészeti Intézet 1957-1959: Az 1953-59-ben készített Újfelmérés 1:25.000 méretarányú térképszelvényei. Magyar Néphadsereg Vezérkara. Hadtörténeti Térképtár. Budapest.
- Jankó A. 2007: Magyarország katonai felmérései: 1763-1950. Argumentum. Budapest. 196 p. ISBN 9789634464334
- Kaim, D.; Kozak, J.; Kolecka, N.; Ziolkowska, E.; Ostafin, K.; Ostapowicz, K.; Gimmi, U.; Munteanu, C. and Radeloff, V. C. 2016: Broad scale forest cover reconstruction from historical topographic maps. *Applied Geography*, 67: 39-48. DOI: [10.1016/j.apgeog.2015.12.003](https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2015.12.003)
- Kienast, F. 1993: Analysis of historic landscape patterns with a Geographical Information System — a methodological outline. *Landscape Ecology*, 8 (2): 103-118. DOI: [10.1007/BF00141590](https://doi.org/10.1007/BF00141590)
- Király G.; Konkoly-Gyuró É.; Márkus I.; Nagy D. és Sági É. 2013: A Fertő tónak és környékének változásai régi térképek alapján. V. Magyar Tájökológiai Konferencia kiadványa. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó. Sopron, 55-61. ISBN 978-963-334-102-5.
- Konkoly-Gyuró É.; Balázs P.; Tirászi Á. és Király G. 2016: Felszínborítás-változások a történelmi Magyarország tájain a 19. század közepétől napjainkig. In: Horváth, G. (Szerk.): Tájhasználat és tájvédelem – kihívások és lehetőségek. A Budapesten, 2015. május 21-22. között zajlott VI. Magyar Tájökológiai Konferencia kiadványa. ISBN 978-963-284-778-8. 87-96.
- Konkoly-Gyuró, É.; Nagy, D.; Balázs, P. and Király, G. 2010: Assessment of land cover change in western Hungarian landscapes. In: Balázs, P.-Konkoly-Gyuró, É. (Eds.): *TransEcoNet Workshop on Landscape History, Proceedings*. NyME Kiadó. Sopron, 5-10.
- Konkoly-Gyuró É.; Tirászi Á.; Balázs P.; Nagy D. és Király G. 2014: A vízrendszer, a felszínborítás és a tájkarakter változása a Fertő-Hanság medencében. In: Füleky, G. (Szerk.): *A táj változásai a Kárpát-medencében. A vízgazdálkodás története a Kárpát-medencében. X. Tájéörténeti Konferencia kötete. Környezetkimélő Agrokémiáért Alapítvány*, 42-48.
- Kozak, J. 2003: Forest Cover Change in the Western Carpathians in the Past 180 Years - a case study in the Orawa Region in Poland. *Mountain Research and Development*, 23 (4): 369-375. DOI: [10.1659/0276-4741\(2003\)023\[0369:FCCITW\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1659/0276-4741(2003)023[0369:FCCITW]2.0.CO;2)
- Kozak, J.; Estreguil, C. and Ostapowicz, K. 2008: European forest cover mapping with high resolution satellite data: The Carpathians case study. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 10 (1): 44-55. DOI: [10.1016/j.jag.2007.04.003](https://doi.org/10.1016/j.jag.2007.04.003)
- Kozak, J.; Estreguil, C. and Vogt, P. 2007: Forest cover and pattern changes in the Carpathians over the last decades. *European Journal of Forest Research*, 126 (1): 77-90. DOI: [10.1007/s10342-006-0160-4](https://doi.org/10.1007/s10342-006-0160-4)
- Kuemmerle, T.; Müller, D.; Griffiths, P. and Rusu, M. 2009: Land use change in Southern Romania after the collapse of socialism. *Regional Environmental Change*, 9 (1): 1-12. DOI: [10.1007/s10113-008-0050-z](https://doi.org/10.1007/s10113-008-0050-z)
- Kuemmerle, T.; Perzanowski, K.; Chaskovskyy, O.; Ostapowicz, K.; Halada, L.; Bashta, A.-T.; Kruhlov, I.; Hostert, P.; Waller, D. M. and Radeloff, V. C. 2010: European Bison habitat in the Carpathian Mountains. *Biological Conservation*, 143 (4): 908-916. DOI: [10.1016/j.biocon.2009.12.038](https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.12.038)
- Li, W.; Ciais, P.; MacBean, N.; Peng, S.; Defourny, P. and Bontemps, S. 2016: Major forest changes and land cover transitions based on plant functional types derived from the ESA CCI Land Cover product. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 47: 30-39. DOI: [10.1016/j.jag.2015.12.006](https://doi.org/10.1016/j.jag.2015.12.006)
- Lieskovský, J.; Bezák, P. and Izakovičová, Z. 2010: Protection of representative landscape ecosystem of Slovakia. *Modern management of mine producing, geology and environmental protection 2: proceedings from 10th international multidisciplinary scientific geoconference - Albena: SGEM*, 717-723. ISBN 978-954-91818-1-4.
- Mouillot, F.; Ratte, J. P.; Joffre, R.; Mouillot, D. and Rambal, S. 2005: Long-term forest dynamic after land abandonment in a fire prone Mediterranean landscape (central Corsica, France). *Landscape Ecology*, 20 (1): 101-112. DOI: [10.1007/s10980-004-1297-5](https://doi.org/10.1007/s10980-004-1297-5)
- Munteanu, C.; Kuemmerle, T.; Boltziar, M.; Butsic, V.; Gimmi, U.; Lúboš, H.; Kaim, D.; Király, G.; Konkoly-Gyuró, É.; Kozak, J.; Lieskovský, J.; Mojses, M.; Müller, D.; Ostafin, K.; Ostapowicz, K.; Shandra, O.; Štych, P.; Walker, S. and Radeloff,

- V. C. 2014: Forest and agricultural land change in the Carpathian region - A meta-analysis of long-term patterns and drivers of change. *Land Use Policy*, 38: 685-697. DOI: [10.1016/j.landusepol.2014.01.012](https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.01.012)
- Munteanu, C.; Kuemmerle, T.; Keuler, N. S.; Müller, D.; Balázs, P.; Dobosz, M.; Griffiths, P.; Halada, L.; Kaim, D.; Király, G.; Konkoly-Gyuró, É.; Kozak, J.; Lieskovsky, J.; Ostafin, K.; Ostapowicz, K.; Shandra, O. and Radeloff, V. C. 2015: Legacies of 19th century land use shape contemporary forest cover. *Global Environmental Change*, 34: 83-94. DOI: [10.1016/j.gloenvcha.2015.06.015](https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.06.015)
- Nagy D. 2003: Tájérténelmi kutatások a Gömör-Tornai-karszton I. A történelmi táj rekonstrukciója az ANP környezetében az I-III. Katonai Felmérések alapján. *Kutatások az Aggteleki Nemzeti Parkban, ANP füzetek*, Vol. 2. Jósvafő, ISSN 1417-0442.
- Nagy D. 2008: A történelmi felszínborítás térképezése a Tisza-völgyben. In: Flachner Z.; Kovács A.; Kelemen É. (Szerk.): *A történelmi felszínborítás térképezése a Tisza-völgyben. A Tisza biológiai változatosságának megőrzése integrált ártéri gazdálkodás segítségével. Szemináriumkötet. Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium (KvVM) SZÖVET (Szövetség az Élő Tiszáért)*. Budapest., 8-38.
- NASA JPL 2013: NASA Shuttle Radar Topography Mission, Version 3, 3 arc second. NASA EOSDIS Land Processes DAAC, USGS Earth Resources Observation and Science (EROS) Center, Sioux Falls, South Dakota (<https://lpdaac.usgs.gov>), accessed October 29, 2015. DOI: [10.5067/MEaSURES/SRTM/SRTMGL3.003](https://doi.org/10.5067/MEaSURES/SRTM/SRTMGL3.003)
- Pécsi M.; Bassa L.; Beluszky P. és Berényi I. 1989: Magyarország Nemzeti Atlasza. Kartográfiai Vállalat. Budapest, ISBN 963-351-508-4.
- Sereda, S. and Lukáš, M. 2009: Assessment of changes in landuse development in the Magura and the Eastern Tatras in the years 1772-2003. *Oecologia Montana*, 18: 1-18.

Érkezett: 2016. április 1.

Közlésre elfogadva: 2016. szeptember 27.