

**XII. TERMÉSZET-, MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYOK  
ALKALMAZÁSA NEMZETKÖZI KONFERENCIA**

**12<sup>th</sup> INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLICATIONS OF  
NATURAL, TECHNOLOGICAL AND ECONOMIC SCIENCES**



**ELŐADÁSOK – PRESENTATIONS**

**Nyugat-magyarországi Egyetem – University of West Hungary**

**SZOMBATHELY, 2013. május 11.**

**HUNGARY**

**XII. TERMÉSZET-, MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYOK  
ALKALMAZÁSA NEMZETKÖZI KONFERENCIA**

**12<sup>th</sup> INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLICATIONS OF  
NATURAL, TECHNOLOGICAL AND ECONOMIC SCIENCES**



**ELŐADÁSOK – PRESENTATIONS**

**Nyugat-magyarországi Egyetem – University of West Hungary**

**Szerkesztette – Edited by  
Mesterházy Beáta**

**ISBN: 9-639290-69-6**

**SZOMBATHELY, 2013. május 11.**

**HUNGARY**

## TARTALOMJEGYZÉK

<b>Bartha Lajos:</b>	
Egy Vas megyei tudós a Galilei-perben: Inchoffer Melchior (Menyhért)	8
<b>Mika János, Kovács Enikő, Rázi András, Buránszkiné Sallai Márta:</b>	
Az erőforrás- és kockázatkezelés tudományos kihívásai	14
<b>Szelepcsényi Zoltán, Breuer Hajnalka, Sümegi Pál:</b>	
A Kárpát-medencében, múlt században lezajlott éghajlatváltozás Holdridge életzóna rendszere alapján	24
<b>Mika János:</b>	
Concepts and observed tendencies of meteorological extremes	33
<b>Kis Anna, Pongrácz Rita, Bartholy Judit:</b>	
Hogy változnak a jövőben az extrém csapadékviszonyok Közép-Kelet-Európában?	42
<b>Sábitz Judit, Pongrácz Rita, Bartholy Judit:</b>	
A nyári aszály jövőbeli becsült tendenciáinak elemzése a Kárpát-medence térségében	50
<b>Nagy Júlia, Bartholy Judit, Pongrácz Rita, Pieczka Ildikó, Breuer Hajnalka, Hufnagel Levente:</b>	
Hogyan módosul a klímaváltozás hatására az Európában vadon élő szárazföldi emlősök élőhelye a XXI. század végére?	59
<b>Kelemen Fanni Dóra, Práger Tamás:</b>	
A mediterrán ciklonok klimatológiai-dinamikai vizsgálata	66
<b>Puskás János, Nagy Bálint, Nagy Éva:</b>	
Lehet-e összefüggés a makroszinoptikus típusok és a szombathelyi hallgatók születési ideje között?	74
<b>Szócs Huba László:</b>	
The Classical and Generalized Linear Transformations Between Inertial Systems in Modern Conception	78
<b>Bartók Ádám:</b>	
A keleti Bükk-hegység bázikus magmás képződményei és azok agyagásványtani vizsgálata	84
<b>Makkay Imre:</b>	
Pilóta nélküli repülőgépek hasznos terhei	93
<b>Békési Bertold:</b>	
Az UAV-k jövőbeni fejlesztési irányai	101
<b>Jobb Szilvia, Tomcsányi András, Skribanek Anna:</b>	
Stressz tolerancia vizsgálatok	114
<b>Béres Csilla:</b>	
Új módszerek alkalmazása fák víztartalmának meghatározására	119
<b>Farsang Ágota, Béres Csilla, Ács András, Kovács Nóra, Rétfalvi Tamás:</b>	
Nehézfémek ökotoxikológiai hatása a kommunális szennyvízben	120
<b>Sebestyén Adrienn, Molnár Péter:</b>	
Bulldock 25 EC (cyfluthrin) növényvédőszer teratológiai vizsgálata	126
<b>Suskovics Csilla, Biróné Ilics Katalin, Nagyváradai Katalin, Kocsis Csabáné, Némethné Tóth Orsolya, Tóth Zsolt, Krizonits István, Kertész Áron, Horváth Róbert, Reidl Rita, Tóth Gábor:</b>	
Adatok a kaposvári gyerekek biológiai fejlettségéről (előzetes adatok)	130
<b>Péntek Kálmán:</b>	
Csillagászati alapfeladatok megszerkesztése ortografikus vetületben	138

<b>Aleksza Magdolna:</b>	
Az intracitoplazmatikus citokin meghatározás klinikai jelentősége	144
<b>Bereczki Zsolt, Molnár Erika, Paja László, Marcsik Antónia, Pálfi György:</b>	
Az avarok koponyasebészete a dél-alföldi leletanyag tükrében	149
<b>Paja László, Olivier Dutour, Pálfi György:</b>	
Nem szokványos helyzetű avar kori embertani leletek vizsgálata (Kecskemét-Mercedes – Galambos I-II. (RL 03-04) lelőhely)	150
<b>Molnár Erika, Pálfi György, Marcsik Antónia, Lucia Hlavenková, Kővári Ivett, Olivier Dutour, Hélène Coquegniot, Palkó András, Hajdu Tamás:</b>	
Lágyrésztumor okozta deformitás az orrüregben egy szarmata kori (2-5. század) nő koponyáján	151
<b>Pósa, Annamária; Maixner, Frank; Zink, Albert; Lovász, Gabriella; Molnár, Erika; Bereczki, Zsolt; Perrin, Pascale; Dutour, Olivier; Sola, Christophe; Pálfi, György:</b>	
Archaikus humán fogminták alkalmazása a tbc paleomikrobiológiai kutatásában	152
<b>Pálfi, György; Redon, Bérange; Cuvigny, Hélène; Brun, Jean-Pierre:</b>	
Római kori embertani leletek feltárása és előzetes vizsgálatai a kelet-egyiptomi Arab-sivatagban	154
<b>Bartók Ádám:</b>	
A Mecsekben és a Villányi-hegységben tett tanulmányút bemutatása	155
<b>Béres Csilla:</b>	
Vízforgalmi mérések lombos fákon	160
<b>Breuer Hajnalka, Gombos Katalin, Rákos Andrea, Biczó Dávid, Fülöp Andrea, Németh Ákos, Bartholy Judit, Folyovich András:</b>	
Az időjárási frontok és a légszennyezettség hatása az agyi érkatasztrófa (stroke) esetek előfordulására	161
<b>Facskó Ferenc:</b>	
Informatikai fejlesztések az erdőgazdasági ágazatban	162
<b>Farsang Ágota, Béres Csilla, Ács András, Kováts Nóra, Rétfalvi Tamás:</b>	
Abiotikus tényezők hatása egy kommunális szennyvíztisztító ökotoxikológiai paramétereire	168
<b>Füzesi István, Heil Bálint, Kovács Gábor:</b>	
Hamulóg készítése és kémiai vizsgálata	174
<b>Márk Kohlmann, Kornél Kolláth, Kálmán Csirmaz, Tamás Mona:</b>	
Severe squall lines and damaging winds in Hungary. Is it viable to use a simple convective parameter check-list based on hydrostatic NWP in operational forecasting?	179
<b>Kövér Csilla, Harangi Sándor, Korponai János, Braun Mihály:</b>	
A Déli-Kárpátok magashegyi tavainak vízminőség vizsgálata	180
<b>Nikoletta Méhes, Attila Czirok, Valér Horvai, Péter Mauchart, Arnold Móra:</b>	
Contribution to the Chironomidae (Diptera) Fauna of the stream Völgységi-patak	181
<b>Mona Tamás, Horváth Ákos, Kohlmann Márk:</b>	
Villámlás vizsgálata a radar- és a numerikus meteorológia eszközeivel	182
<b>Németh László, Puskás János, Zentai Zoltán:</b>	
Környezetfizikai vizsgálatok a Kőszegi-hegység szőlőterületein	183

# A KÁRPÁT-MEDENCÉBEN, MÚLT SZÁZADBAN LEZAJLOTT ÉGHAJLATVÁLTOZÁS HOLDRIDGE ÉLETLÉNY RENDSZERE ALAPJÁN

Szelepcsényi Zoltán<sup>1</sup>, Breuer Hajnalka<sup>2</sup>, Sümegi Pál<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Szegedi Tudományegyetem, Földtani és Őslénytani Tanszék; 6722 Szeged, Egyetem u. 2–6.

<sup>2</sup> Eötvös Loránd Tudományegyetem, Meteorológiai Tanszék; 1117 Budapest., Pázmány P. sétány 1/A

E-mail: [szelepcsényi.zoltan@gmail.com](mailto:szelepcsényi.zoltan@gmail.com), [bhajni@nimbus.elte.hu](mailto:bhajni@nimbus.elte.hu), [sumegi@geo.u-szeged.hu](mailto:sumegi@geo.u-szeged.hu)

**Absztrakt:** Munkánk során a Holdridge által definiált életlény területi eloszlásának, átlagos tengersizintfeletti magasságának és átlagos középpontjának változásait vizsgáltuk a múlt században a Kelet-Angliai Egyetem Éghajlatkutató Osztálya (CRU) által összeállított adatbázis alapján a Kárpát-medence régiójára nézve.

**Kulcsszavak:** Holdridge, életlény, éghajlatváltozás

## 1. Bevezetés

Manapság egyre több környezetvédelmi fórumon merül fel annak igénye, hogy az éghajlatváltozás tényét az eddigiekhez képest újult formában prezentáljuk. A hőmérséklet növekménye könnyebben értelmezhető, ha azt hangsúlyozzuk, hogy az milyen tájökológiai következményeket vonhat maga után. Emiatt gondoltuk úgy, hogy a múlt században lezajlott változásokat egy biofizikai klímaklasszifikációs módszerrel értékeljük ki. A szóba jöhető lehetőségek közül egy viszonylag egyszerű, Holdridge módszerét választottuk ki. HOLDRIDGE (1967) az egyes klímatisípusokat szemléletesen a potenciális vegetáció segítségével definiálja, így eredményeink akár a lakossági tájékoztatásban is felhasználhatóak.

Holdridge életlény módszerét (HOLDRIDGE, 1967) már eddig is számos esetben alkalmazták az éghajlatváltozás detektálására. YUE *et al.* (2005) például Kínában az 1961–2000-es időszak négy dekádjára nézve vizsgálódott. A vizsgálatok során elemezték az életlény területi elrendeződését, diverzitását, az élőhely-foltok közötti kapcsolatokat és azok megváltozását, illetve az életlény középpontjainak elmozdulásait. FAN *et al.* (2012) a Kínai-löszfennsíkon az 1964–2007-es időszakra nézve elemezte az életlény területi jellemzői mellett azok vertikális kiterjedését is. A területen megfigyelt 15 életlény-típus közül 14 esetében nőtt az átlagos előfordulási magasság, illetve a vizsgált időszakban folyamatosan csökkent a humid területek kiterjedése. ZHANG *et al.* (2011) Belső-Mongóliában az 1956–2006-os időszakra nézve vizsgálta az éghajlatváltozást az életlény területi eloszlásában és a természetes vegetáció nettó primer produktójában bekövetkező változások alapján. Munkájuk során úgy találták, hogy az életlény átlagos középpontja döntő többségben északkelet felé mozdult el a vizsgált időszakban, eredményezve ezzel a sztyeppek és az erdők területének csökkenését és a sivatagok területének növekedését.

## 2. Anyag és módszer

### 2.1. Adatok

Holdridge életlény rendszere havi hőmérséklet- és csapadékadatokat igényel. Esetünkben a szükséges adatokat a CRU TS 1.2 adatbázis (MITCHELL *et al.*, 2004) biztosította. Az adatbázis öt meteorológiai elem – a középhőmérséklet, a napi hőingás, a csapadékösszeg, a gőznyomás és a felhőborítottság – havi idősorát tartalmazza szabályos rácson egész Európára vonatkozóan az 1901–2000-es időszakra nézve. Az adatbázist állomási mért értékek interpolálásával

készítették 10'-es horizontális felbontás mellett (NEW *et al.*, 1999, 2000), így a rácstávolság  $\approx 20$  km.

Az adatbázishoz tartozik egy digitális domborzattérkép is, amely vizsgálataink során az életzónák átlagos tengerszintfeletti magasságának meghatározásához volt szükséges. A térkép reprezentativitását mutatja, hogy a 900 m átlagmagasságú Bükk-fennsík területére csak két rácspont esik, amelyek átlaga csupán 500 m. Emiatt a vizsgálatok során nem közvetlenül az életzónák tengerszintfeletti magasságát elemezzük, hanem azok megváltozását.

Vizsgálatainkat csak a Kárpát-medencére régiójára nézve végezzük, így első lépésként leválasztottuk az adatbázisból a k. h. 15,5–28°-a és az é. sz. 43,5–50,5°-a között elhelyezkedő területet. A 100 éves adatsorból 5 db 20 éves periódust képeztünk: 1901–1920 (T1), 1921–1940 (T2), 1941–1960 (T3), 1961–1980 (T4), 1981–2000 (T5). A kiválasztott időszakokra nézve minden rácspontban meghatároztuk a havi középhőmérsékletek és a havi csapadékösszegek átlagos értékeit. Holdridge módszerét pedig a továbbiakban ezekre az éghajlati átlagokra alkalmaztuk.

## 2.2. Holdridge életzóna rendszere

Holdridge az egyes klímátípusokat potenciális vegetációtípusok segítségével definiálta, úgy hogy indexeivel (*ABT* – évi közepes biohőmérséklet, *APP* – évi átlagos csapadékösszeg, *PER* – potenciális párolgási arány) a vegetációtípusok zavartalan működéséhez szükséges létfeltételeket állapította meg.

Holdridge az évi közepes biohőmérséklet (*ABT*) fogalmának definiálásakor figyelembe vette, hogy a vegetatív növekedés és ezáltal a nettó primer produkció csak egy bizonyos hőmérsékleti tartományban lehetséges. Jelen vizsgálatok során az *ABT* értékét a havi középhőmérsékletek felhasználásával határoztuk meg (HOLDRIDGE, 1947) (1):

$$ABT = \frac{1}{12} \sum_{i=1}^{12} T(i) \quad , \text{ ha } 0^{\circ}\text{C} \leq T(i) \leq 30^{\circ}\text{C} \quad (i = 1, 2, \dots, 12) \quad (1)$$

ahol  $T(i)$   $i$ -edik hónap havi középhőmérséklete [ $^{\circ}\text{C}$ ],  $ABT$  évi közepes biohőmérséklet [ $^{\circ}\text{C}$ ].

A potenciális párolgási arány (*PER*) azt fejezi ki, hogy a csapadékból származó víz (*APP*) hányad része fordítható evapotranspirációra (*APE*), ami meghatározó mennyiség az ökológiai funkciók szempontjából (2). Az *APP*-t ez esetben a havi csapadékösszegek alapján becsüljük (3). Az *APE* értékét az *ABT* és egy tapasztalati érték szorzata alapján kapjuk meg (HOLDRIDGE, 1959) (4). Az *APE* azt fejezi ki, hogy hány mm víz párologna el akkor, ha a talajnedvesség nem jelentkezne limitáló tényezőként, és csak a légköri állapotváltozók befolyásolnák a párolgás folyamatát.

$$PER = \frac{APE}{APP} \quad (2)$$

$$APP = \sum_{i=1}^{12} P(i) \quad (3)$$

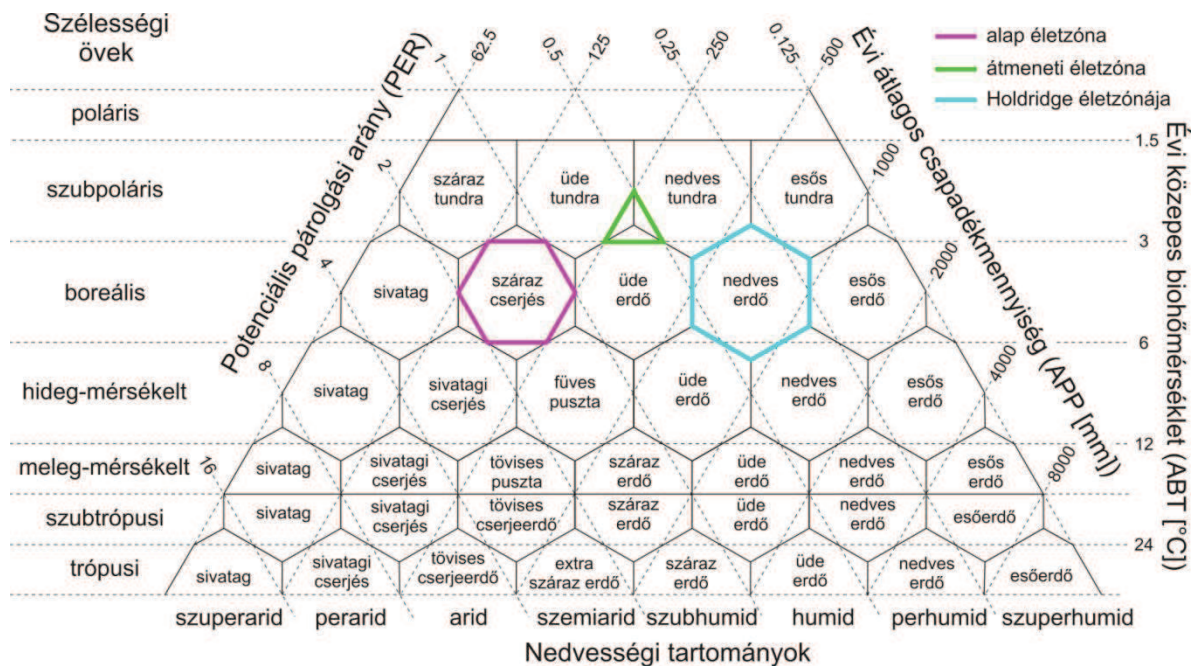
$$APE = 58.93 \cdot ABT \quad (4)$$

ahol *PER* dimenziótalan potenciális párolgási arány, *APE* évi potenciális evapotranspiráció [mm], *APP* éves csapadékösszeg [mm],  $P(i)$   $i$ -edik hónap havi csapadékösszege [mm].

Azon leíró módszerek közül, amelyek kizárólag hőmérséklet- és csapadékatokat használnak, EMANUEL *et al.* (1985) szerint Holdridge életzóna rendszere az egyik legelfogadhatóbb, szárazföldi ökoszisztémákat leíró módszer. Ugyanis az életzónák mindegyike egzakt kritéri-



umokkal definiálható. A definiált életzónák viszonyrendszere pedig egy háromszögdiagramban könnyen szemléltethető. Ez az úgynevezett Holdridge-féle háromszögdiagram (1. ábra).



1. ábra – A Holdridge-féle háromszögdiagram (HOLDRIDGE (1967) alapján)

A Holdridge-féle háromszögdiagram (1. ábra) egyik legszembevetőbb tulajdonsága, hogy a definiált mennyiségek logaritmikus skálán vannak ábrázolva. Az is jól látszik, hogy az *ABT* logaritmikus skáláján egy köztes határérték is fel van tüntetve. HOLDRIDGE (1947) a  $\approx 17^\circ\text{C}$ -os ( $2^{\log_2 12+0.5}$ )  $\approx 16,97^\circ\text{C}$  értéknél egy kritikus hőmérsékleti határt definiált, amellyel a meleg-mérsékelt és a szubtrópusi területeket választotta el egymástól.

A háromszögdiagram valójában több kisebb hatszögből épül fel. Minden egyes hatszög egy-egy életzónát definiál. Az *ABT*, az *APP* és az *APE* – 1. ábrán szaggatott vonallal jelölt – határértékei hatszögeket és háromszögeket metszenek ki. A hatszögeket alap életzónáknak, míg a háromszögeket átmeneti életzónáknak tekinthetjük. Az alap életzónák száma 37 db, míg az átmeneti életzónák száma 51 db. Már HOLDRIDGE (1967) is kilátásba helyezte az átmeneti életzónák definiálását, azonban módszerét globális skálára dolgozta ki, így nem tartotta célszerűnek az osztályszám jelentős növekedését. Emiatt a háromszögeket, azaz az átmeneti életzónákat a középpontjukból a csúcsokba húzott vonalakkal három egyenlő részre osztotta, és az így keletkező kis háromszögeket a szomszédos alap életzónákhoz csatolta. Ennek eredményeképpen a kis hatszögek (alap életzónák) körül nagyobb hatszögek jelentek meg (folytonos vonal). A továbbiakban Holdridge életzóna rendszerének alkalmazásakor ezeket a nagyobb hatszögeket tekinthetjük az osztályozás alapegységeinek, azaz a Holdridge-féle életzónáknak. Holdridge, módszerét a trópusi területek vizsgálata során fejlesztette ki abból a célból, hogy feltárja mind a hegyvidéki, mind pedig a síksági területeken az éghajlat és a vegetáció közötti kapcsolatrendszerét. Így a módszer kidolgozásakor a szélességi övek mellett magassági öveket is definiált a hőmérsékleti értékekre támaszkodva. Holdridge tehát fontosnak tartotta az osztályozás során meghatározni azt is, hogy az *ABT*-t és ezáltal a vegetatív növekedést, a tengerszintfeletti magasság vagy az Egyenlítőtől vett távolság limitálja inkább. A magassági övek figyelembevételével azonban a módszer globális elemzésekre alkalmatlanná válik. A lehetséges osztályok száma ugyanis ebben az esetben már 123 db lenne. Emiatt a legtöbb új vizsgálat (FAN *et al.*, 2012; YUE *et al.*, 2001; YUE *et al.*, 2005; YUE *et al.*, 2006; ZHANG *et al.*, 2011),

amely az éghajlat tipizálására Holdridge módszerét használja fel, figyelmen kívül hagyja a magassági öveket, és az előbbieken ismertetett módon határozza meg az egyes életzónákat.

### 2.3. Az életzónák vizsgálata során alkalmazott módszerek

Az életzónák térbeli elrendeződésének elemzésekor számba vettük, hogy az egyes életzónák a vizsgált terület hány százalékát borították az egyes időszakokban. Vizsgáltuk továbbá az egyes életzónák átlagos középpontjainak és átlagos tengerszintfeletti magasságainak időbeli változását.

Az életzónák átlagos középpontját és átlagos tengerszintfeletti magasságát a következő formula alapján határozhatjuk meg:

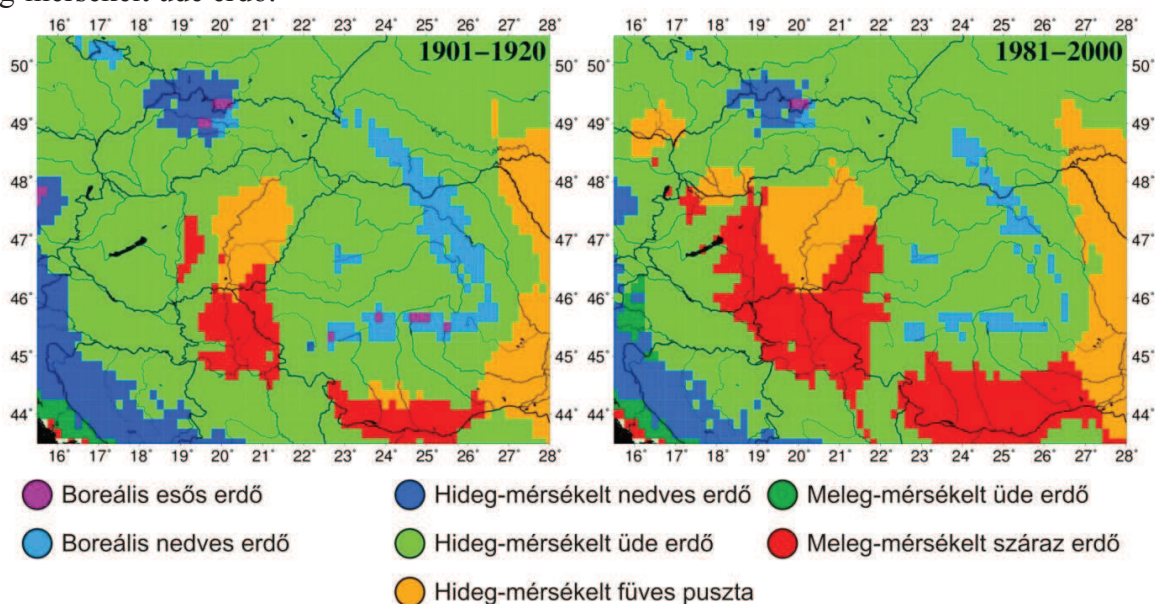
$$q_j(v,t) = \frac{\sum_{i=1}^{N_j(v,t)} Q_{ij}(v,t)}{N_j(v,t)} \quad (5)$$

ahol  $v$  variáns (1: földrajzi hosszúság, 2: földrajzi szélesség, 3: tengerszintfeletti magasság);  $t$  időváltozó;  $N_j(v,t)$   $j$ -edik életzóna-típusba tartozó rácsponatok száma  $t$  időszakban;  $q_j(v,t)$   $v$  variáns átlagos értéke  $j$ -edik életzóna-típus esetén  $t$  időszakban ( $(q_j(1,t), q_j(2,t))$   $j$ -edik életzóna-típus átlagos középpontjának koordinátái  $t$  időszakban,  $q_j(3,t)$   $j$ -edik életzóna-típus átlagos tengerszintfeletti magassága  $t$  időszakban);  $Q_{ij}(v,t)$   $v$  variáns értéke a  $j$ -edik életzóna-típus  $i$ -edik rácspontjában  $t$  időszakban.

## 3. Eredmények

### 3.1. Az életzónák területi elterjedése

A múlt században lezajlott éghajlatváltozás folyamatát egyértelműen végigkövethetjük a Holdridge-féle életzónák területi elterjedésének változásai alapján. A 2. ábra az 1901–1920-as (T1) és az 1981–2000-es (T5) időszakra nézve mutatja be az életzónák területi eloszlását. A két időszakban – ugyanúgy, mint a köztes időszakokban is – a vizsgált területen 7 életzóna-típust figyelhetünk meg: boreális nedves erdő, boreális esős erdő, hideg-mérsékelt füves puszta, hideg-mérsékelt üde erdő, hideg-mérsékelt nedves erdő, meleg-mérsékelt száraz erdő, meleg-mérsékelt üde erdő.



2. ábra – A Holdridge-féle életzónák területi eloszlása az 1901–1920 (T1) (bal, a.) és az 1981–2000-es (T5) (jobb, b.) időszakokban



A Kárpát-medence jellegzetes életzónája a T1 időszakban a „hideg-mérsékelt üde erdő” volt (2.a. ábra). Az Alföld jelentős területén, Romániában az Olt és a Zsil egyes szakaszain, továbbá a Havasalföldön Bukaresttől keletre, illetve a moldovai Prut mentén a klíma a „hideg-mérsékelt füves puszta” típus számára volt alkalmas a T1 időszakban. Míg a Duna alföldi szakaszán, a Szerémségben és a Bánságban a „meleg-mérsékelt száraz erdő” típusnak kedvezett a klíma. A Keleti-Kárpátokban, a Bihar-hegységben, a Déli-Kárpátokban és az Alacsony-Tátra egyes részein a klimatikus lehetséges életzóna a „boreális nedves erdő” volt. A Fogarasi-havasokban, a Liptói-havasokban, a Magas-Tátrában és az Alacsony-Tátra nyugati vonulatain a T1 időszakban az éghajlat a „boreális esős erdő” típus számára volt kedvező.

A századvégre (T5) a Kárpát-medence klimatikus lehetséges arculata jelentősen módosult (2.b. ábra). A Brünni-alföldön, a Duna kisalföldi szakaszán, a Duna–Tisza köze egyes részein, a Szeret és a Prut folyók közötti területen a T5 időszakra a „hideg-mérsékelt üde erdőt” egy szárazabb életzóna-típus, a „hideg-mérsékelt füves puszta” váltotta fel. A Rábaközben, a Mezőföldön, a Dunántúli-dombság keleti területein, a Duna–Tisza köze délnyugati területein, a Vajdaság teljes területén, illetve a Havasalföld túlnyomó részén az éghajlat a T5 időszakban már a „meleg-mérsékelt száraz erdő” típusnak kedvezett. A Déli-Kárpátokból a múlt század végére teljesen eltűnt a „boreális esős erdő” típus, míg a Keleti-Kárpátokban a „boreális nedves erdő” területe jelentősen zsugorodott, helyét egy melegebb és szárazabb típus, a „hideg-mérsékelt üde erdő” vette át.

A 2. ábra csak a T1 és T5 időszakokról nyújt információt, az 1. táblázat azonban a köztes időszakokra nézve is informál minket az életzónák területi kiterjedését illetően.

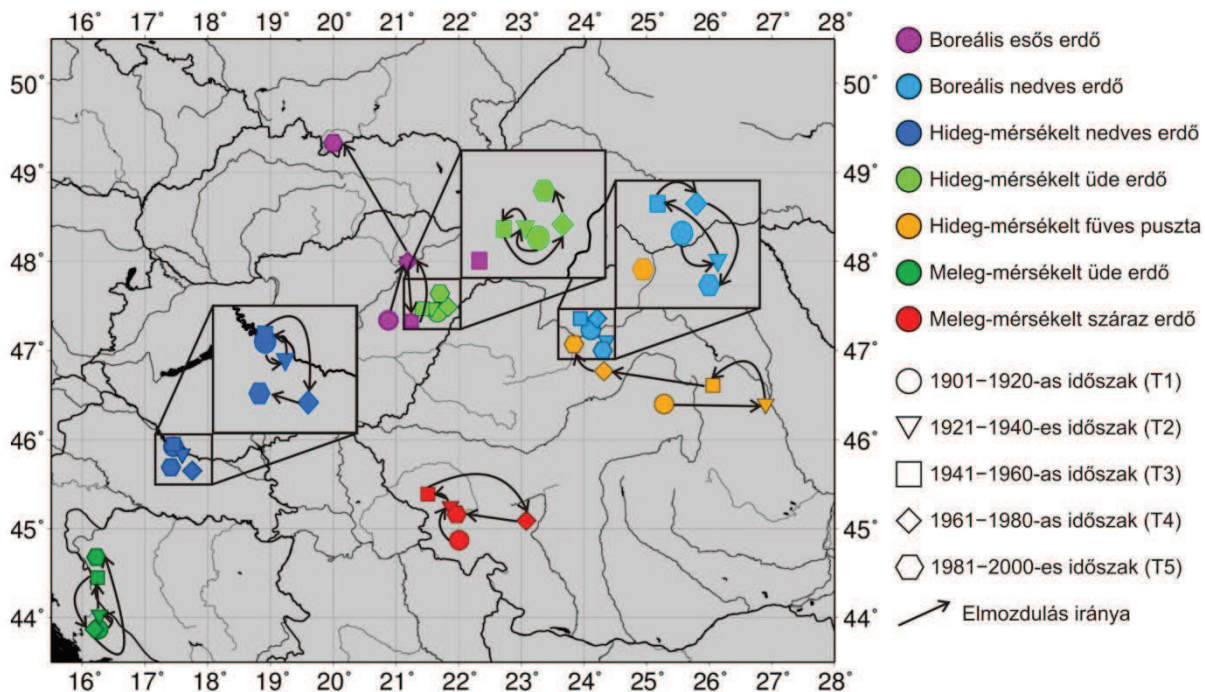
Életzóna-típus	T1	T2	T3	T4	T5
Boreális nedves erdő	5,07	3,32	3,10	3,44	2,64
Boreális esős erdő	0,43	0,18	0,06	0,18	0,09
Hideg-mérsékelt füves puszta	9,58	8,44	10,96	5,83	13,02
Hideg-mérsékelt üde erdő	69,91	70,00	67,49	70,86	61,56
Hideg-mérsékelt nedves erdő	8,01	8,17	5,34	8,93	5,86
Meleg-mérsékelt száraz erdő	6,23	9,00	12,34	9,98	15,60
Meleg-mérsékelt üde erdő	0,77	0,89	0,71	0,77	1,23

1. táblázat – Az egyes életzóna-típusok és a teljes vizsgált terület aránya [%] az 1901–1920-as (T1), az 1921–1940-es (T2), az 1941–1960-as (T3), az 1961–1980-as (T4) és az 1981–2000-es (T5) időszakokban

A 2. ábra alapján már megállapítottuk, hogy a múlt század elején (T1) és végén (T5) egyaránt a „hideg-mérsékelt üde erdő” volt a vizsgált terület domináns életzóna-típusa. Az 1. táblázat alapján azonban az is elmondható, hogy a múlt században a vizsgált területnek több mint a kétharmadán az éghajlat ennek az életzóna-típusnak kedvezett. Az 1. táblázat alapján azt is megállapíthatjuk, hogy T1 és T3 időszakok között csökkent a boreális és hideg-mérsékelt szélességi övek kiterjedése, míg nőtt a meleg-mérsékelt öv területe. Továbbá T1 és T3 időszakok között folyamatosan csökkent a perhumid („nedves erdő”) és a humid („üde erdő”) tulajdonságú életzónák kiterjedése, míg ezzel párhuzamosan nőtt a szubhumid tulajdonságúaké. A T4 időszak viszont nedvesebb volt, mint az azt megelőző 3 időszak bármelyike. A T4 időszakban a humid tulajdonságú életzónák a vizsgált terület 71,63%-át borították, míg a szubhumid tulajdonságúak területaránya visszaesett a T1-ben tapasztaltéra (15,81%). A T5 időszakban azonban a szubhumid jellegű életzónák kiterjedése – az öt periódust együtt vizsgálva – elérte a maximumot (28,62%), míg a humid, perhumid és szuperhumid jellegűek területe minimálisra esett vissza (62,79%, 8,5%, 0,09%). A meleg-mérsékelt öv kiterjedése T1-ről T5-re 140,43%-kal növekedett, míg a hideg-mérsékelt és a boreális övek területe 8,07%-kal és 50,36%-kal csökkent a két időszak között.

### 3.2. Az életzónák átlagos középpontja

Az éghajlatváltozás folyamatát az életzónák területi eloszlása mellett azok átlagos középpontjainak elmozdulásai alapján is vizsgálhatjuk. A 3. ábra a vizsgált területen a múlt században definiált életzóna-típusok átlagos középpontjait és azok elmozdulásait mutatja be.



3. ábra – A vizsgált területen definiált életzóna-típusok átlagos középpontjainak elmozdulása a múlt században

Az életzóna-típusok középpontjainak abszolút helye nem sokat árul el magukról az életzónáról, sőt akár félre is vezethet minket. Például a „boreális esős erdő” típus átlagos középpontja az 1901–1920-as (T1) és az 1961–1980-as (T4) időszakok között az Alföld területére esett (3. ábra). Korábban a 2. ábra kapcsán azonban már láttuk, hogy ez az életzóna-típus a Déli- és Északnyugati-Kárpátok legmagasabb pontjain volt jellemző a múlt században. Ebből adódóan célszerű a további vizsgálatok során inkább csak az átlagos középpontok elmozdulásának irányára és úthosszára fókuszálni. A dolgozat terjedelmi korlátai miatt a továbbiakban az egyes életzóna-típusok T1 és T5 időszakok között történő elmozdulására összpontosítunk (2. táblázat).

Életzóna-típus	T1-ről T5-re	
	úthossz [km]	irány
Boreális nedves erdő	29,35	délkelet
Boreális esős erdő	230,70	északnyugat
Hideg-mérsékelt füves puszta	132,68	északnyugat
Hideg-mérsékelt üde erdő	23,55	észak
Hideg-mérsékelt nedves erdő	25,77	dél
Meleg-mérsékelt száraz erdő	32,41	észak
Meleg-mérsékelt üde erdő	90,12	észak

2. táblázat – Az egyes életzóna-típusok 1901–1920-as (T1) és 1981–2000-es (T5) időszakok között történő elmozdulásának hossza [km] és iránya

A Kárpát-medence régiójában 7 élettípus-típust figyeltünk meg a vizsgált időszakban (1. táblázat). A területi eloszlások vizsgálata során tapasztaltak alapján előrebecsélhető, hogy a boreális övbe tartozó élettípusok és a „hideg-mérsékelt nedves erdő” típus átlagos közép-pontjának elmozdulása nem mérhető, mivel ezek a típusok a vizsgált régióban közvetlenül kapcsolódtak a magashegységekhez. A fennmaradó négy élettípus esetében az átlagos közép-pont három esetben északra, míg egy esetben északnyugatra mozdult el T1 és T5 időszakok között (2. táblázat). Az átlagos közép-pont a „hideg-mérsékelt üde erdő” típus esetén 23,55 km-rel, a „meleg-mérsékelt száraz erdő” esetén 32,41 km-rel tolódott északabbra. A „meleg-mérsékelt üde erdő” átlagos közép-pontja 90,12 km-rel húzódtott északabbra a vizsgált időszakban. A közép-pont ilyen nagyarányú eltolódásának közvetlen oka abban rejlik, hogy az adott típus T1 időszakban a vizsgált területen még csak Dalmáciában volt jellemző; a század-végre (T5) azonban a Száva és Kulpa által közrefogott területen is megjelent, itt a „hideg-mérsékelt nedves erdőt” váltotta (2. ábra). A „hideg-mérsékelt füves puszta” típus átlagos közép-pontja T1 és T5 időszakok között 132,68 km-rel tolódott északnyugatabbra (2. táblázat). Ennek oka az, hogy a típus olyan területeken is megjelent T5 időszakban, mint a Brünni-alföld vagy a Duna kisalföldi szakasza; de a Kárpátoktól keletre eső területeken is megfigyelhetjük a típus nyugatabbra tolódását (2. ábra).

### 3.3. Az élettípusok átlagos tengerszintfeletti magassága

Eddig az élettípusok horizontális kiterjedésének jellemzőit vizsgáltuk, a továbbiakban az egyes típusok vertikális kiterjedésére vonatkozó jellemzőket elemezzük. A 3. táblázat az élettípusok következő paramétereit tartalmazza: a. átlagos tengerszintfeletti magasság az 1901–1920-as időszakban (T1) [m], b. átlagos tengerszintfeletti magasság megváltozása egymást követő időszakok esetén [m], c. átlagos tengerszintfeletti magasság megváltozása T1 és T5 időszakok között [m].

Élettípus-típus	T1	T1-ről T2-re	T2-ről T3-ra	T3-ről T4-re	T4-ről T5-re	T1-ről T5-re
Boreális nedves erdő	994,2	+75,9	+32,1	-45,5	+83,6	+146,0
Boreális esős erdő	1304,7	+25,0	+38,3	-38,3	-56,0	-31,0
Hideg-mérsékelt füves puszta	107,3	+28,6	+2,7	-30,3	+25,3	+26,3
Hideg-mérsékelt üde erdő	326,9	+15,8	+29,4	-36,2	+56,6	+65,5
Hideg-mérsékelt nedves erdő	716,3	+17,0	+76,3	-72,4	+64,6	+85,5
Meleg-mérsékelt száraz erdő	91,4	+2,6	+17,4	-19,5	+33,9	+34,4
Meleg-mérsékelt üde erdő	416,8	-28,4	+9,3	-11,8	-43,5	-74,5

3. táblázat – Az egyes élettípusok átlagos tengerszintfeletti magassága [m] az 1901–1920-as időszakban (T1) és azok megváltozása az egyes időszakok (1921–1940, T2; 1941–1960, T3; 1961–1980, T4; 1981–2000, T5) között (piros félkövér: magasságnövekedés [m], kék félkövér: magasságcsökkenés [m])

A 3. táblázat alátámasztja korábbi állításunkat, miszerint a boreális övbe tartozó élettípusok és a „hideg-mérsékelt nedves erdő” típus közvetlenül kapcsolódik a magashegységekhez. A „boreális nedves erdő” típus átlagos tengerszintfeletti magassága T1 időszakban 994,2 m, a „boreális esős erdő” esetén ez a jellemző 1304,7 m, míg a „hideg-mérsékelt nedves erdő” kapcsán 716,3 m (3. táblázat). T1 időszakra T2 időszakra és T2-ről T3-ra a vártak megfelelően – egy kivételtől eltekintve – az összes esetben nőtt az élettípusok átlagos tengerszintfeletti magassága. A maximális növekedést T1 és T3 időszakok között éppen a „boreális nedves erdő” (108 m) és a „hideg-mérsékelt nedves erdő” (93,3 m) esetén tapasztaljuk. Az átlagos tengerszintfeletti magasság növekménye ugyanezen periódusban a „meleg-mérsékelt száraz erdő” kapcsán volt minimális (20 m). T3 időszakra T4 időszakra mind a 7 élettípus-típus esetén csökkent az átlagos tengerszintfeletti magasság (3. táblázat). A

legnagyobb csökkenést a „hideg-mérsékelt nedves erdő” (72,4 m), míg a legkisebb csökkenést a „meleg-mérsékelt üde erdő” (11,8 m) kapcsán tapasztaljuk. T4 időszakról T5 időszakra két kivételtől eltekintve nőtt ismét az életzóna-típusok átlagos tengerszintfeletti magassága. A maximális növekedést ismét a „boreális nedves erdő” kapcsán tapasztaljuk (83,6 m), míg a másik boreális típus („esős erdő”) kapcsán 56 m-es magasságcsökkenést érzékelünk. Az előbb tapasztalt oka, hogy a „boreális nedves erdő” kiterjedése T4-ről T5-re erőteljesen összehúzóódott, és a századvégre a Keleti-Kárpátok magasabb területeire húzóódott vissza (2. ábra). Míg a meglepő magasságcsökkenés oka, hogy a századvégre a „boreális esős erdő” típus teljesen kiszorult a Déli-Kárpátok magasabb hegyvidéki területéről, és már csak az alacsonyabb Tátrában kedvezett számára az éghajlat. Összességében elmondható, hogy a múlt század során az öt legnagyobb kiterjedésű életzóna-típus esetén nőtt az átlagos tengerszintfeletti magasság, azaz a századvégre az életzónák többnyire magasabbra húzódtak (3. táblázat).

#### 4. Összefoglalás

A Holdridge-féle életzónák területi eloszlásának, átlagos középpontjának és átlagos tengerszintfeletti magasságának változásait vizsgáltuk a múlt században a CRU TS 1.2 adatbázis felhasználásával a Kárpát-medence régiójára nézve. Vizsgálataink során öt egymástól elkülönülő időszakban állapítottuk meg az életzónák fenti paramétereit, majd vizsgáltuk azok időbeli változását.

A vizsgált területen 7 életzóna-típust figyeltünk meg: boreális nedves erdő, boreális esős erdő, hideg-mérsékelt füves puszta, hideg-mérsékelt üde erdő, hideg-mérsékelt nedves erdő, meleg-mérsékelt száraz erdő, meleg-mérsékelt üde erdő. A vártak megfelelően az első és az utolsó időszak között nőtt a meleg-mérsékelt övbe tartozó életzónák területi kiterjedése, míg csökkent a boreális övbe tartozóké. A nedvességi karakterisztikát tekintve a múlt század során csökkent a régióban a nedves, míg nőtt a száraz tulajdonságú életzónák kiterjedése. A magashegységekhez közvetlenül kapcsolódó életzóna-típusokat leszámítva az átlagos középpont három életzóna esetében északra, egy esetében pedig északnyugatra mozdult el, azaz a századvégre az életzónák többnyire északabbra húzódtak. Az átlagos tengerszintfeletti magasság pedig az öt legnagyobb kiterjedésű típus esetében nőtt, azaz a századvégre az életzónák többnyire magasabbra húzódtak.

#### Irodalomjegyzék

- EMANUEL, W. R., SHUGART, H. H., STEVENSON, M. P. (1985): Climatic change and the broad-scale distribution of terrestrial ecosystem complexes. *Climatic Change*, **7**(1), 29–43.
- FAN, Z. M., LI, J., YUE, T. X. (2012): Changes of climate-vegetation ecosystem in Loess Plateau of China. *Procedia Environmental Sciences*, **13**, 715–720.
- HOLDRIDGE, L. R. (1947): Determination of world plant formations from simple climatic data. *Science*, **105**(2727), 367–368.
- HOLDRIDGE, L. R. (1959): Simple method for determining potential evapotranspiration from temperature data. *Science*, **130**(3375), 572.
- HOLDRIDGE, L. R. (1967): Life zone ecology. *Tropical Science Center. San Jose, Costa Rica*.
- MITCHELL, T. D., CARTER, T. R., JONES, P. D., HULME, M., NEW, M. (2004): A comprehensive set of high-resolution grids of monthly climate for Europe and the globe: the observed record (1901–2000) and 16 scenarios (2001–2100). Tyndall Centre Working Paper 55. *Tyndall Centre for Climate Change Research, University of East Anglia, Norwich, UK*.
- NEW, M. G., HULME, M., JONES, P. D. (1999): Representing twentieth-century space-time climate variability. Part I: Development of a 1961–90 mean monthly terrestrial climatology. *Journal of Climate*, **12**(3), 829–856.



- NEW, M. G., HULME, M., JONES, P. D. (2000): Representing twentieth-century space-time climate variability. Part II: Development of a 1901-96 monthly terrestrial climate fields. *Journal of Climate*, **13**(13), 2217–2238.
- YUE, T. X., FAN, Z. M., LIU, J. Y. (2005) Changes of major terrestrial ecosystems in China since 1960. *Global and Planetary Change*, **48**(4), 287–302.
- YUE, T. X., FAN, Z. M., LIU, J. Y., WEI, B. X. (2006): Scenarios of major terrestrial ecosystems in China. *Ecological Modelling*, **199**(3), 363–376.
- YUE, T. X., LIU, J. Y., JØRGENSEN, S. E., GAO, Z., ZHANG, S., DENG, X. Z. (2001): Changes of Holdridge life zone diversity in all of China over half a century. *Ecological Modelling*, **144**(2), 153–162.
- ZHANG, G., KANG, Y., HAN, G., SAKURAI, K. (2011): Effect of climate change over the past half century on the distribution, extent and NPP of ecosystems of Inner Mongolia. *Global Change Biology*, **17**(1), 377–389.