XV. TERMÉSZET-, MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYOK ALKALMAZÁSA NEMZETKÖZI KONFERENCIA

15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLICATIONS OF NATURAL, TECHNOLOGICAL AND ECONOMIC SCIENCES

ELŐADÁSOK – PRESENTATIONS

Nyugat-magyarországi Egyetem – University of West Hungary

SZOMBATHELY, 2016. május 14.

HUNGARY

XV. TERMÉSZET-, MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYOK ALKALMAZÁSA NEMZETKÖZI KONFERENCIA

15th 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 978-963-9871-61-8

SZOMBATHELY, 2016. május 14.

HUNGARY

XV. TERMÉSZET-, MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYOK ALKALMAZÁSA

NEMZETKÖZI KONFERENCIA PROGRAMJA
2016. május 14.

9.50-10.00 A tudományos konferencia megnyitása
A konferenciát megnyitja és köszönti: Dr. habil. Péntek Kálmán főiskolai tanár, a Tudományos és Tudományos Diákköri Bizottság elnöke
Helye: a Nyugat-magyarországi Egyetem Savaria Egyetemi Központ (Szombathely, Károlyi Gáspár tér 4.), C ép. 216. terem

Plenáris előadás:

10.00-10.30 Mika János, Marschall Mariann: A biológia kihívásai az ENSz Fenntartható Fejlődési Célok (2016-2030) érdekében

10.30-11.00 Bartha Lajos: Egy tudós barátság eredményei: Konkoly Thege Miklós és Gothard Jenő csillagászati együttműködése - Konkoly Thege halálának 100. évfordulójára

Az előadások időbeosztása: 10 perc + 5 perc vita

	1. SZEKCIÓ **Elnök: Mika János és Péntek Kálmán** **Terem: C ép. 216.**	**2. SZEKCIÓ** **Elnök: Dani Magdolna** **Terem: C ép. 302.**
11.00-11.15	**Kozma Katalin:** A csapadék hatása a Hernád folyó vízjárására	**Gyulai Ferenc:** Archaeobotanika és a számítógép
11.15-11.30	**Somogyi Tímea, Kúti Zsuzsanna, Puskás János:** A zivatar és a nádiposzáták aktivitásának összefüggése	**Balázs Pál:** A Cseres hegység (Cerová vrchovina) védett és veszélyeztetett flórájának jegyzéke
11.30-11.45	**Hérincs Dávid:** Rolf: egy trópusi ciklon a Földközi-tengeren	**Szalay Krisztina, Emri Zsuzsanna:** A marihuána és a szintetikus cannabinoidok használatának veszélyei
11.45-12.00	**Dian Csenge, Dezső Zsuzsanna, Pongrácz Rita, Bartholy Judit:** Városklimatológiai mérések Ferencváros felújított területein	**Dani Magdolna, Filinger Petra, Skribanek Anna:** A Hévízi-lefolyóból származó Nymphaea populációk levélszövettani elemzése

Kávészünet és Poszter szekció

13.00-13.15	**Klicasz Szpirosz:** Görögország makroszinoptikus helyzetei	**Hámori Dániel:** A kuvik [*Athene noctua* (Scopoli, 1769)] gerinces- és rovartáplálék összetétele a kiskunságban
13.15-13.30	**Kristóf Erzsébet, Matyasovszky István:** Éghajlati idősorok nemlinearitásának tesztelése pótadatsor-módszerrel	**Nagy Melinda:** Investigation of the migration history of Slovak Romani population groups from India on the basis of genetic data
13.30-13.45	**Beck Sándor, Károssy Csaba, Puskás János:** Klímaváltozás és a ciklonok gyakorisága	**Horváthné Tobischka Katalin, Nagy Gábor, Tóth Gábor, Kordos László:** Állatcsontok és szájpatológiás esetek Balatonudvari avar- és honfoglalás kori temetőjében
13.45-14.00	**Iván Márk, Dezső Zsuzsanna, Bartholy Judit:** Az euro–atlanti térség blocking helyzeteinek elemzése	**Czékus Géza, Borsos Éva, Horák Rita:** A kéz és a láb lateralitása egy vajdasági mintában
14.00-14.15	**Péntek Kálmán:** Philippe de la Hire univerzális asztrolábiuma napóra üzemmódban	**Neparáczki Endre, Pálfi György, Török Tibor:** A karos III. számú temető archeogenetikai vizsgálata

Kávészünet

14.30-14.45	**Utasi Zoltán, Mika János, Tóth Antal:** Völgyalji városaink általános statisztikai sajátosságai	**Berthon William, Tihanyi Balázs, Thomann Aminte, Pálfi György, Dutour Olivier, Coqueugniot Hélène:** Toward a better understanding of entheseal changes: a comparative study of radial tuberosity 3d microstructure / Kutatás az enthesopathiák jobb megismeréséhez: a tuberositas radii
14.45-15.00	**Palkovits István:** Gazdaságelemzés tudományos objektivitással – fecseg a felszín?	**Tihanyi Balázs, Berthon, William, Dutour, Olivier, Bereczki Zsolt, Molnár Erika, Révész László, Pálfi György:** A történeti íjászat vizsgálati lehetőségei – egy 10. századi magyar széria aktivitás okozta csontelváltozási vizsgálatának tanulságai
15.00-15.15	**Szegedi Péter, Békési Bertold:** Robotok alkalmazásának lehetőségei katonai műveletekben	**Váradi Orsolya Anna, Kecskeméti Anita, Spekker Olga, Molnár Erika, Bereczki Zsolt, Szekeres András, Vágvölgyi Csaba, Pálfi György:** *Mycobacterium tuberculosis* komplex kimutatása lipid biomarkerek segítségével
15.15-15.30	**Békési Bertold, Szegedi Péter:** Pilóta nélküli repülőeszközök – biztonság vagy fenyegetés	**Fodor Éva, Révész László:** Környezeti nevelés a Kosbor tanösvényen
15.30-15.45	**Szőcs Huba László:** Az űrhajózás tér-idő mértéke (metrikája, íveleme) és a mágneses monopólus sugara	**Révész László, Fodor Éva:** Hulladékgazdálkodás és megújuló energiaforrások a hazai környezeti nevelési oktatócsomagokban
15.45-16.00		**Rigóczki Csaba:** Külső és belső környezetünk védelmében! – a korszerű környezeti nevelés kihívásairól

POSZTER SZEKCIÓ

Időpont: 12.00-13.00
Elnök: Puskás János

Adonyi Dávid Attila, Horváth Márton, Ódor Noémi: A hőszigetelési munkák hatékonyságának vizsgálata az egyetemi sportcsarnokban
Ágota Farsang, Csilla Béres, Nóra Kováts, Tamás Rétfalvi: Heavy metal forms in the municipal wastewater
Balogh Máté, Horváth Ákos: Nagy csapadékot adó ciklonok nedvesség forrásainak vizsgálata
Bende Attila - László Richárd: Időjárási anomáliák hatása az erdei szalonka (*Scolopax rusticola* L.) vonulására
Béres Csilla: Quercus fajok vízforgalmának és genetikai variabilitásának vizsgálata
Bolla Bence, Hoksa Attila: A 2015-ös bócsai-kaskantyúi erdőtűz térinformatikai alapú felmérése és további természetvédelmi kezelése
Finta Zsanett: A fény vizsgálata okostelefon segítségével
Füzesi István: Szombathely légszennyezettségének jellemzése a falevelekre ülepedett por elemösszetételének vizsgálata alapján
Iván Márk, Tasnádi Péter: Az atlanti hurrikánok kinetikus energiasűrűsége
Kovács Erik, Puskás János: Az éghajlat pozitív hatásai a Kárpát-medence nyugati borvidékein az elmúlt 30 évben
Németh László, Ódor Noémi, Adonyi Dávid: Vízkeménység meghatározás: mérőkészlet összeállítása, terepi mérések
Ódor Noémi, Adonyi Dávid Attila: Saját lakóhelyünk bemutatása EpiCollect+-alkalmazással és az applikáció általános ismertetése
Pánya Nándor, Veréb Nándor: Mit jelent a pilóta nélküli repülőeszközök autonómiája
Polgár András: Építőanyagok környezeti életciklus elemzése
Somogyi Tímea: A fonyódi magaspart omlása
Veréb Nándor, Pánya Nándor: Pilóta nélküli repülőeszközök szenzorikája

A KONFERENCIA ZÁRÁSA

TARTALOMJEGYZÉK

Mika János, Marschall Mariann:
A biológia kihívásai az ENSz Fenntartható Fejlődési Célok (2016-2030) érdekében 9
Bartha Lajos:
Egy tudós barátság eredményei: Konkoly Thege Miklós és Gothard Jenő csillagászati együttműködése - Konkoly Thege halálának 100. évfordulójára 18
Kozma Katalin:
A csapadék hatása a Hernád folyó vízjárására 32
Somogyi Tímea, Kúti Zsuzsanna, Puskás János:
A zivatar és a nádiposzáták aktivitásának összefüggése 40
Hérincs Dávid:
Rolf: egy trópusi ciklon a Földközi-tengeren 49
Dian Csenge, Dezső Zsuzsanna, Pongrácz Rita, Bartholy Judit:
Városklimatológiai mérések Ferencváros felújított területein 57
Klicasz Szpirosz:
Görögország makroszinoptikus helyzetei 64
Kristóf Erzsébet, Matyasovszky István:
Éghajlati idősorok nemlinearitásának tesztelése pótadatsor-módszerrel 74
Beck Sándor, Károssy Csaba, Puskás János:
Klímaváltozás és a ciklonok gyakorisága 82
Iván Márk, Dezső Zsuzsanna, Bartholy Judit:
Az euro–atlanti térség blocking helyzeteinek elemzése 89
Péntek Kálmán:
Philippe de la Hire univerzális asztrolábiuma napóra üzemmódban 95
Utasi Zoltán, Mika János, Tóth Antal:
Völgyalji városaink általános statisztikai sajátosságai 103
Palkovits István:
Gazdaságelemzés tudományos objektivitással – fecseg a felszín? 112
Szegedi Péter, Békési Bertold:
Robotok alkalmazásának lehetőségei katonai műveletekben 120
Békési Bertold, Szegedi Péter:
Pilóta nélküli repülőeszközök – biztonság vagy fenyegetés 130
Szőcs Huba László:
Az űrhajózás tér-idő mértéke (metrikája, ív-eleme) és a mágneses monopólus sugara 142
Gyulai Ferenc:
Archaeobotanika és a számítógép 145
Balázs Pál:
A Cseres hegység (Cerová vrchovina) védett és veszélyeztetett flórájának jegyzéke 153
Szalay Krisztina, Emri Zsuzsanna:
A marihuána és a szintetikus cannabinoidok használatának veszélyei 160
Dani Magdolna, Filinger Petra, Skribanek Anna:
A Hévízi-lefolyóból származó Nymphaea populációk levélszövettani elemzése 167
Hámori Dániel:
A kuvik [*Athene noctua* (Scopoli, 1769)] gerinces- és rovartáplálék összetétele a kiskunságban 168

Nagy Melinda:
Investigation of the migration history of Slovak Romani population groups from India on the basis of genetic data 176
Horváthné Tobischka Katalin, Nagy Gábor, Tóth Gábor, Kordos László:
Állatcsontok és szájpatológiás esetek Balatonudvari avar- és honfoglalás kori temetőjében 181
Czékus Géza, Borsos Éva, Horák Rita:
A kéz és a láb lateralitása egy vajdasági mintában 182
Neparáczki Endre, Pálfi György, Török Tibor:
A karos III. számú temető archeogenetikai vizsgálata 190
Berthon William, Tihanyi Balázs, Thomann Aminte, Pálfi György, Dutour Olivier, Coqueugniot Hélène:
Toward a better understanding of entheseal changes: a comparative study of radial tuberosity 3d microstructure / Kutatás az enthesopathiák jobb megismeréséhez: a tuberositas radii 191
Tihanyi Balázs, Berthon, William, Dutour, Olivier, Bereczki Zsolt, Molnár Erika, Révész László, Pálfi György:
A történeti íjászat vizsgálati lehetőségei – egy 10. századi magyar széria aktivitás okozta csontelváltozási vizsgálatának tanulságai 192
Váradi Orsolya Anna, Kecskeméti Anita, Spekker Olga, Molnár Erika, Bereczki Zsolt, Szekeres András, Vágvölgyi Csaba, Pálfi György:
Mycobacterium tuberculosis komplex kimutatása lipid biomarkerek segítségével 193
Fodor Éva, Révész László:
Környezeti nevelés a Kosbor tanösvényen 194
Révész László, Fodor Éva:
Hulladékgazdálkodás és megújuló energiaforrások a hazai környezeti nevelési oktatócsomagokban 201
Rigóczki Csaba:
Külső és belső környezetünk védelmében! – a korszerű környezeti nevelés kihívásairól 209
Adonyi Dávid Attila, Horváth Márton, Ódor Noémi:
A hőszigetelési munkák hatékonyságának vizsgálata az egyetemi sportcsarnokban 216
Ágota Farsang, Csilla Béres, Nóra Kováts, Tamás Rétfalvi:
Heavy metal forms in the municipal wastewater 217
Balogh Máté, Horváth Ákos:
Nagy csapadékot adó ciklonok nedvesség forrásainak vizsgálata 218
Bende Attila, László Richárd:
Időjárási anomáliák hatása az erdei szalonka (*Scolopax rusticola* L.) vonulására 219
Béres Csilla:
Quercus fajok vízforgalmának és genetikai variabilitásának vizsgálata 227
Bolla Bence, Hoksa Attila:
A 2015-ös bócsai-kaskantyúi erdőtűz térinformatikai alapú felmérése és további természetvédelmi kezelése 236
Finta Zsanett:
A fény vizsgálata okostelefon segítségével 240
Füzesi István:
Szombathely légszennyezettségének jellemzése a falevelekre ülepedett por elemösszetételének vizsgálata alapján 245
Iván Márk, Tasnádi Péter:
Az atlanti hurrikánok kinetikus energiasűrűsége 250

Kovács Erik, Puskás János:
Az éghajlat pozitív hatásai a Kárpát-medence nyugati borvidékein az elmúlt 30 évben 259
Németh László, Ódor Noémi, Adonyi Dávid:
Vízkeménység meghatározás: mérőkészlet összeállítása, terepi mérések 266
Ódor Noémi, Adonyi Dávid Attila:
Saját lakóhelyünk bemutatása EpiCollect+-alkalmazással és az applikáció általános ismertetése 267
Pánya Nándor, Veréb Nándor:
Mit jelent a pilóta nélküli repülőeszközök autonómiája 268
Polgár András:
Építőanyagok környezeti életciklus elemzése 275
Somogyi Tímea:
A fonyódi magaspart omlása 284
Veréb Nándor, Pánya Nándor:
Pilóta nélküli repülőeszközök szenzorikája 285

A tanulmányokat lektorálta: Dr. habil. Péntek Kálmán, Dr. habil. Puskás János, Dr. habil. Skribanek Anna, Dr. Suskovics Csilla PhD, Dr. habil. Tóth Gábor

A BIOLÓGIA KIHÍVÁSAI AZ ENSZ FENNTARTHATÓ FEJLŐDÉSI CÉLOK (2016-2030) TELJESÍTÉSE ÉRDEKÉBEN

Mika János, Marschall Marianna

Eszterházy Károly Egyetem, Természettudományi Kar
3300 Eger Leányka út 6. E-mail: mikaj@ektf.hu, marschal@ektf.hu

Az ENSZ 2015 szeptemberében fogadta el a Fenntartható Fejlődési Célokat (2016-2030), amely 17 fő célt és 169 részcélt tűz az emberiség elé. A tanulmányban csoportosítjuk a fő célokat, mert a dokumentum logikátlanul sorszámozza a jól elkülöníthető csoportokat. Ezután azt a 10 fő célt és 34 részcélt exponáljuk, amelyekben szerephez jut a biológia ismerete. Ezek egy részében a biológiatudás a cél elérésének feltétele, más céloknál a beavatkozás eszköze.
Kulcsszavak: fenntarthatóság, humánbiológia, állatbiológia, növénybiológia, mikrobiológia

Bevezetés

Az ENSZ létezése óta feladatának tekinti a Föld lakói békéjének, jólétének, a földi javak igazságos elosztásának elősegítését. A fenntartható fejlődés fogalma a második Környezetvédelmi Világkonferencia (Rio de Janeiro, 1992) nyomán került be a köztudatba, ahol elfogadták a *Feladatok a XXI. századra (Agenda 21*) című ENSZ programot, amely átfogó megoldásként pedig a fenntartható fejlődés koncepcióját ajánlotta. Néhány évvel később, 2000-ben a világ vezetői - a 2015-ig terjedő időszakra - nyolc fő célt fogalmaztak meg, amelyek Millenniumi Fejlődési Célok (MDG) néven váltak ismertté. E dokumentumban a 8 cél egyike volt csupán a környezeti fenntarthatóság biztosítása.

A Fenntartható Fejlődési Célok osztályozása és belső szerkezete

A 2016 és 2030 közötti évek céljai logikusan elkülönülnek egymástól, ám sorszámaikban semmilyen logika nem fedezhető fel. Nem segítenek ebben a piktogramok sem (*1. ábra*).

1. ábra: A 17 Cél összefoglaló piktogramja (http://www.menszt.hu/tudnivalok_az_egyesult_nemzetek_szervezeterol/fenntarthato_fejlodesi_celok - letöltve: 2016.03.20)

Jóllehet nem nehéz felfedezni a logikát a Célok jellegében, melynek alapján 5 csoportba sorolható a 17 Cél. E csoportok és a hozzájuk tartozó számozott célok a következők:

Emberi alapszükségletek

A legfontosabb célok az emberi alapszükségletek fedezése, ami még sokfelé nem megoldott. A 17 cél közül az alábbi sorszámúak tartoznak ide, szó szerint idézve azok megfogalmazását:

„**2.** Az éhezés megszüntetése, az élelmezésbiztonság és a jobb táplálkozás megteremtése, valamint a fenntartható mezőgazdaság támogatása." (8 részcél)

„3. Az egészséges élet és a jólét biztosítása minden generáció valamennyi tagjának." (13)

„6. A vízhez és szanitációhoz történő hozzáférés és fenntartható használat biztosítása mindenki számára." (8)

„7. Megfizethető, megbízható, fenntartható és modern energiához való hozzáférés biztosítása mindenki számára" (5)

Egyenlőség, igazságosság

A következő csoportba a lehetőségek és a jogok igazságosabb elosztása szerepel, ide értve a tanuláshoz való jogot és lehetőséget. Az ilyen célok száma ugyancsak négy:

„**1.** A szegénység valamennyi formájának felszámolása mindenhol." (7 részcél)

„4. Az általánosan elérhető és méltányos minőségi oktatás, valamint az élethosszig tartó tanulás lehetőségeinek megteremtése mindenki számára." (10)

„5. A nemek egyenlőségének megvalósítása, minden nő és lány társadalmi szerepének megerősítése." (9)

„10. Az országok közötti és az országokon belüli egyenlőtlenségek csökkentése." (10)

Hatékony, fenntartható gazdaság

A fenti gyűjtőcímbe tartozó három cél mellett, a klímaváltozást is leginkább ide sorolhatjuk:

„**8.** Tartós, befogadó és fenntartható gazdasági fejlődés, teljes és hatékony foglalkoztatás és tisztességes munka megteremtése mindenki számára." (12 részcél)

„9. Ellenállóképes infrastruktúra kiépítése, a befogadó és fenntartható iparosítás támogatása és az innováció ösztönzése." (8)

„12. Fenntartható fogyasztási és termelési rendszerek kialakítása." (11)

„13. Sürgős lépések megtétele a klímaváltozás és hatásainak leküzdésére elismerve, hogy az éghajlatváltozásra adandó globális válaszok tárgyalásának elsődleges nemzetközi kormányközi fóruma az UNFCC." (5)

A sérülékeny szférák védelme

Ide három célt sorolhatunk, amelyek együtt lefedik a legtöbb odafigyelést igénylő szférákat:

„**11.** A városok és emberi települések befogadóvá, biztonságossá, ellenállóvá és fenntarthatóvá tétele." (10 részcél)

„14. Az óceánok, tengerek és a tengeri erőforrások megőrzése és fenntartható használata a fenntartható fejlődés érdekében." (10)

„15. A szárazföldi ökoszisztémák védelme, helyreállítása és fenntartható használatának támogatása, az erdők fenntartható használata, a sivatagosodás leküzdése, a talajromlás megállítása és a pusztulás visszafordítása, és a biológiai sokféleség további csökkenésének megállítása." (12)

Együttműködés a közös célokért

Végül, van két olyan cél, amelyek nélkül a fenti célok megvalósulása akadályokba ütközne:

„**16.** Békés és befogadó társadalmak megteremtése a fenntartható fejlődés érdekében, az igazságszolgáltatáshoz való hozzáférés biztosítása mindenki számára és a hatékony, elszámoltatható és mindenki számára nyitott intézményi háttér kiépítése minden szinten." (12)

„17. A végrehajtás eszközeinek erősítése és a fenntartható fejlődés megteremtéséhez szükséges globális partnerség újjáélesztése." (19 részcél)

A fenti csoportosításban egyedül azon kellett elgondolkodni, hogy hova sorolható a 13. Cél, amely a klímaváltozás mérséklését sürgeti. Ez ugyanis az egyetlen környezeti probléma, amit a dokumentum külön Célként exponál, nem a hatásaiknál elemez és lát el célmennyiségekkel.

Megjegyezzük, hogy a dokumentum angol beharangozójában szerepelt, hogy 5P: *people, planet, prosperity, peace, partnership* (emberek, bolygó, prosperitás, béke, partnerség) jellemzi a tervezetet (*http://thesociallicense.ca/sustainable-development-now-has-5ps-united-nations-consenus*) ám ezek a fogalmak nem vonultak végig a dokumentumon. Ha egybevetjük őket a fenti csoportosítással, akkor azt látjuk, hogy az első két csoporthoz a *people* illik, a következő két csoporthoz stimmel a *prosperity* illetve a *planet*, ám a *peace* és a *partnership* együtt érvényesül az utolsó, mindössze két célt magában foglaló csoportban.

A fenti 17 Cél összesen 169 részcélt tartalmaz. Ezek közül 126 szám.szám típusú, konkrét időpontra (jellemzően 2030-ra, ritkábban már 2020-ra) vonatkozó, ellenőrizhető indikátor elérése. További 43 részcélt szám.betű kombináció jelöl, a melyek szemléleti, intézményi illetve financiális alapot sürgetnek a témakör helyzetének javítására. Mindkettőre álljon itt egy-egy példa az 1. Célból (a szegénység leküzdése, amitől sok más javulást is remélhetünk):

"1.1 2030-ra a mélyszegénység felszámolása mindenhol; jelenleg ők a napi kevesebb, mint 1,25 USA dollárból élők."

"1.b A szegényeket és a nők felemelkedését támogató fejlesztési stratégiákon alapuló stabil szakpolitikai keretek létrehozása nemzeti, regionális és nemzetközi szinten, hogy támogassák a szegénységet felszámoló tevékenységre irányuló gyorsuló befektetéseket."

A biológia ismeretét feltételező részcélok

A továbbiakban a fenti csoportosításban megvizsgáljuk, hogy mely részcélok kapcsolódnak a biológiai ismeretekkel. Minden alfejezetben a konkrét célt kitűző, *szám.szám* jellegű részcélokat és az ezeket elősegítő *szám.betű* sémájú háttér-célokat is megvizsgáltuk. A releváns részcélokat a fenti tematikus csoportosításunk szerinti alfejezetekben mutatjuk be.

Fontos eleme a részcélok kapcsolódásának az is, hogy a biológia mely területeit érintő ismeretekről van szó. Az egyszerűség és kezelhetőség érdekében csak négy részre osztottuk a biológia tudományát: *humánbiológia, állatbiológia, növénybiológia, mikrobiológia*.

Emberi alapszükségletek

A bemutatást mindenütt a releváns részcélok szám.szám vagy szám.betű kódjai és a fenti résztudományok találkozásának táblázatba foglalásával kezdjük. Ezt követi a részcélok szó szerinti megfogalmazása. A bemutatás egyhangúságát egy helyen ábrákkal próbáljuk oldani.

1. táblázat: Az emberi alapszükségletek témakör részcéljai a biológia résztudományai szerinti bontásban

Részcél	Humánbiológia	Állatbiológia	Növénybiológia	Mikrobiológia
2.3			+	+
2.4		+	+	
2.5		+	+	
2.a		+	+	
3.1	+			+
3.2	+			+
3.3	+			+
3.4	+			+
3.7	+			+
3.9	+			+
3.b	+			+
3.d	+			+
6.3	+			+
6.6	+	+	+	+
7.2				+

2.3 2030-ra az élelmiszer kistermelők, különösen a nők és bennszülött népek, családi gazdaságok, pásztorok és halászok mezőgazdasági termelékenységének és jövedelmének megduplázása, beleértve a biztonságos és egyenlő hozzáférést a földhöz, egyéb termelő erőforrásokhoz és alapanyagokhoz, tudáshoz, pénzügyi szolgáltatásokhoz, piacokhoz, értéknövelő lehetőségekhez és nem mezőgazdasági munkalehetőségekhez.

2.4 2030-ra olyan fenntartható élelmiszer-termelési rendszerek létrehozása és rugalmas mezőgazdasági gyakorlatok alkalmazása, amelyek növelik a termelékenységet és a termelési volument, segítenek az ökoszisztémák fenntartásában, erősítik a klímaváltozással, szélsőséges időjárással, szárazsággal, árvizekkel és egyéb katasztrófákkal kapcsolatos alkalmazkodási képességet, valamint progresszíven javítják a föld és talaj minőségét.

2.5 2020-ra a vetőmagok, termesztett növények, tenyésztett és háziasított állatok és vadon élő megfelelőik genetikai sokféleségének megőrzése megfelelően gondozott és változatos mag- és növénybankok útján, nemzeti, regionális, és nemzetközi szinten, valamint a genetikai erőforrások hasznosításából és az ezzel kapcsolatos hagyományos tudásból eredő haszon tisztességes és egyenlő elosztása a nemzetközi normák alapján.

2.a A befektetések növelése – beleértve a nemzetközi fejlesztési együttműködés növelését is - a vidéki infrastruktúrába, a mezőgazdasági kutatásokba, az ismeretterjesztési szolgáltatásokba, a technológiai fejlesztésbe, a növényi és állati génbankokba abból a célból, hogy növekedjen a mezőgazdaság termelékenysége a fejlődő országokban, különösen a legkevésbé fejlett országokban.

3.1 2030-ra a 100 000 élve születésre jutó anyai halálozási arányszám 70-nél kevesebbre történő csökkentése globális szinten.

3.2 2030-ra az újszülöttek és az 5 év alatti gyerekek megelőzhető okból bekövetkező elhalálozásának felszámolása. Minden ország törekedjen arra, hogy az újszülöttek halálozását legfeljebb 12-re, az 5 év alatti halálozást pedig legfeljebb 25-re csökkentse, mindkét esetben 1000 élve születésre vetítve.

3.3 2030-ra az AIDS, TBC, malária és az elhanyagolt trópusi betegségek, valamint a hepatitis, a szennyezett víz okozta betegségek és más fertőző megbetegedések megfékezése.

3.4 2030-ra a nem fertőző betegségekből származó idő előtti elhalálozás egyharmadával történő csökkentése megelőzéssel és kezeléssel, valamint a mentális egészség és jólét növelése.

3.7 2030-ra a szexuális és reprodukciós egészségügyi szolgáltatásokhoz történő egyetemes hozzáférés biztosítása, beleértve a családtervezést, információszerzést és az oktatást, valamint a reprodukciós egészség kérdésének a nemzeti stratégiákba és programokba történő integrálását.

3.9 2030-ra a veszélyes vegyi anyagok, a levegő-, víz- és talajszennyezés és a fertőzések következtében történő elhalálozások számának jelentős mértékű csökkentése.

3.b Az elsősorban a fejlődő országokat érintő fertőző és nem-fertőző betegségek elleni oltóanyagok és gyógyszerek kutatásának és fejlesztésének támogatása, hozzáférés biztosítása a megfizethető alapvető gyógyszerekhez és oltóanyagokhoz - összhangban a Doha Nyilatkozattal, amely megerősíti a fejlődő országok jogát a TRIPS Megállapodás (Trade Related Aspects of Intellectual Property Rights – a szellemi tulajdonjogok kereskedelmi vonatkozásairól szóló megállapodás) rugalmasságra vonatkozó rendelkezéseinek teljes körű alkalmazására a közegészség védelme érdekében, és különösen annak biztosítására, hogy a gyógyszerek mindenki számára hozzáférhetők legyenek.

6.3 2030-ra a víz minőségének javítása a szennyezés csökkentése révén, a veszélyes vegyi- és más anyagok lerakásának megszüntetése és kibocsátásainak minimalizálása; a kezelet-

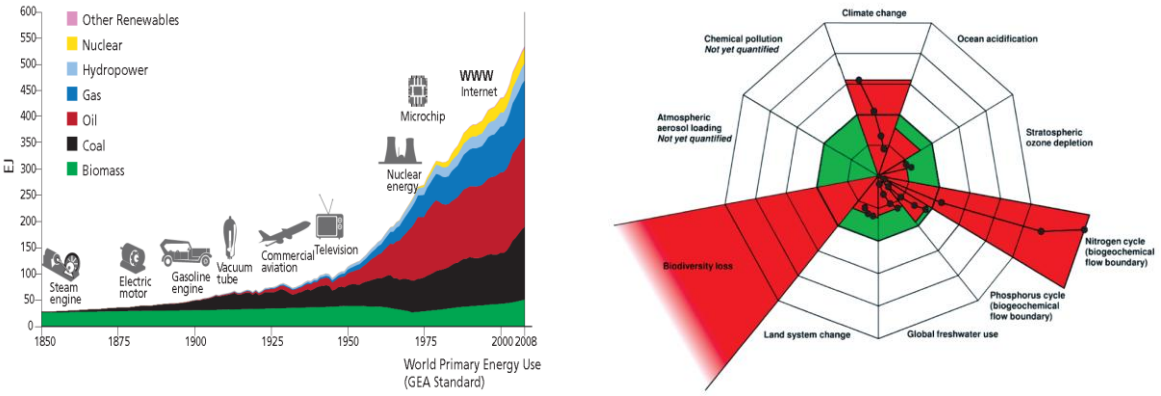
len szennyvíz részarányának felére csökkentése, a tisztított szennyvíz vissza-forgatásának és biztonságos újrahasznosításának jelentős mértékű növelése által.

6.6 2020-ra a vízhez kapcsolódó ökoszisztémák védelme és helyreállítása, beleértve a hegységeket, erdőket, vizes élőhelyeket, folyókat, víztároló rétegeket és tavakat.

7.2 2030-ra globális energiatermelésben a megújuló energiák részarányának jelentős növelése.

Mielőtt rátérünk a következő csoportra, a csoportok határán illusztrálunk a részcélok közül kettőt *(1. ábra)*. A bal oldali ábrán megfigyelhetjük, hogy a bioenergia egészen az 1970-es évekig stagnált, sőt az élelmiszerellátás adott alacsony szintje miatt észrevehetően csökkent. A jobb oldali ábrán az áll, hogy környezeti problémák közül a két legsúlyosabb, a biodiverzitás romlása és a nitrátosodás már ma is visszafordíthatatlan károkat okozott.

a) **b)**



2. ábra a) a 7.2 részcélhoz: A világ energiaforrásainak alakulása, benne a bioenergia átmeneti visszaesése, majd újrafelfedezése. b.) a 12.4-hez: A legsúlyosabb környezeti problémák között első a biodiverzitás, második a nitrátosodás. Forrás: GEA (2012).

Hatékony, fenntartható gazdaság

A biológiának a fenntartható fogyasztás és a klímaváltozás terén lehet szerepe *(2. táblázat)*.

2. táblázat: A hatékony, fenntartható gazdaság részcéljai a biológia résztudományai szerinti bontásban

Részcél	Humánbiológia	Állatbiológia	Növénybiológia	Mikrobiológia
12.2	+	+		+
12.3		+		
12.4			+	
13.1	+	+	+	+

12.2 2030-ra a természeti erőforrások fenntartható kezelése és hatékony felhasználása.

12.3 2030-ra az egy főre jutó globális élelmiszer pazarlás felére csökkentése a kiskereskedelem és a fogyasztók szintjén, valamint az élelmiszerveszteség csökkentése a termelésben és az ellátási láncban, beleértve a betakarítás utáni veszteségeket.

12.4 2020-ra a vegyi anyagok és a hulladék környezetvédelmi szempontból biztonságos kezelése a teljes életciklusukon keresztül az elfogadott nemzetközi keretekkel összhangban, valamint a levegőbe, vízbe, és a talajba történő kibocsátásuk jelentős csökkentése, hogy minimálisra csökkenjen az emberi egészségre és környezetre gyakorolt negatív hatásuk.

13.1 A klímaváltozáshoz kapcsolódó veszélyekkel és természeti katasztrófákkal szembeni ellenálló- és alkalmazkodóképesség megerősítése minden országban.

A sérülékeny szférák védelme

A három közül az óceáni és a szárazföldi szférák védelme *(3. táblázat)* a leghangsúlyosabb.

3. táblázat: A sérülékeny szférák részcéljai a biológia résztudományai szerinti bontásban

Részcél	Humánbiológia	Állatbiológia	Növénybiológia	Mikrobiológia
11.4	+	+	+	+
14.1		+	+	
14.2		+	+	
14.3		+	+	
14.4		+	+	
14.a		+	+	
15.1		+	+	
15.2		+	+	
15.3		+	+	
15.4		+	+	
15.5		+	+	
15.6	+	+	+	+
15.7		+	+	
15.8		+	+	

11.4 A világ kulturális és természeti örökségei megőrzésére és védelmére irányuló erőfeszítések erősítése.

14.1 2020-ra a tengeri és tengerparti ökoszisztémák védelme és fenntartható kezelése ellenálló képességük megerősítésével a jelentős káros hatások elkerülésére, és intézkedések helyreállításukra az egészséges és produktív óceánok érdekében.

14.2 2020-ra a tengeri és tengerparti ökoszisztémák védelme és fenntartható kezelése ellenálló képességük megerősítésével, a jelentős káros hatások elkerülésére, és intézkedések helyreállításukra az egészséges és produktív óceánok érdekében.

14.3 Az óceánok elsavasodása és az ezáltal okozott hatások minimálisra csökkentése, a tudományos együttműködés segítségével minden szinten.

14.4 2020-ra a halászat hatékony szabályozása, a túlhalászat, az illegális, a nem bejelentett és nem szabályozott halászat és a pusztító halászati szokások megszüntetése, valamint tudományosan meglapozott fenntartási tervek végrehajtása a halállomány lehető legrövidebb időn belüli helyreállítása érdekében legalább olyan szintre, amely a biológiai jellegzetességeik által meghatározott maximális fenntartható hozamot eredményez.

14.a A tudományos ismeretek bővítése, a kutatási kapacitások fejlesztése és a tengeri technológia átadása a Kormányközi Oceanográfiai Bizottság Kritériumrendszere és a Tengeri Technológia Átadás Iránymutatásai figyelembevételével a óceánok egészségének javítása és tengeri biológiai sokféleség javításához történő hozzájárulás növelése érdekében a fejlődő országok, kiemelten a fejlődő kis szigetállamok és a legkevésbé fejlett országok fejlődésének elősegítése céljából.

15.1 2020-ra a szárazföldi, valamint a belterületi édesvízi ökoszisztémák és szolgáltatásaik megőrzése, helyreállítása és fenntartható használata, különös tekintettel az erdőkre, vizes élőhelyekre, hegyekre és száraz élőhelyekre, a nemzetközi kötelezettségeknek megfelelően.

15.2 2020-ra az erdők minden típusa fenntartható kezelésének megvalósítása, az erdőirtások megállítása, az elpusztult erdők helyreállítása, és az erdősítés és az újraerdősítés globálisan jelentős mértékű növelése.

15.3 2020-ra a sivatagosodás leküzdése (megállítása), a leromlott földfelületek és talaj helyreállítása, beleértve a sivatagosodás, aszály és árvizek által érintett területeket, és törekvés a talajromlás nélküli világ elérésére.

15.4 2030-ra a hegyvidéki ökoszisztémák megőrzése - beleértve a biológiai sokféleségüket is - a fenntartható fejlődéshez nélkülözhetetlen előnyöket nyújtó kapacitásuk növelése érdekében.

15.5 Gyors és jelentős intézkedések megtétele a természetes élőhelyek romlásának mérséklésére, a biológiai sokféleség csökkenésének megállítására, 2020-ra a veszélyeztetett fajok védelme és kihalásuk megakadályozása.

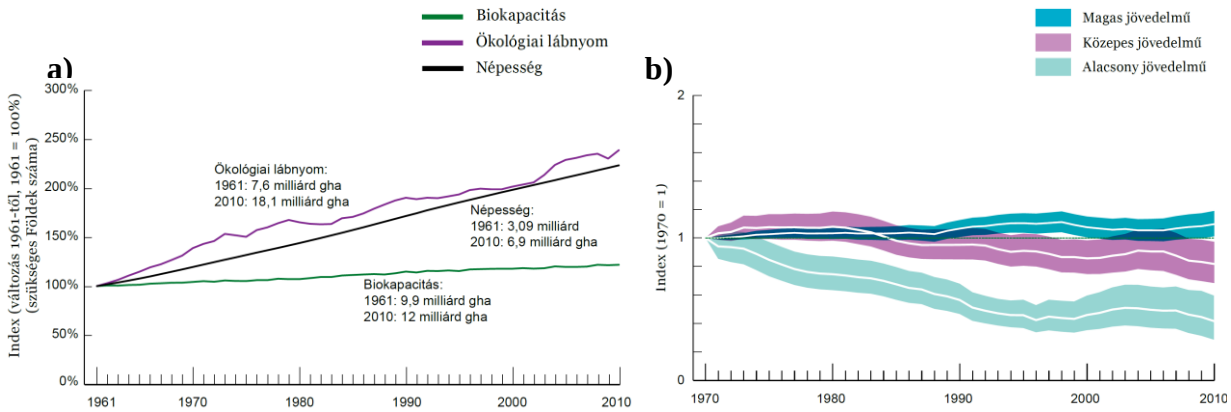
15.6 A genetikai erőforrások hasznosításából származó előnyök igazságos és méltányos megosztása, valamint az ezen erőforrásokhoz történő megfelelő hozzáférés elősegítése.

15.7 Sürgős intézkedés a flóra és fauna védett fajait érintő vadorzás és csempészés megállítására, a vadvilágból származó illegális termékek iránti keresletet és kínálatot egyaránt megcélozva.

15.8 2020-ra intézkedések bevezetése a vízi és szárazföldi ökoszisztémákban megjelenő idegenhonos özönfajok ellen, valamint hatásaik jelentős csökkentésére, a legtöbb problémát okozó fajok ellenőrzés alatt tartása, illetve kiirtása.

Az alfejezet végén két ábrát mutatunk az Élő Bolygó Jelentés 2014 (WWF,2014) magyar összefoglalójából *(3. ábra)*. A jobb oldali ábra a 15.1 részcélhoz kapcsolódik. Azt ábrázolja, hogy az ökológiai lábnyom és a világnépesség növekedése közel párhuzamosan halad. E két növekedés sokkal gyorsabb, mint a biokapacitás, azaz a természet és az ember képessége arra, hogy ugyanazon a területen több élő terméket állítson elő. 1961 és 2010 közötti 50 évben az ökológiai lábnyom 138%-kal, míg a népesség 123%-kal nőtt. A különbség a jólét egyenetlen megoszlású növekedése. E számokhoz képest, a biokapacitás javulása csupán 21%!

Az ábra bal oldala arra mutat rá, hogy – a hiedelemmel ellentétben – a magas jövedelmű országokban ma már tudnak vigyázni a veszélyeztetett fajokra, azok száma lassan növekszik. A közepes és főként az alacsony jövedelmű országokban viszont gyorsan pusztulnak a fajok.



3. ábra: a) a 15.1 részcélhoz: Az ökológiai lábnyom, a népesség és a biokapacitás változása 1961-2010 globális átlagban. b.) a 15.5 részcélhoz: A fajok sokféleségét tükröző, ún. élő bolygó index alakulása a különböző jövedelmű országokban. Forrás: (http://wwf.hu/media/file/LPR_Magyar_2014_02.pdf)

Egyenlőség, igazságosság és Együttműködés a közös célokért

Végül, megállapíthatjuk, hogy az ebbe a két csoportba tartozó 1., 4., 5. és 10. illetve 16. és 17. célokhoz tartozó, összesen 67 részcél közül csupán egynek van biológiai relevanciája. Ez az alábbi részcél is csak a *humánbiológiával* kapcsolatos, így ezt nem is foglaltuk táblázatba.

5.3 Minden ártalmas gyakorlat megszüntetése, mint pl. a gyerek-, korai-, és kényszerházasság és a női nemi szerv csonkítása.

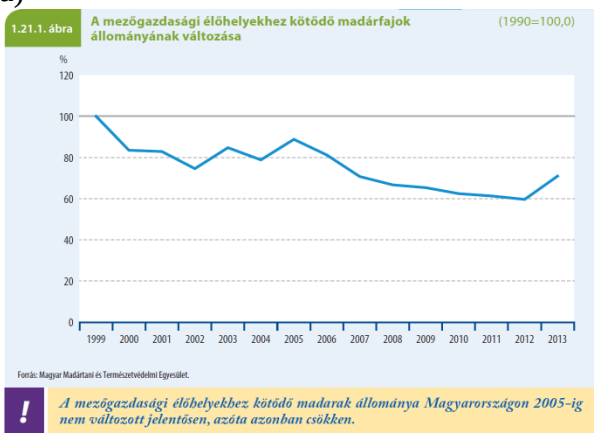
Összegezve: A fentiekben 10 olyan célt találtunk, amelyből egy vagy több részcélnak van kapcsolódása biológia-tudáshoz. Az ilyen részcélok száma 34, ami a 169 részcél 20 %-a.

Hazai indikátorok

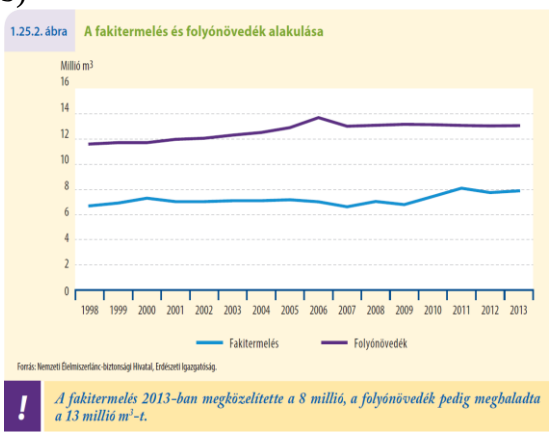
A Parlament 2013. március 25-én fogadta el a Nemzeti Fenntartható Fejlődési Keretstratégiát. Az ennek megvalósulását számszerűsítő indikátorokat 2015-ben adta közre a KSH (2015). A kiadvány 100 jelzőszámából 33 a környezetre, 44 a társadalomra, 23 a gazdaságra vonatkozik.

Négy ábrán illusztráljuk, hogy az ENSZ dokumentumban foglalt egyik-másik cél sajnos hazánkban is aktuális (*4. ábra*). Nem kedvező, hogy csökken a mezőgazdasági élőhelyekhez köthető madárfajok száma, hogy nem nő a különbség a fanövekmény és a kitermelés között, hogy nagyobb a porterhelés, mint az EU-ban és hogy 2000 és 2012 között 18%-ról 25%-ra nőtt a lakhatás aránya a fogyasztói kosárban. E változás főleg az élelmiszerfogyasztás kárára valósult meg, azaz negatívan hat a biológiai erőforrások élelmezési célú kihasználására.

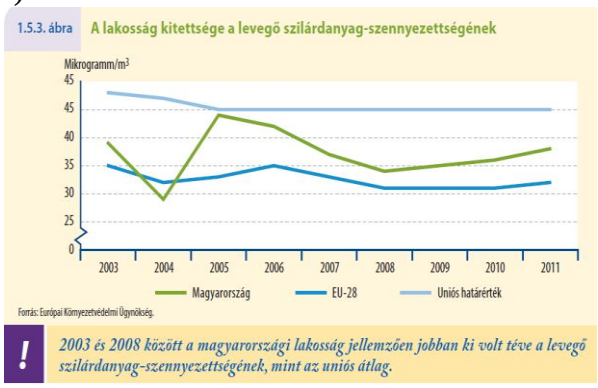
a)



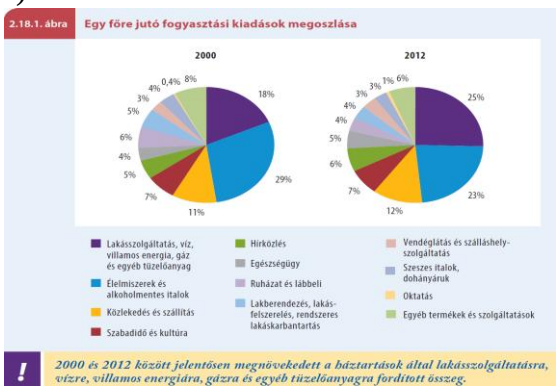
b)



c)



d)



4. ábra: A biológiai tudás alkalmazásával kapcsolatos néhány hazai indikátor (a) a mezőgazdasági élőhelyekhez köthető madárfajok száma; (b) a fakitermelés és a fanövekedés alakulása; (c) a szálló por koncentrációk alakulása; (d) a fogyasztási szerkezet módosulása 2000-2012. (KSH, 2015: 1.1.1, 1.25.2, 1.5.3, 2.18.1 ábra)

Köszönetnyilvánítás: A magyar fordítás *az ENSZ Fenntartható Fejlődési Célok hazai indikátor rendszerének kidolgozását segítő, a Központi Statisztikai Hivatal által koordinált tárcaközi szakértői csoport* munkaanyaga. Mivel ez a végső szöveg előtti állapotról készült, a 3.2 és a 6.3 pontot az angol eredeti alapján módosítani kellett. Szerzők köszönik *Tóth Boglárka* III. éves földrajz-biológia tanár szakos hallgatónak a két szöveg egybevetését.

Hivatkozások

GEA (2012): Global Energy Assessment – Toward a Sustainable Future, Cambridge University Press, Cambridge UK and New York, NY, USA and the IIASA, Laxenburg, Austria. 1812 o.

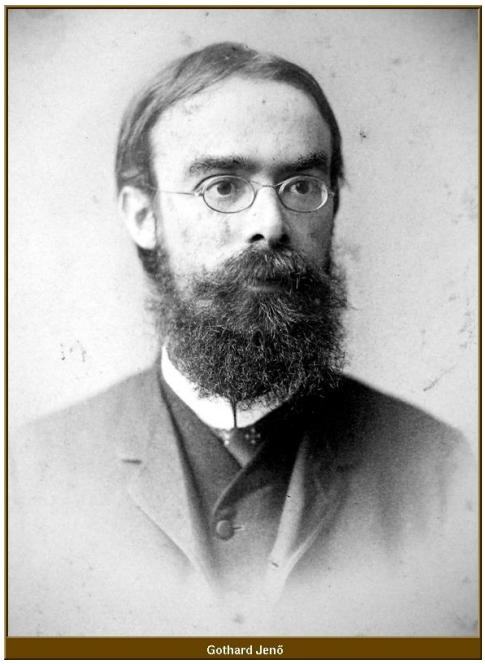
KSH (2015): A fenntartható fejlődés indikátorai Magyarországon, 2014. Központi Statisztikai Hivatal, 238 o. (*https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/fenntartfejl/fenntartfejl14.pdf* letöltve 2016.03.20)

SDG (2015): United Nations Resolution A/RES/70/1 of 25 September 2015. The Goals are listed in par. 51 (http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E)

WWF, 2014: Élő Bolygó Jelentés 2014 Összefoglaló (*http://wwf.hu/media/file/LPR_Magyar_2014_02.pdf)*

EGY TUDÓS BARÁTSÁG EREDMÉNYEI: KONKOLY THEGE MIKLÓS ÉS GOTHARD JENŐ CSILLAGÁSZATI EGYÜTTMŰKÖDÉSE – Konkoly Thege halálának 100. évfordulójára

Bartha Lajos
1023 Budapest, Frankel L. út 36.
e-mail: arbar@t-online.hu



Összefoglalás: Gothard Jenő (1857-1909) aránylag rövid, de a csillagászati fotográfia terén úttörő tevékenységét Konkoly Thege Miklós (1842-1916) példája és buzdítása indította el. Az 1880-90-es években kettőjük közt folyamatos kapcsolat és együttműködés alakult ki. Konkoly Thege ekkor már rendszeresen megkapta az új felfedezésekről szóló nemzetközi körleveleket, amelyeket azonnal továbbított Gothardnak. Az egyik első értékes munkájuk az Ógyalla és Herény (Szombathely) közti telefon kapcsolat volt abban a korban, amikor még nem létezett távolsági telefonérintkezés.. A továbbiakban számos párhuzamos észlelést végeztek, főleg különleges objektumokról (üstüküs színképek, béta Lyrae, gamma Cassiopeiae különleges spektrumai, S Andromedae szupernovóva, Nova T Aurigae), Konkoly vizuálisan (szemmel), Gothard fotografikusan végzett tanulmányokat, és a két sorozat mintegy kiegészítette egymást. Ez a párhuzamos sorozat sajnos mindkettőjük más irányú elfoglaltsága miatt megszakadt. Utolsó párhuzamos észlelés Ógyallán és Herényben a Nova GK Persei 1901 színképi és fényesség változásának vizsgálata terén történt. Emellett Gothard Jenő több alkalommal közreműködött a Konkoly Thege által tervezett speciális műszerek kivitelezésében (pl. a speciális spaktrálkoloriméter megvalósításában).

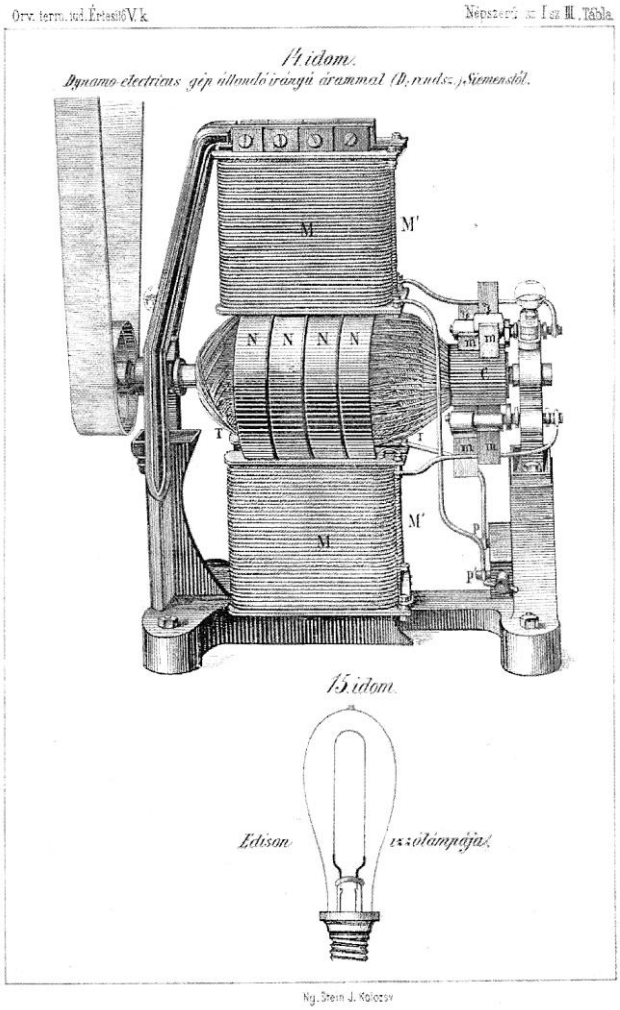
Egy tudós-barátság anatómiája

Ebben az évben (2016) emlékezünk meg a hazai tudományos élet egyik kiemelkedő egyénisége, Konkoly Thege Miklós (1842-1916) halálának századik évfordulójáról. Ebből az alkalomból érdemes megismerkednünk Konkoly Thege Miklós és Vas megyei kapcsolatával, szó szerint egy életre szóló barátságával, korának másik jeles mérnök-tudósával, herényi Gothard Jenővel (1857-1909). A két kiváló alkotó barátsága nem csak emberi kapcsolat volt, hanem a tudományos kutatás szempontjából is nagyon eredményesnek, hasznosnak bizonyult. Konkoly Thege keltette fel Gothard érdeklődését a csillagászat iránt, és kezdetben példát mutatott számára. Néhány év után Gothard Jenő rátalált a maga munka területére a csillagászati vizsgálatokban. Ettől kezdve

Konkoly Thege Miklós, Gothard Sándor, Gothard Jenő és Kunc Adolf

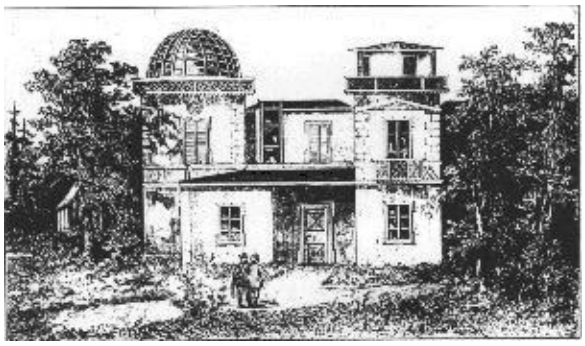
kettőjük csillagászati tevékenysége mintegy kiegészítette egymást. Konkoly Thege páratlanul éles szemű megfigyelő volt. Bár propagálója volt a fényképezés csillagászati alkalmaznak, sőt könyvet is írt – német nyelven – az asztrofotográfia gyakorlatáról, megfigyeléseit szinte kizárólag szemmel (vizuálisan) végezte [1]. Gothard Jenő a fényképezés iránti érdeklődése révén hamarosan áttért az égitestek fotografikus megfigyelésére, és legjelentősebb eredményeit éppen az égitestek, ill. azok színképének érte el.

Konkoly Thege Miklós az 1879. évi székesfehérvári „Országos iparmű kiállításon” ismerte meg Gothard Jenőt, aki nem sokkal előbb (1875-ben) fejezte be tanulmányait a bécsi Műszaki Főiskolán (Polytechnicum, utóbb Műszaki Egyetem), és nagy érdeklődéssel foglalkozott az ekkoriban újdonságnak számító elektromos gépekkel, eszközökkel, pl. az áramfejlesztőkkel, az éppen akkoriban feltalált telefonnal. Testvérével, Gothard Sándorral egy fizikai-kémiai és finommechanikai laboratórium berendezését tervezte. Amint Konkoly a megemlékezésében írta: „…a hasonló fizikai eszközökkel az 1879-i székesfehérvári országos kiállításon – ahol gróf Zichy Jenő [a kiállítás védnöke. B.L.] kedveért állított ki, kinek barátságát bírta – már feltűnést keltett” [2].

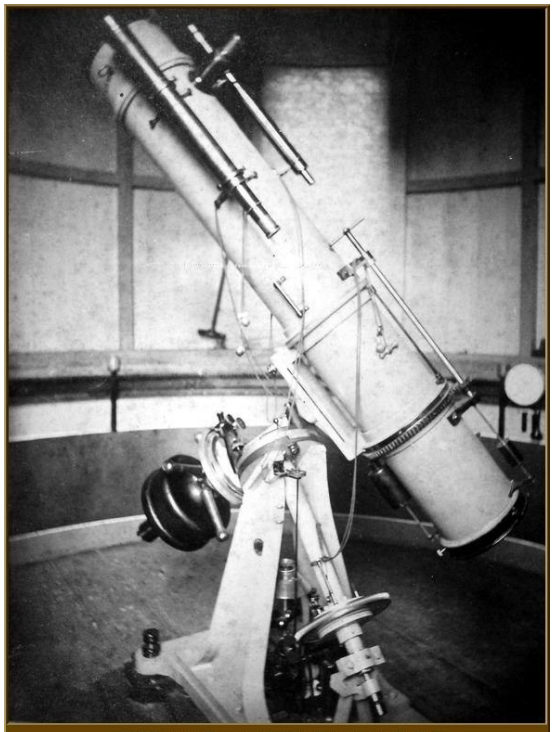


Különösen nagy érdeklődést váltott ki Gothard gőzgéppel meghajtott saját építésű dinamója, amelynek áramával ragyogó ívfényt állított elő. Konkoly Thege, aki maga is foglalkozott az elektromos berendezésekkel, ekkor ismerkedett meg a nála másfél évtizeddel fiatalabb mérnökkel. A kölcsönös kapcsolat megteremtésében közre működött Gothard egykori tanára, majd atyai barátja és támogatója, Kuncz Adolf (1841-1905) premontrei-rendi

fizikus [3]. Az ismeretség eredményeként Gothard Jenő, Sándor öccsével, vaéa,int Kuncz Adolf és Fehér Ipoly fizika tanárok társaságában meglátogatta Konkoly Thege 1871-ben alapított ógyallai (Komárom m-i) „Astrophysikai Obszervatórium”-át, és elhatározta, hogy a tervezett laboratóriumát és műhelyét egy jól felszerelt csillagvizsgálóval bővíti ki. Erről ekként számolt be a Magyar Tudományos Akadémia III. osztálya előtt:

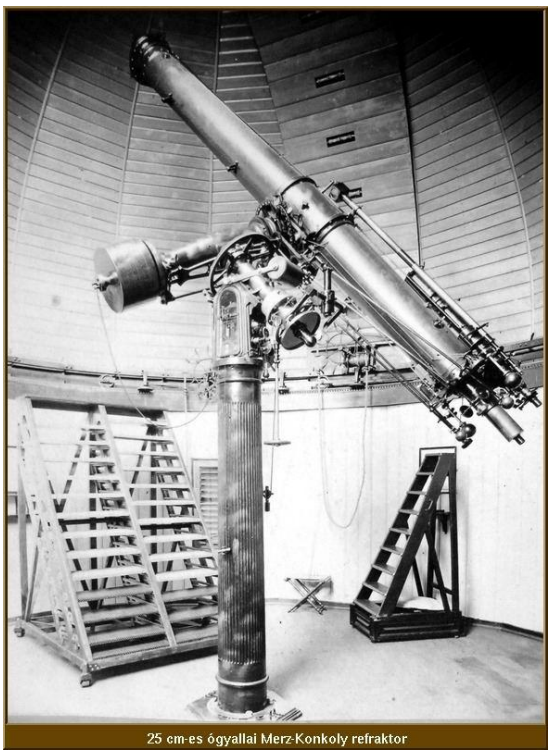


„…a jelenlegi intézet eszméje mégis csak akkor született meg, midőn 1880-dik év őszén Konkoly Miklós barátunkkal megismerkedtünk. Az ő gazdagon felszerelt obszervatóriumában határoztuk el, hogy építendő helyiségeinket különösen astrophysikai czélokra rendezzük be… Buzdított bennünket, ha kitartásunk az akadályok leküzdésével lankadni kezdett, mindig ott volt bölcs tanácsaival, ha valamin fennakadtunk” [4].



26/196 cm-es Browning-With reflektor és tartozékai

Ezek a bensőséges szavak nem csak udvariassági formulák. Konkoly Thege Miklós és Gothard Jenő közt valóban mély, őszinte barátság alakult ki. Pedig a két ember jellemét, vérmérsékletét tekintve szinte teljesen ellentétesnek ítélhető. Konkoly Thege heves, robbanékony természetével ellentétben Gothard csendes, inkább visszahúzódó volt. Konkoly eredményeit, munkáit, gondolatait szóban és írásban megszámlálhatatlan helyen és alkalommal hozta nyilvánosságra. Gothard Jenő, bár sokat tett a közösség érdekében, alig tizedannyi írást hagyott hátra, mint idősebb barátja. Konkoly, aki nem ritkán éles hangú, ironikus, gúnyos stílusban nyilatkozott nem egy kérdéseől, ekként jellemezte nekrológjában barátját:



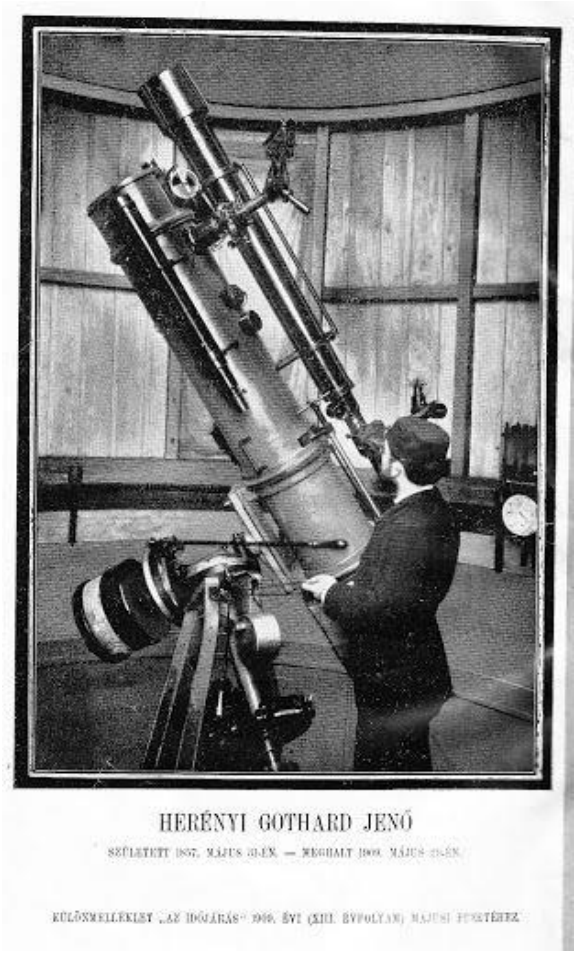
25 cm-es ógyallai Merz-Konkoly refraktor

„Gothard őszinte jellem volt, aki soha sem bántott senkit, ragaszkodó természet volt, bár azt feltűnően mutatni sohasem tudta csak tetteivel s magatartásával mutatta ki azt akit szeretett. Nyugodt, higgadt természetével sokszor mérsékelte nálánál hevesebb barátait, s azok hevességét pár nyugodt szavával könnyen lelohasztotta” [2]. (A „hevesebb barát” alatt alighanem saját magát is értette. B.L.)

Ami ezt a két, ellentétes jellemű, magatartású embert szoros baráttá kapcsolta, az a csillagászati és műszertervezői tevékenység mellett alighanem a széles körű, a humán beállítottságtól az akkori technikai újdonságokig terjedő tág érdeklődésük lehetett. Konkoly Thege nagy fi-

gyelmet szentelt a zeneművészetnek – maga is komponált zenedarabokat -, szeretettel látogatta a képtárakat, múzeumokat, érdeklődött a történeti becsű tudományos eszközök iránt. Gothard a modern tudományos eredmények mellett gyűjtötte a tudománytörténeti értékű antik könyveket, egyiptomi kirándulása során szert tett néhány ókori emlékre, nem csak technikai szempontból, de művészi szemmel is foglalkozott a fényképezéssel.

Másrészt mindketten sokat foglalkoztak a kor technikai alkotásaival: az akkor újdonságnak számító robbanómotorokkal, villamos berendezésekkel, közlekedési eszközökkel. Mindketten találékony, tehetséges műszertervezők voltak, és nem csak a tervrajzok szerkesztéséhez, de a gyakorlati kivitelezéshez, a műhely munkákhoz is értettek. Ugyan akkor sok szempontból kiegészítették egymás, ha volt is köztük vita, pl. egy-egy mérőműszer technikai kivitelén, végül közös megoldásra tudtak jutni. Róluk valóban elmondható, hogy „félszavakból is értették egymást". Az akkori Magyarországon alighanem csak egymás közt oszthatták meg elgondolásukat. Gothard számára azért is fontos volt ez a kapcsolat, mert Konkoly továbbította számára az akkor már rendszeresített nemzetközi körleveleket az új felfedezésekről (üstökösök, nóvák, stb.).



Nem véletlen, hogy mindkettőjük legjobb külföldi barátja a potsdami Királyi Asztrofizikai Intézet alapítója, Hermann Karl Vogel (1842-1907) volt. Gothardra igen jellemző, hogy Vogel csak „mein lieber freund der Gothard"-ként emlegette [2].

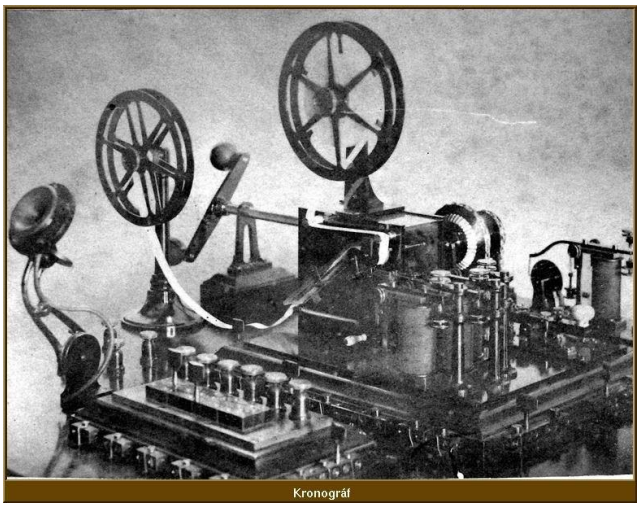
Külön úton – közös célért

Konkoly Thege Miklós és Gothard Jenő – akár csak H. K. Vogel – az asztronómia 19. sz. közepén kialakuló új ágának, a fizikai csillagásznak (asztrofizikának) úttörői közé tartoztak. Nem elméleteket gyártottak, hanem elsősorban az égitestek fizikai sajátságainak megfigyelésére, és az ehhez szükséges műszerek kidolgozásosára, rendszeres adatgyűjtésre törekedtek. Konkoly Thege az 1871-ben Ógyallán alapított magán csillagvizsgálója mellett jól felszerelt mechanikai műhelyt rendezett be, ahol a saját tervezésű észlelő eszközeit (sőt teljes távcsöveket is) maga állította elő [5]. Gothard Jenő, és fivére Sándor az 1870-es évek végén létesített fizikai-kémiai (majd csillagászati) laboratóriuma mellett ugyan csak létesített finommechanikai műhelyt [6]. (Számukra ez a műhely anyagi forrást is jelen-

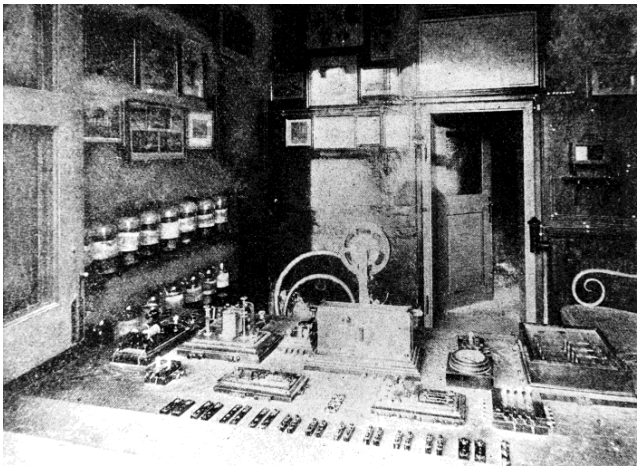
tett, mivel a Gothard-birtok jövedelme nem fedezte a csillagászati felszerelés költségeit.)

1881-ben Gothard Jenő megvásárolta a Konkoly-obszervatórium addigi legnagyobb távcsövét, a 10 és ¼-ed hüvelyk (26 cm) nyílású tükrös teleszkópot, amely a herényi csillagvizsgáló főműszerévé vált. (E műszer helyett Konkoly Thege 1883-ban saját műhelyében készítette el az új, 25 cm-es objektív nyílású lencsés távcsövét.) Konkoly szavaival élve az általa alaposan átépített, modernizált és fényképezésre alkalmassá tett reflektorral Gothard Jenő
„…1882 óta valóban mesés dolgokat vitt véghez, s megelőzte abban az időben az angolokat és az amerikaiakat" [2].

Azt, hogy ez a megállapítás nem csak az elhunyt barát túlzó dicsérete, alátámasztja Hermann Vogel német nyelvű cikke az akkor nemzetközi tekintélyű Astronomische Nachrichten c. szaklap hasábjain. Részletesen bemutatja Gothard Jenő felvételeit a ködökről és extragalaxisokról, és leszögezi: a magyar csillagász képei bizonyítják, hogy fényképezés alkalmazásával a ködös objektumok megörökítésében kis távcsővel is olyan eredmények érhetők el, amelyekre vizuális (szemmel) a legnagyobb műszerekkel sem lenne mód [7].

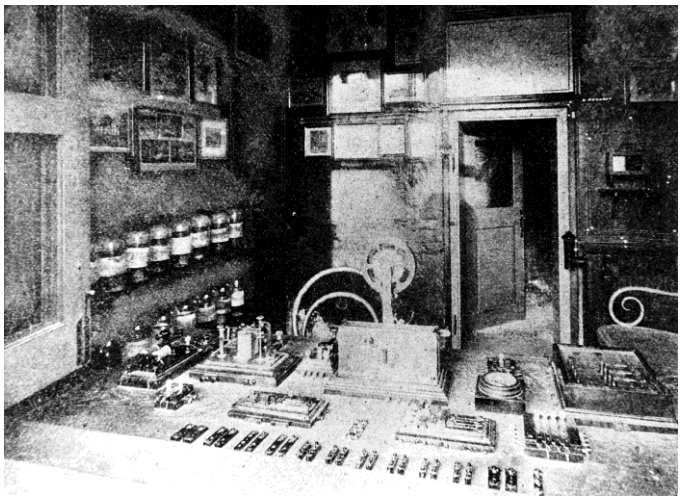


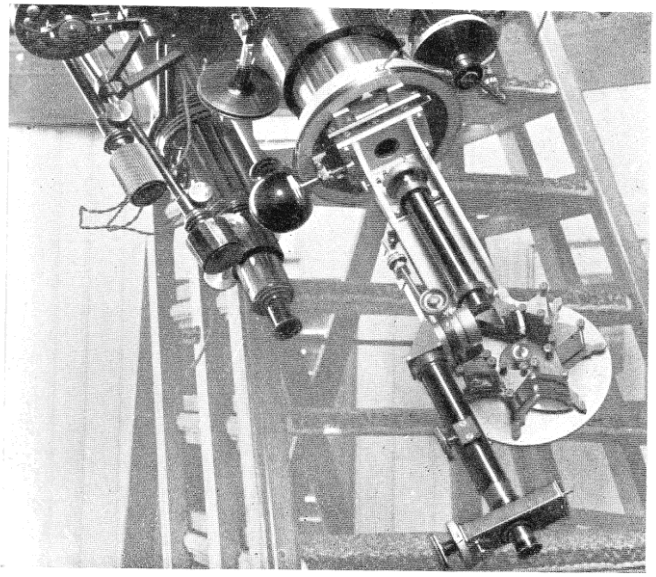
Kronográf



Konkoly Thege Miklós és Gothard Jenő tudományos „együttműködése" azonban mégsem az asztrofizika i észlelésekkel kezdődött. Gothard korábban is nagy figyelemmel foglalkozott a telefonokkal, az 1870-es évek végén a herényi birtok épületei között már „házi telefon" összeköttetést épített ki. 1881-ben a Vasmegyei Lapok-ban a Herény és Pápa közti telefon kísérletről írt. Alighanem ezek a próbálkozások keltették fel Konkoly Thege figyelmét a telefon iránt. Még az 1880-as évek elejétől megkezdték a próbálkozást a távolsági összeköttetéssel Ógyalla és Szombathely [8]. Konkoly, aki jó kapcsolatban volt a M. kir. Posta távíró osztályának vezetőivel, elérte, hogy éjszakai üzemszünet idején a távirati hálózatot használhassák. Gothardra emlékezve erről ezt írta:

„…ö volt az első, aki e sorok írójával hosszú távolságra (Ógyallára Herényről) az állami távíróvezetéken a telefonozással kísérletezett, amely kísérletezések a telefon tökéletesítésével egyre jobban mentek (mikrofon nélkül), s még a mikrofon feltalálása előtt Kuncz préposttól





14. ábra. Browning-Töpfer protuberanczia-spektroszkop.

kaptunk 2 telefont, amelyeket nekünk Frankfurtból hozott, s amelyekkel már az akkori fogalmak szerint egészen jól ment a beszélgetés" [2]

Alighanem ez volt az első, 170 km távolságon folytatott interurbán kapcsolata [9]. Az eredmények oly mértékben fellelkesítették Konkoly Thegét, hogy a későbbi években, a már tökéletesített telefont rendszeresen alkalmazta földrajzi hosszúság meghatározására. Ilyen módszerrel végezte 1891-ben az ógyallai Obszervatórium és a budapesti Meteorológiai központ közti hosszúság meghatározást, amelynek pontossága felülmúlt a távíró Morse-jeleivel elért eredményét. Konkoly itt is kiemeli Gothard kezdeményezését. [10]. Az ögyallai és herényi obszervatórium földrajzi hosszúság különbségét már korábban, távíró jelekkel megállapították. E célra Gothard Jenő egy nagyon jól szerkesztett időjelző, un. kronográfot szerkesztett (amely még ma is működőképes).

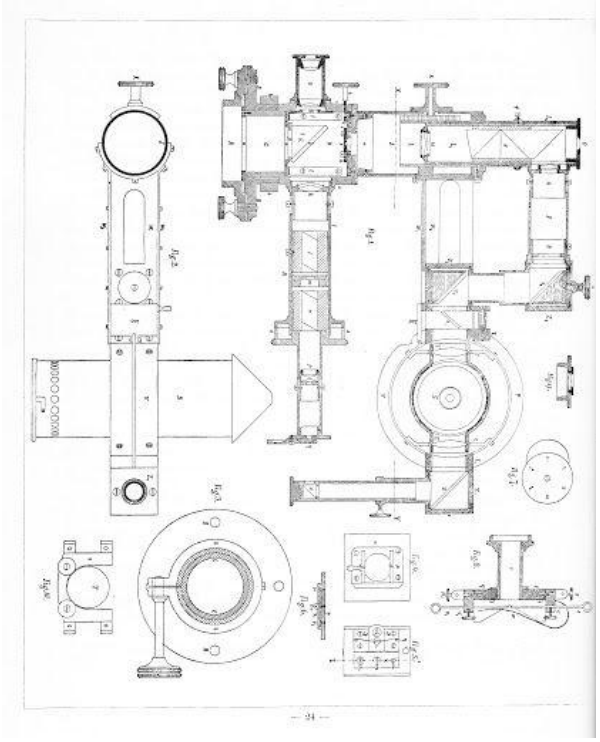
Konkoly Thege és Gothard Jenő egyaránt tehetséges műszertervezők voltak, gyakran maguk álltak az esztergapad vagy más szerszámgép mellé, hogy elgondolásaikat kivitelezzék. Az 1880-as évek elején Gothard még sokat tanult Konkolytól, bár utóbb néhány elvi kérdésben szerkesztési elgondolásaik eltértek egymástól. Korai levelezésükből azonban kitűnik, hogy a csillagászati – főleg spektroszkóp – építői munka terén Gothard gyakorta kérte ki Konkoly tanácsát, ill. megbeszélte vele elgondolásait [11]. Amikor azután Gothard a fényképező észlelésekre fektette a hangsúlyt, konstrukcióik eltérővé váltak.

Néhány észlelő berendezés közös munkájuk volt. Ezek közé tartozik a kis átmeneti (passage) távcső, amelyet Gothard készített Konkoly számára az addig használt, eléggé nehézkes idő meghatározó műszer helyett. Legérdekesebb közös konstrukciójuk egy színkép és színmérő berendezés, amelyet

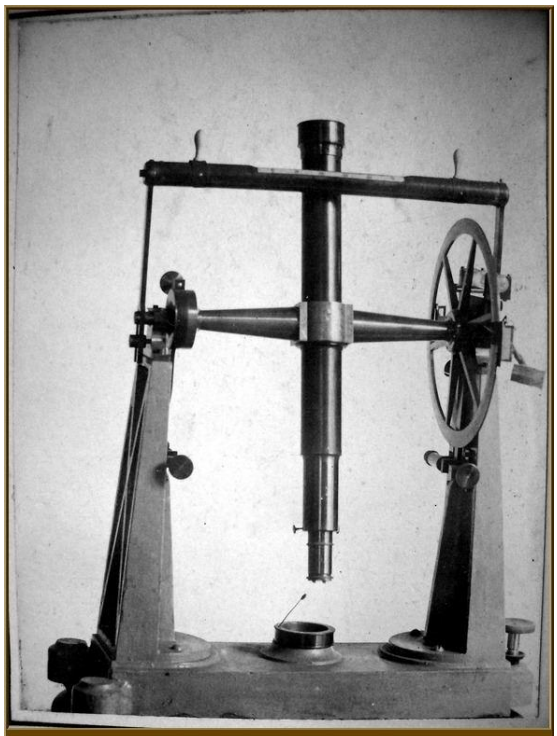
„spektárlkoloriméter”-nek nevezhetnénk [12, 13]. Az érdekes kettős műszer gondolata, amely egyesit egy színképelemző készüléket és egy folyamatosan változtatható színű fényforrás képét, az 1870-es évek végére nyúlik vissza. Ekkor merült fel egy nemzetközi együttműködéssel összeállított csillagszínkép és csillag-szín katalógus gondolata [14]. Bár a tervezett katalógus akkor nem valósult meg az észleléshez alkalmas műszer. Konkoly folyamatosan tökéletesítette. A kettős spektroszkóp-színmérőt végül Konkoly tervei alapján Gothard Jenő készítette el. A műszerből tudomásunk szerint három példány készült el, ezek közül jelenleg egy darabot őriz az Országos Műszaki és Közlekedési Múzeum. A Konkoly-Gothard spektrálkoloriméter a színkép fotométerek egyik korai előfutára.

Párhuzamos észlelések

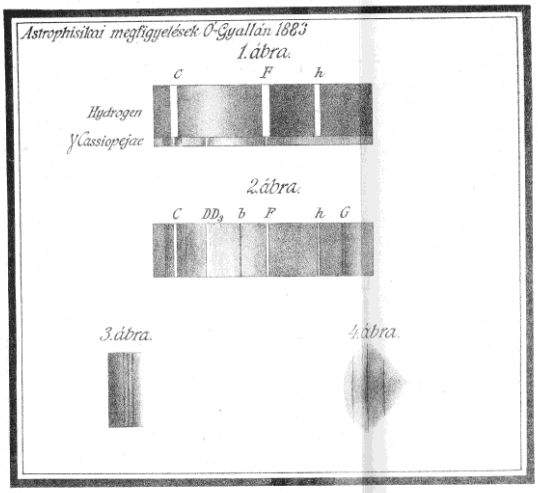
Konkoly Thege és Gothard egyaránt az asztrofizikai megfigyelések elkötelezettje volt. Bár tudomásunk szerint nem állapodtak meg együttes észlelési tervben, közös érdeklődésük révén számos párhuzamos megfigyelést végeztek. Tanulságos ebből a szempontból egymás mellé tennünk pl. a Magyar Tudományos Akadémia III. osztályának „Értekezések a mathematikai tudományok köréből” c. osztály-közleményeinek 1882 és 1886. évek (VIII-XV. köt) közti köteteitnek Konkoly Thegétől és Gothard Jenőtől (valamint Sándortól) megjelent füzeteit, hogy láthassuk a két magán obszervatóriumban végzett megfigyelések kapcsolatát. Az azonos égitestek két helyen végzett, egyidejű vizsgálata különösen azért jelentős, mert a gyakran szemmel alig érzékelhető képek leírása, rajza kölcsönösen alátámaszthatja egymást. De nagyon érdekesek azok az adatok, amelyek mintegy kiegészítik, sőt tovább fejlesztik az eredményeket.



A Gothard fivérek kezdetben, Konkoly példáját követve, rendszeresen rajzolták a Mars és a Jupiter bolygók felületi jelenségeit. Az egyazon évben készített ógyallai és herényi rajz sorozatok jól kiegészítik egymást és teljesebbé teszik az észlelési adat sorozatokat. De érdemes összehasonlítani az egyidejűleg készült bolygó rajzokat a szubjektív vonások megállapítása céljából is. Nyilvánvalóan azok a részletek tekinthetők teljesen hitelesnek, amelyek mind a két helyen nagyjából azonos képet



Passzázs műszer, Konkoly-konstrukció



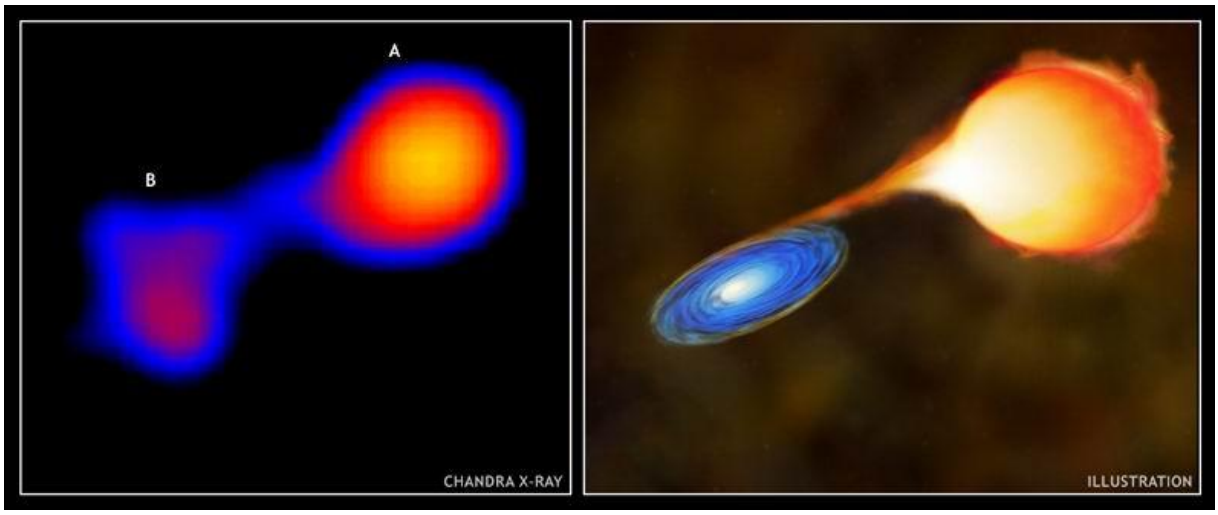
mutatnak. (Ma is hasznos egybe vetni pl. Konkoly Thege 1881-ben készített Jupiter és Mars észleléseit az MTA „Értekezések a Mathematikai Tudományok Köréből” 1882. évi 9. köt. 7. füzetében, Gothard Jenő és Sándor ugyan ennek a kiadvány sorozatnak 9. köt. 3. füzetében közölt ábráival.)

Különösen figyelmet érdemel két különleges színképi jellegűnek tartott csillag, a gamma Cassiopeiae és a béta Lyrae vizsgálata. Mindkettőre Konkoly hívta fel a csillagászatban még pályakezdő Gothard figyelmét. Még az 1870-es években P. Angelo Secchi itáliai csillagász észlelte először, hogy ezeknek a csillagoknak színképi jellege változékony. A színképben mutatkozó sötét elnyelési vonalak mellett időről időre fénylő kibocsátási vonalak mutatkoznak, amelyeket a hidrogén (majd utóbb a héliumnak is) fénylésével azonosítottak. Konkoly Thege 1874-ban, majd akkor már Gothard Jenővel együtt 1883-ban újból észlelte ezeknek a rendellenesnek vélt kibocsátási vonalaknak a jelentkezését.

A rendszeres megfigyelés arra utalt, hogy a gamma Cassiopeiaeben fellépő fénylő hidrogén és hélium vonalak jelentkezésében nem tapasztalható szabályosság, periódus. A jelenséget jóval utóbb a csillagból kiáramló, un. csillag keörüli gázfelhővel magyarázták. A béta Lyrae emissziós vonalainak fellépésében azonban már Konkoly Thege is felismerni vélt egy szabályos ismétlődést. A kérdést végül Gothard tisztázta, amikor 1882-84 közti rendszeres színkép észlelés alapján kimutatta, hogy a fénylő hidrogén és hélium vonalak 7 napos periódussal jelentkeznek [15]. A béta Lyra azonban változófényű csillag, amelynek fényesség ingadozási periódusa 13.9 napos időtartamú. Ez a periódus pedig közel kétszerese a színképi változás időtartamának. A színképnek a fényváltozással párhuzamos szakaszosságát utóbb mások is megerősítették, a felfedezés azonban Gothard Jenő érdeme.

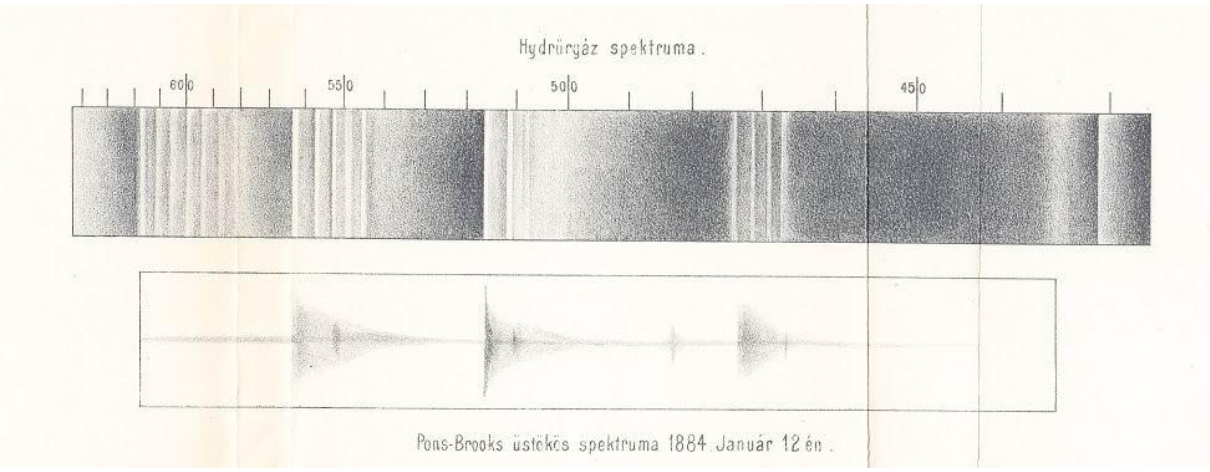
A magyarázatot azonban csak hét évtizeddel utóbb Ottó Struve és Jorge Sabade találta meg a Mt. Wilson (USA) obszervatóriumban. Vizsgálataik szerint a béta Lyrae olyan kettős rendszer, amelynél az egyik csillag folyamatosan gázfelhőt tép ki a másikból. Amikor a két csillag a Fölről nézve a keringés során fedi egy-

mást, a csillagok közt áramló gázfelhő is mintegy „takarásba” jut, és sugárzása nem érzékelhető. Azonban ha egyidejűleg mindkét csillag látszik, észlelhető a gáz-híd sugárzása is, és ebben az esetben tűnnek fel a kibocsátási vonalak. Ez a helyzet 7-7 napos időközökben ismétlődik.

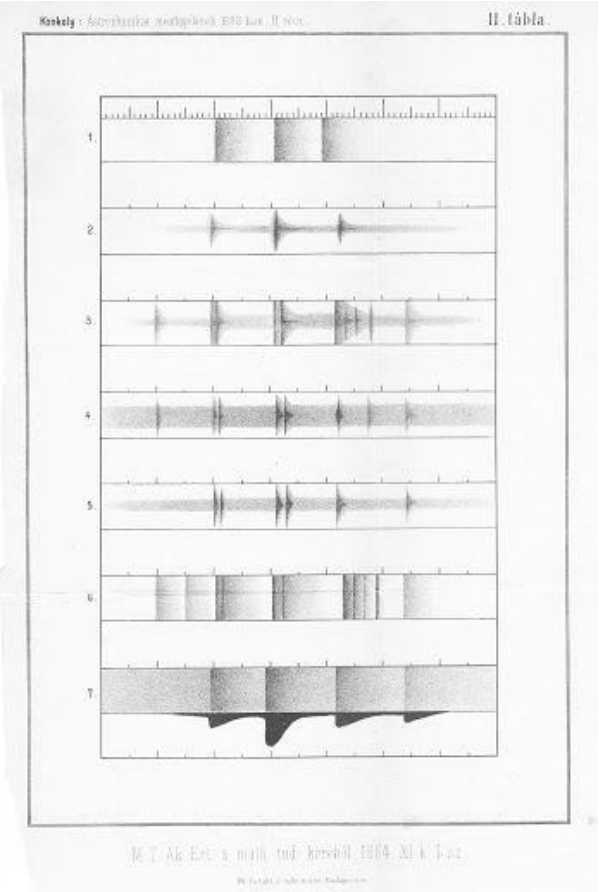


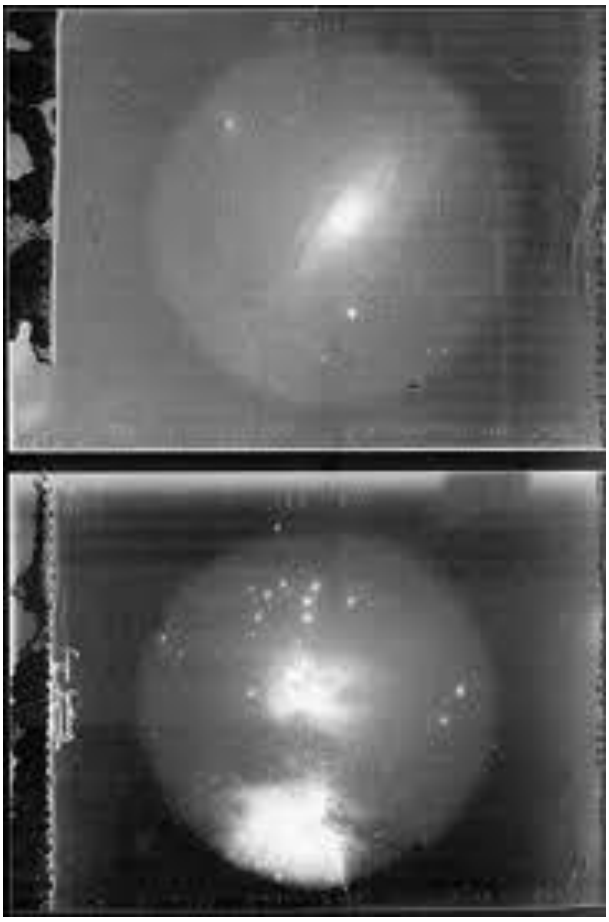
Értékes megfigyeléseket végzett Konkoly és Gothard az 1883-ban felfedezett U Orionis változócsillag színképéről is, amelyet többen eleinte nóva fellángolásnak véltek. A színkép jellege alapján, mind két magyar csillagász megállapította, hogy nem lehet a csillag nova, mivel azoktól igen eltérő a spektruma.

Konkoly Thege Miklós nagy figyelmet fordított az üstökösök színképének észlelésére. Ezen a téren Gothard Jenőben jó társra talált, az 1880-as évek fényes üstököseit mindketten igen gondosan vizsgálták. Az egymást kiegészítő vizsgálatok azért is nagyon jelentősek, mert az üstökös-színképekre jellemző három fénylő molekula-sáv – az un. Swan-sávok, amelyek az ionizált kétatomos széntől erednek – vizuálisan elmosódott képet adnak, hullámhosszukat nehéz pontosan meghatározni. Konkoly Thege éles szeme, gyakorlata és Gothard nagyon precíz mérései a maguk korában szinte a legpontosabb értékeket szolgáltatták a Swan-sávok hullámhosszara.



Már az egyik legkorábbi észlelése az 1882. évi „nagy üstökös”-ről (C/1882 R1) nemzetközi figyelmet keltett. Megállapította, hogy az üstökös színképében mutatkozó nátrium vonalak nem a földi légkör rárakódó nyomai, hanem valóban az égitestből erednek [16]. Magának a nátriumnak a jelenlétét Konkoly Thege mind a légkörben, mind az üstökös-



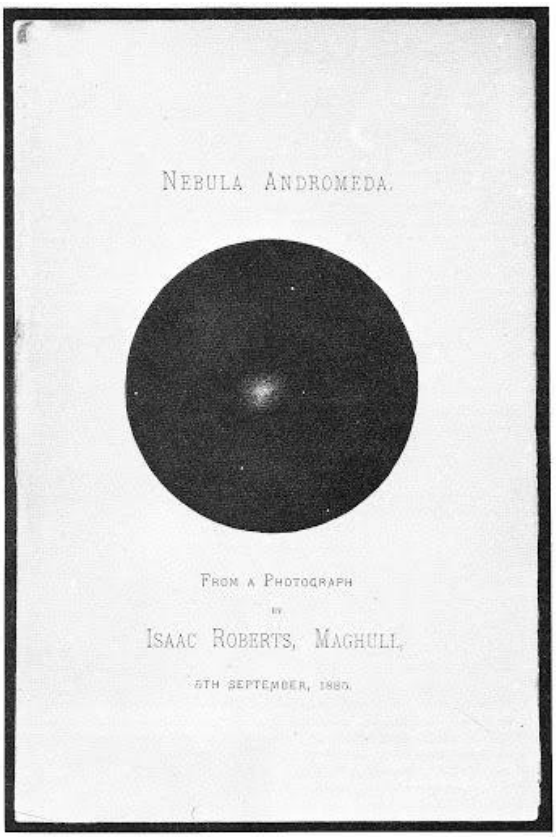


színképben kimutatta. A különválasztás Gothard érdeme. Hasonlóan jelentős az egymást kiegészítő észlelések az 1883 évi Pons-Brooks üstökös fényesség fellángolására vonatkozóan. Később a maga korában kitűnő üstökös fényképek készített, mind a nagy távcsövével, mind a kisebb objektív nyílású, de nagy látómezejű fotókamerával. Tanulságos összehasonlítást nyújtanak a képek Konkoly Thege és mások ugyan ekkor készült üstökös rajzaival. Max Wolf, a csillagászati fényképezés egyik úttörőjének megállapítása szerint 1882-1892 közti időszakban készített üstökös fényképek közt Gothard felvételei a legjobbak [17].

Figyelemre méltó Gothard Jenő és Konkoly Thege Miklós munkája a nóva és szupernova-csillagok tanulmányozás terén. Ezen a téren is érdekes párhuzamosságot kínál Konkoly vizuális és Gothard fotografikus észleléseinek egybevetése. Az első érdekes megfigyelést a Nagy Andromeda-ködben (M 31) 1885 augusztusában fellángolt szupernova megfigyelése terén tették. Konkoly vizuálisan észlelte a köd magjához közel feltűnő „új csillagot”, és elsők közt jelezte, hogy a fényesség csökkenő szakaszában a csillag színkép fénylő (kibocsátási) vonalak jelentek meg. Gothard ugyan ekkor megpróbálta lefényképezni a szupernova színképét, de a fényes vonalakat az akkor gyenge érzékenységű fotólemezeken nem sikerült megörökítenie. Sikerült azonban lefényképezni magát a szupernóvát. Az S Andromedaeről korábban csak az angol Isaac Robertsnek sikerült fényképet készíteni. Két nappal később készült Gothard Jenő felvétele. Akkoriban mások nem tudták fényképen a jelenséget megörökíteni. Sajnos Gothard Jenő fotója nem maradt fenn, mivel a negatívot lemásolás és közlés céljából elküldte az Astronomische Nachrichten kieli szerkesztőjének, ahonnan azonban soha sem érkezett vissza a felvétel [18]

Gothard Jenő kiemelkedő érdemei a nóvák vizsgálata terén eléggé ismertek: Az 1892. évi Nova T Aurigae színkép felvételeit vizsgálva elsőként mutatta ki a nova-színképek és a gyűrű alakú gázködök spektrumának hasonlóságát [6]. Ezt a hasonlósá-

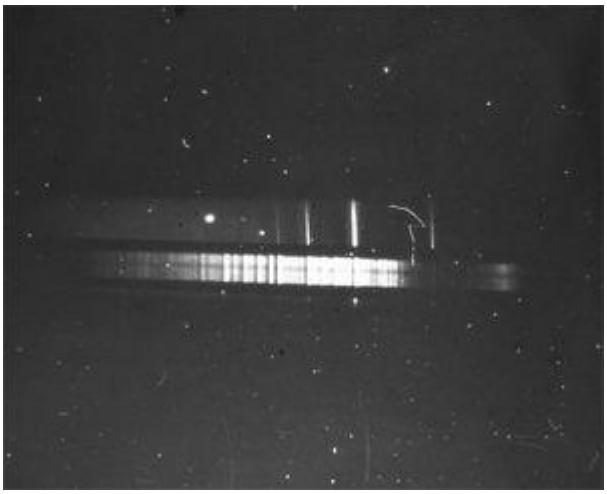
Br. Podmaniczky Geyzáné, gr. Schomburg Berta

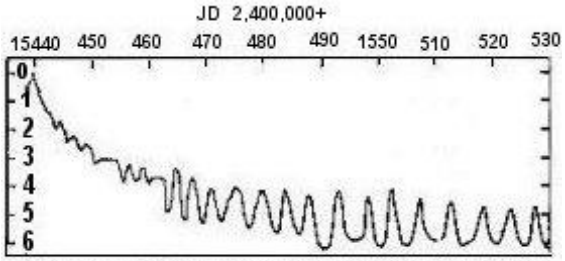


got az 1901 évi Nova GK Perseinél is kimutatta. Az utóbbinál további érdekes eredményt jelentett az akkor már állami intézményű Ógyallai Asztrofizikai Obszervatóriumban Harkányi Béla (186ö-1932) és Terkán Lajos (1877-1940) fényesség méréseivel párhuzamos színkép észlelése. Megállapítható volt ui. hogy a nóva maximális fényességét követő, leszálló szakaszában a fényesség-csökkenés kis hullámzást mutat. Gothard színkép fényképeivel összehasonlítva, kitűnt, hogy a fénylő hidrogén vonalak akkor jelennek meg, amikor a gyengül, a kisebb növekedés idején viszont eltűnnek [19]. Gothard Jenő színkép-fotóit a Nova T Aurigae 1892-ről és a Nova GK Persei 1901-ről a külföldi szakkörök is nagyra értékelték [20]. Az ógyallai és herényi megfigyelések együtt fontos új eredményt jelentettek a nóvák kutatásának terén.

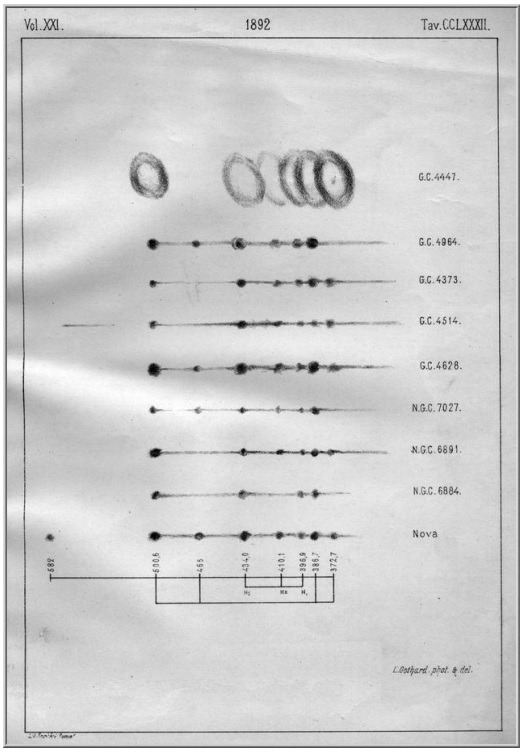
A Nova Persei további folyamatos megfigyelése és fényképezése egy másik fontos eredményt is hozott Gothard számára. Ekkor sikerült kimutatnia, - Max Wolf heidelbergi csillagásszal egyidejűleg - hogy a fellángoló csillag körül, már igen korán felfedezni vélt fény-gyűrű, a fotografikus aureola voltaképpen a távcső leképezési hibájának következménye. Sajnos ez volt Gothard Jenő utolsó csillagászati munkája. A következő évben még Konkoly Thege Miklóssal együtt nagyobb németországi utazást tett. Ekkor került szóba, hogy a jénai Carl Zeiss Művek (vélhetőleg Max von Pauly német optikai szakember és Konkoly Thege javaslatára) meghívja a gyár akkor kialakított csillagászati távcső-tervező részlegének vezetésére. Ezt a megtiszteltetést azonban Gothard, betegségére hivatkozva, elhárította [21].

Betegsége, valamint más elfoglaltsága miatt 1902-től megszakadt Gothard Jenő csillagászati munkássága, és kapcsolata is az ógyallai csillagászokkal ritkult. Betegeskedése ellenére halála 1909-ben mégis váratlan volt, ismerőseit, és főleg legjobb barátját Konkoly Thege Miklóst mélyen lesújtotta. A két évtizedes kapcsolat azonban mindenképpen termékenynek bizonyult, mind a két alkotó, de a tudományos világ számára is.





Light Curve of GK Persei from Feb 24, 1901 to May 25, 1901



Képek jegyzéke

1. Gothard Jenő
2. Konkoly Thege Miklós
3. Konkoly Thege, Gothard Jenő és Sándor, Kuncz Adolf
4. Dinamó és izzólámpa az 1870-es évek végén
5. Az ógyallai Csillagda 1874-ben
6. A 26 cm-es reflektor
7. A 25 cm-es Merz-Konkoly refraktor 1883-ban
8. A herényi Gothard obszervatórium kupolája
9. Gothard Jenő az átépített reflektor mellett
10. Német telefon 1876-ban
11. Gothard-féle kronográf, időjelzésre
12. Ógyallai távíró szoba kronográffal
13. Nagy spektroszkóp Ógyallán

14. Átkutató spektroszkóp Herényben
15. Gothard-típusó spektrográf
16. Konkoly—Gothard spektrálkolorimeter terve
18. A gamma Cassiopeiae színképe Konkoly rajza szerint
19. A gamma Cassiopeiae és környéke a Hubble-úrtávcsővel
20. A béta Lyrae rendszere – Gothard és Konkoly eredménye után 60 évvel
21. A Pons-Brooks üstökös színképe
22. A Pons-Brooks üstökös színkép sorozata 1884
23. Gothard felvétele az M31 Andromeda-ködről és az M42-43 Orion-ködről
24. Az S Andromedae szupernóva helye, Isaac Robert felvétele
25. Podmaniczkyné Degenfeld-Schomburg Berta a kiskartali csillagvizsgálóban
26. Nova T Aurigae 1892 színképe Gothard felvétele
27. Gothard-rendszerű regisztráló ékfotométer
28. Gyűrűsködök és a Nova T Aurigae összehasonlító színképei

Forrásmunkák

1. Konkoly Thege, N. von: Praktische Anleitung zur Himmelsphotographie… Halle, 1887.
2. Konkoly M.: Herényi Gothard Jenő. 13. évf. 5. sz. 1909, pp. 137-140.+ képtábla.
3. Dokumentum válogatás Kunz Asolf születésének 150. évfordulójára. Válogatta Hiorváth József. Gothard Amatőrcsilllagászati Egyesület, Szombathely, 1981.
4. Gothard J.: A herényi astrophysikai observatórium leírása, és az abban tett megfigyelések 1882-ben. MTA III. oszt. Értekezések a Természettudományok Köréből 9. köt. 1883. évi 3. sz. (A sorozatcím téves! Helyes: Értekezések a Mathematikai Tudományok Köréből. A kötet tartalomjegyzéke szerint is ehhez a sorozathoz artozik.)
5. Bartha L.: Konkoly Thege Miklós emlékezete. Magyar Csillagászati Egyesület, Budapest, 1992.
6. Harkányi B.: Gothard Jenő emlékezete. Természetudományi Közlöny, 41. évf. 489. föz. 1909. pp. 839-845.
7. Vogel, H. C.: Ueber die Bedeutung die Photographie zur Beobachtungen von Nebelflecken. Astronomische Nachrichte (A.N.) Vol. 119. Nr. 2854. column. 327-339.
8. Gothard J.: A telephon. Vasmegyei Lapok, 15. évf. 1881. máj. 15. – U.ő: Tepephon kísérletek. Vasmegyei Lapok, 1881. jún. 12.
9. Bartha L.: Interurbán Herény. Magyar Nemzet, 32. évf. 1976. ápr. 23.
10. Konkoly M.: A földrajzi hosszúságkülönbségek meghatározási módszerei. Földrajzi Közlemények, 20. köt. 3. köt.. 1892, pp. 127-142.
11. Gothard Jenő levelei Konkoly Thege Miklóshoz (1880-1883). Szerkesztette Horváth József. ELTE Gothard J. Obszervatórium, Szombathely, 1998.
12. Gothard J.: Publikationen des Astrophysikalisches Observatorium zu Herény in Ungarn, I. köt. Herény, 1884. p. 23. ff. (Több kötet nem jelent meg.)
13. Bartha L.: Egy 100 esztendős csillagászati műszer különlegesség. Természet Világa (Természettudományi Közlöny) 112 (3) évf. 12. sz. 1981. p. 503.
14. Konkoly M.: 160 csillag speltruma. MTA Értekezések a Math. Tud. Köréből, 5. köt. 10. füz. 1872. pp. 2-4.
15. Gothard E.: Das periodische Veränderlichkeit des Spectrum von beta Lyrae. Astronomische Nachrichten, Bd. 111. Nr. 2651-52. 1883.
16. Gothard E.: Spektroscopische Beobachtungen der Grosse September-Comet. Astronomische Nachrichten, Bd. 105. Nr. 2516. 1883.
17. Bartha L.: Gothard Jenő, az észlelő csillagász. Fizikai Szemle, 31. évf. 11. sz. 1981 pp. 414-419. (További vonatkozó irodalom felsorolásával.)
18. Bartha L.: Az S Andromedae száz esztendeje. . Föld és Ég. 20. évf. 11. sz.1985. p. 342..

19. Harkányi B.: A Nova (3. 1901) Persei photometrikus megfigyelései az ó-gyallai obszervatóriumon. Mathematikai és Természettudományi Értesítő, 19. évf. 3. sz. 1901, p. 374. (Ugyan ez megjelent „A Kir. Konkoly-alapítványú Astrophysikai Obszervatórium Kisebb kiadványai, 1. sz. Budapest, 1901.
20. Scheiner, J.: Népszerű asztrofizika. Ford. Wodeczky J. pp. 756-760, 777. (Német kiad.: Populäre Astrophysik, Leipzig, 1912.)
21. Konkoly Thege M.: Úti jelentés, 1902. In: III. Jelentés. A M. Kir. Országos Meteorológiai és Földmágnességi Intézet és az Ó-Gyallai Obszervatórium 1902. évi működéséről. Szerk. Réthly A. Budapest, 1902. p 123.

A CSAPADÉK HATÁSA A HERNÁD FOLYÓ VÍZJÁRÁSÁRA

Kozma Katalin[1], Drégelyi-Kiss Ágota[2]

[1]Nyugat-magyarországi Egyetem, Földrajz és Környezettudományi Intézet,
9700 Szombathely, Károlyi Gáspár tér 4.
e-mail: kata.kozma8@gmail.com
[2]Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar,
Anyag és Gyártástudományi Intézet
1081 Budapest, Népszínház u. 8. I./116.
e-mail: dregelyi.agota@bgk.uni-obuda.hu

Összefoglaló

A természeti tényezők változásai hatással vannak a tájban zajló folyamatokra. Az utóbbi években a Hernád folyón és környezetében is tapasztalhattunk extrém időjárási eseményeket. A csapadékösszegek 124 évre visszatekintő elemzése és a folyóra jellemző vízállásadatok alakulásával való összevetése során láthatóvá vált, hogy a csapadék jelentősen befolyásolhatja a vízállás alakulását, miáltal az közvetett úton hatással van a partelmozdulási folyamatokra.

Kulcsszavak: csapadék, árvíz, vízjárás, Hernád-folyó

Bevezetés

A Hernád és közvetlen környezetének morfológiai fejlődése viszonylag szabadon tanulmányozható, hiszen a folyó magyarországi szakaszának alig 25%-a szabályozott. Azonban számos olyan tényező merült fel az idők során, mely ezt a szabad fejlődést befolyásolhatja. Ilyen többek között az antropogén tevékenység növekvő jelenléte a területen, valamint az egyes környezeti elemekben történő változások, mint például az utóbbi évtizedben megfigyelhető időjárási változások, melyek a mederfejlődés jellegét változtatják meg.

A Hernád vízgyűjtője 5436 km^2 nagyságú, melynek nagyobb része Szlovákiához (4427 km^2), kisebb része Magyarországhoz (1013 km^2) tartozik. A folyó vízgyűjtő területe viszonylag nagy, de a csapadék időbeli eloszlása miatt a folyó vízjárása erősen ingadozó (5 és 240 m^3/s közötti). Közepes vízhozama Hidasnémetinél 1950 és 2009 között 28,5 m^3/s *(Konecsny 2011)*. A folyó teljes hossza 294 km, melyből 186 km esik szlovák és 108 km magyar területre. A teljes vízgyűjtőt tekintve legmagasabb pontja a Gölnic-patak forrása (1943 m), legalacsonyabb a torkolatnál (100 m). A vízgyűjtő Kassa alatt elkeskenyedik. A vízgyűjtő tengerszint feletti magassága a torkolattól Kassáig általában 200 m alatt marad, s a legmagasabb rész sem haladja meg a 400 m-t. Kassától Ny felé nagyobbrészt 400-800 m között, majd 800-1200 m közötti magasságok találhatók. 1200 m feletti magasság csak kis területen, a vízgyűjtő Ny-DNy-i peremén található.

A folyót érintő ármentesítési munkálatok az 1900-as évek fordulóján kezdődtek el a Kis-Hernád és a Bársonyos-patak egyesítésével. Korábban ezeknek a vízfolyásoknak a környéke mocsaras terület volt, ahol a Hernád vizei medrükből kilépve szétterülhettek. A Bársonyos-malomcsatorna létrehozásával ez a jelenség megszűnt, a szabályozás a Hernád árvizeit a jobboldali mederrészből kizárta. Azonban az ármentesítési munkálatokra helyi szinten továbbra is szükség volt. Ilyen volt például a gibárti erőmű megépítése, minek következtében a kisebb árhullámok is kiléptek medrükből, így egyes helyeken nyárigátak kiépítésére volt

szükség. Az átfogó munkálatok során megtörtént a mellékpatakok vízrendezése, amelyek vizei immáron teljes egészében a folyó medrébe kerülnek. 1930-31-ben a baloldali patakok (Gönczi-patak 1928-30, Becsali-patak 1930), a jobb parton pedig a Vasoncza-patak és Vadász-patak (1928-30), valamint a Bélus-patak és Garadna-patak vízrendezését (1930-31) hajtották végre *(Trummer 1933)*. Mivel az 1970-es évek óta nem történt említésre méltó beavatkozás a Hernádon, Mike 1991-es munkájában közzétett táblázat napjainkban is megállja helyét *(1. táblázat)*.

1. táblázat: A szabályozottság mértéke a Hernád folyó egyes szakaszain

Szakasz	Hossz (km)		
	Összesen	Szabályozott	Szabályozottság foka (%)
országhatár - Hidasnémeti	9,4	0,6	6
Hidasnémeti - Göncruszka	11,5	6,4	56
Göncruszka - Vizsoly	4,6	0	0
Vizsoly - Gibárt	16,5	4,7	29
Gibárt - Pere	6,9	2,1	30
Pere - Felsődobsza	4,4	0	0
Felsődobsza - Szentistvánbaksa	10,2	3,6	35
Szentistvánbaksa - Gesztely	19,5	0,5	3
Gesztely - torkolat	25,0	6,1	25

(Mike 1991 adatai alapján)

A fenti táblázatból látható, hogy a folyó teljes hosszában vannak olyan szakaszok, melyeket nem érint semmilyen jelentősebb szabályozási tevékenység vagy műtárgy, illetve a szabályozottság mértéke kicsi. Ezek a területek jó alapot szolgáltatnak a folyón zajló természetes folyamatok behatóbb tanulmányozásához.
Az elmúlt évtizedek során a szlovák oldali vízgyűjtőn és magán a folyón is jelentős vízépítési munkálatok zajlottak le. A szlovák oldali vízügyi létesítmények jelentős hatással vannak a folyó egészére. Hatással vannak az árvízi biztonságra és jelentősnek mondható a kisvizes időszakban betöltött vízpótló szerepük is. Azonban tartós kisvízi időszakokban kedvezőtlen, vízelvonó hatással is lehetnek a folyó magyarországi szakaszára *(Nagy 2004)*. Az Imrikfalvi-tározó vizéből a Dobsinai Erőmű kb. 1,5 m^3/s vizet vezet át a Sajó folyó vízgyűjtőjére. Ez mintegy 47 millió m^3/év vízelvonást jelent a Hernád vízrendszeréből, és ugyanannyi többletet a Sajó rendszerében. Ugyanakkor Nagy *(2004)* megjegyzi azt is, hogy szlovákiai oldalon az árhullámok kialakulását jelentősen csökkenti, illetve késlelteti a nagyarányú erdőborítottság, a nagyméretű tározók és a Dobsinai Erőmű vízátvezetése.

Anyag és módszer

Vizsgálataink során elemeztük az éves csapadékösszegek alakulását a vizsgált 124 év során, valamint ennek tendenciáját. Ezután havi lebontásban kiértékeltük az egyes hónapokban lehullott csapadékmennyiségek változását. A kiértékelés során a továbbiakban 30 éves szakaszokra bontottuk a 124 éves adatsort. Ezen felosztás alapját a WMO (World Meteorological Organization) megfogalmazása adta, mely legalább 30 éves időintervallumot tekint szükségesnek az éghajlat jellemzésére *(IPCC 2007)*.
A továbbiakban a vizsgálati területemhez tartozó, Gesztelynél (24,4 fkm) rögzített napi vízállás adatok kerültek leválogatásra. A naponta rögzített vízállás adatokat 2, 4, 6 vagy 12 óránként rögzítették az adott hidrológiai esemény függvényében. Az adatok kapcsán a reggeli és az esti időpontok az évtizedek során mindig fix rögzítési időpontok voltak, így az elemzésekhez a reggeli, 6-8 óra között mért vízállási adatokat használtuk fel. Az adatok feldolgozása

során leíró és komplex statisztikai eljárásokat alkalmaztunk. A leíró statisztikai eljárások során boxplotok készültek, melyek során a statisztikailag kiugró értékeket vettük számba. Az adatok kiértékelésében a Minitab v14 statisztikai szoftver segített.
A komplex statisztikai eljárások alkalmával a csapadék adatsorok kerültek kiértékelésre, ahol annak menetét vizsgáltuk az idő függvényében – egy változós regressziót készítettünk. A vizsgálat során a legfontosabb eredményt az ábrára illesztett egyenes menete jelentette. Továbbiakban alkalmaztam a Pearson-féle korrelációs együtthatót, melynek segítségével a két változót (csapadék és vízállás) nagyságrendileg hasonlítottuk össze. Tehát a Pearson korreláció megmutatja, hogy milyen mértékű a két adatsor között fellépő lineáris kapcsolat. Az összefüggés mértékét az alábbi képlettel lehet számszerűsíteni:

$$r = \frac{n\sum_{i=1}^{n} x_i y_i - \sum_{i=1}^{n} x_i \sum_{i=1}^{n} y_i}{\sqrt{\left[n\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)^2\right]\left[n\sum_{i=1}^{n} y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} y_i\right)^2\right]}}$$

ahol *n*: a pontok száma; *xi* és *yi* az egymáshoz tartozó pontpárok.

A fennálló korreláció mértéke, a Pearson korrelációs index (*r*) -1 és +1 közötti értékeket vehet fel. Minél közelebb van abszolút értékben az 1-hez, annál nagyobb a lineáris összefüggés a két változó között. Az előjele azt mutatja meg, hogy milyen irányú a kapcsolat, pozitív vagy negatív. Evans *(1996)* csoportosítása alapján a Pearson korrelációs index értéke szerint a két változó közötti korreláció mértéke lehet:

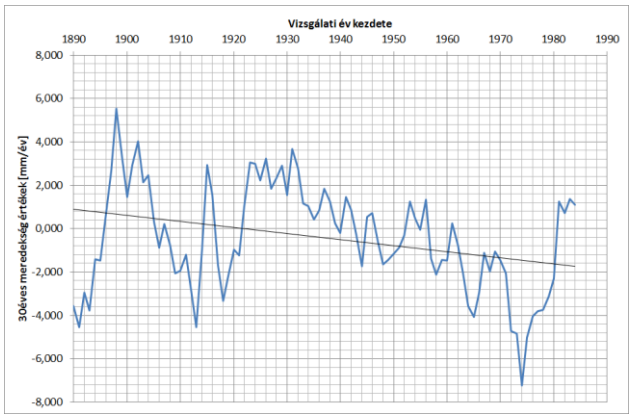
- kevesebb, mint 0,2 – nagyon gyenge
- 0,2 – 0,39 – gyenge
- 0,4 – 0,59 – közepes
- 0,6 – 0,79 – erős
- 0,8 vagy nagyobb – nagyon erős

Ezen két jelentős környezeti tényező (csapadék és vízállás) vizsgálata során fontos megjegyezni, hogy az egész folyó vízjárását jelentősen befolyásoló szlovák duzzasztók hatását nem tudtam figyelembe venni, mivel a duzzasztókból történő leengedések számáról és a leengedett víztömeg mennyiségéről sajnos nem rendelkezem adatokkal. Ennélfogva modellezés során a folyó magyarországi szakaszára jellemző mutatókat vettem figyelembe.

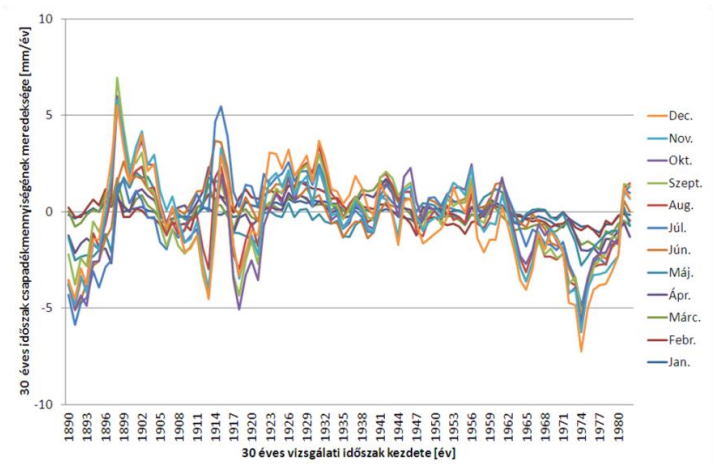
Eredmények, következtetések

Az elmúlt 124 évet vizsgálva a lehullott csapadék mennyisége összességében csökkenő tendenciát mutat, az adatok alapján évente 0,23 mm-el *(Kozma 2016)*. Ez összhangban van azokkal az elméletekkel, melyek szerint a Kárpát-medencében egy lassú szárazodási periódus indult meg *(Bartholy-Pongrácz 2008; Horváth 2009)*. Ahogy az már az IPCC 2011-es jelentésében is olvasható, megfigyelhető a nagy csapadékot adó időjárási eseményeknek és az árvizek gyakoriságának a növekedése, valamint jelentősen megnövekedett az aszályos időszakok hossza. Szász *(1994)* az ország teljes területét vizsgálva (a jelentősebb meteorológiai mérőhelyek csapadékadatait feldolgozva és összevetve) írja le, hogy egy határozott csökkenő tendencia ismerhető fel. Bartholy-Pongrácz *(2013)* Közép/Kelet-Európa országaira vonatkozó összehasonlító elemzésében a lehullott csapadékmennyiség éves összegeit vizsgálta 60 éves intervallumon belül. Az általam végzett vizsgálatok is összhangban állnak azzal a megállapításával, miszerint Magyarországon a vizsgált időtartamon belül a negatív éves anomália az uralkodó.

Az évenkénti és a havonkénti csapadékösszegek változása az idő függvényében lényeges paraméter az éghajlat változásának kimutatására. Ezen csapadékösszegek változásának mértékét 30 éves ciklusokon keresztül érdemes vizsgálni, amely időszak hossza a WMO által került meghatározásra. 1890-2013 között a havi csapadékösszegek változásainak mértékét kiszámítottuk 30 évenként, és az egyes vizsgálati időablakokra vonatkozó gradiens értékeket az adott időszak kezdő évének függvényében ábrázoltuk, az egyes hónapokra bontva külön-külön is *(Kozma et. al. 2014) (1/a-b. ábra)*. Az első vizsgált időszak 1890-1919-ig, a következő 1891-1920-ig, stb. tartott. Minden egyes vizsgált periódus egy éves eltolásban jelenik meg, így az utolsó vizsgált 30 éves periódus 1984-2013-ig tart, ezért a grafikonon megjelenő utolsó pontok 1984-nél láthatóak. Bármilyen bontásban is vizsgáljuk a csapadék összegek alakulását a 124 éven belül, a pontokat összekötő egyenes markánsan kirajzolódó csökkenő tendenciát mutat. Nagyjából az 1930-as évek elejétől kezdődő csökkenés a 1970-es évek derekára érte el mélypontját és onnantól némi stagnálás után növekedés indul a nulla érték irányába. Az utóbbi évtized „extrém" időjárási helyzetei láthatóan nem érvényesültek markánsan a *1/a-b. ábrán* látható tendenciában, de ennek ellenére a kiugróan magas értékeket mutató csapadékos időszakok intenzitásukban helyi szinten jelentősek voltak. Ezt a megállapítást erősíti meg Lakatos et. al. *(2014)* vizsgálati eredménye is, melyet magyarországi viszonylatban tett, miszerint a legutóbbi három évtized jellemző csapadéktendenciájában növekedés figyelhető meg, legfőképpen nyáron, de az azonban egyre intenzívebb, így kevésbé hasznosul, inkább az elfolyást növeli.

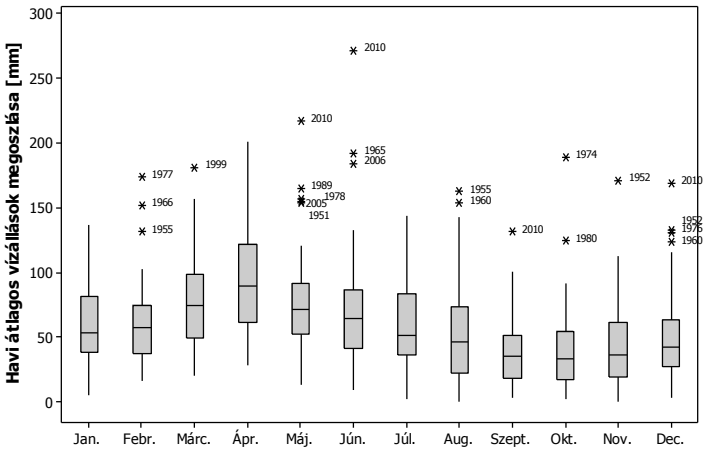


1/a. ábra: Évi csapadékösszegek változásának tendenciája a 1890 és 2013 között meghatározott 30 éves időszakok vizsgálatának tükrében Hidasnémetinél



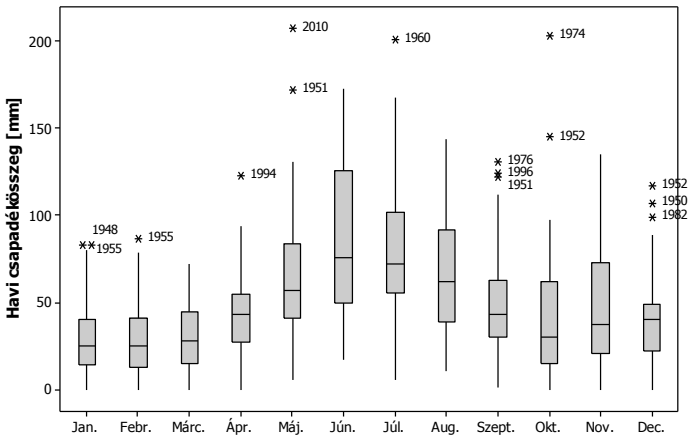
1/b. ábra: Havi csapadékösszegek változásának tendenciája a 1890 és 2013 között meghatározott 30 éves időszakok vizsgálatának tükrében Hidasnémetinél (Kozma et.al. 2014)

A csapadékösszegek vizsgálata során kapott eredményeket a továbbiakban összevetettem a vizsgálati területem közelében (Gesztely) tapasztalható napi vízállási értékekkel. A vízjárásban a Hernád hazai szakaszán a vízmércék tekintetében alig van eltérés (max. 10-20 cm), így bármelyik vízmérce adatai jól reprezentálják a teljes hazai szakasz vízjárását *(Blanka-Kiss 2010)*. Az általunk vizsgált szakaszon a fellelhető adatsorok alapján 65 év napi vízállás adatait elemeztem. A vízállás értékeiben, az elmúlt 65 évben, feltűnő a kisebb vízállási értékek gyakoriságának növekedése, tehát 1946-hoz képest az idő előre haladtával a vízállási értékek a szélsőségek irányába mozdultak el.



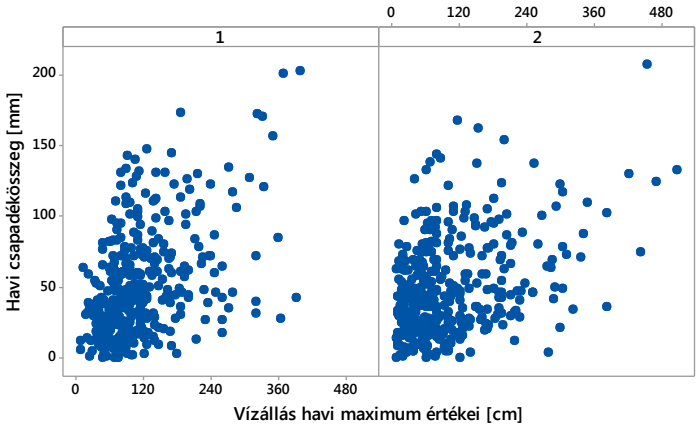
2. ábra: A kiugró vízállás értékeinek megjelenése Gesztelynél 1946 és 2011 között (A csillagok a 65 év alatt az adott hónapra vonatkoztatott statisztikailag kiugró értékeket jelölik.)

A kiugróan magas vízállásértékek megjelenését mutatja a *2. ábra*. A 65 év alatt 16 alkalommal fordult elő ez a jelenség, olykor többször is egy éven belül. Érdekessége, hogy ebből 10 év az 1980-as évek előtt figyelhető meg, míg utána már ez a jelenség ritkább. Ez valószínűleg több tényező együttes hatása. Egyrészt a korábban diagram segítségével bemutatott csökkent csapadékmennyiségű időszakoknak tudható be, másrészt a szlovák oldali vízi létesítmények üzembe helyezésére is ebben az időszakban került sor, ami jelentősen befolyásolta a folyó magyarországi szakaszának vízszintjét.
Ha párhuzamba állítjuk a vízállási értékeket a vizsgált 65 év alatt lehullott csapadékkal, bizonyos egyezőség mutatható ki *(3. ábra)*.

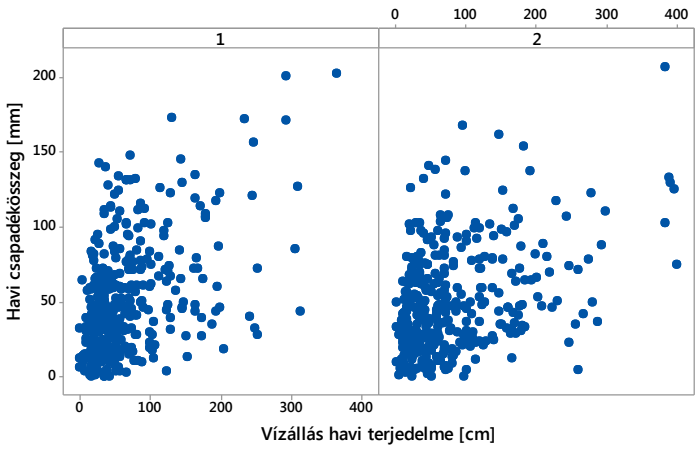


3. ábra: A kiugró csapadékmennyiséggel jellemezhető időszakok megjelenése havi bontásban 1946 és 2011 között
(A csillagok a 65 év alatt az adott hónapra vonatkoztatott statisztikailag kiugró értékeket jelölik.)

A csapadék esetében a vizsgálati időszak alatt 12 évben jelent meg kiugró érték (esetenként egy éven belül többször is). Ha az adatokat összevetjük, hat olyan év jelenik meg, melyben a vízállási értékek is, ugyanabban vagy az azt követő hónapban kiugróan magasak. Ezek az évek (1951, 1952, 1955, 1960, 1974, kivétel 2010) azonban ugyancsak a szlovák oldali duzzasztók működésbe lépése előtti időszakokban jelennek meg. Tehát a nagyszámú egyezőség arra enged következtetni, hogy a csapadéknak – intenzitásától, időtartamától és a lehullott mennyiség nagyságától függően – hatása van a folyó menti morfológiai folyamatokra a vízállás jelentősebb befolyásolása által. A duzzasztók üzembe helyezését követően azonban ez a hatás drasztikusan lecsökkent, hiszen a vízállásra napjainkban feltételezhetően elsődlegesen a leengedett vízmennyiségnek és a leengedések számának van hatása. A fent leírt kettősség a Pearson-féle korrelációanalízis kapcsán is kimutathatóvá vált. Az adatsorok összehasonlítása során látható egyfajta lineáris kapcsolat, melynek erőssége a duzzasztók üzembe helyezése előtti időszakban nagyobb volt, mint az azt követő időszakban. A vizsgálatok során elemeztük a vízállási értékek terjedelmét a csapadék függvényben, mely során az első időszak (1946-76) r értéke 0,45, míg a második időszak (1977-2011) r értéke 0,39 *(4/b. ábra)* lett. Valamint vizsgáltuk a vízállás maximum értékei és a havi csapadékösszegek közötti összefüggést is, mely során hasonló különbséget tapasztaltam az első és a második időszak között (r értéke 0,46 és 0,39) *(4/a. ábra)*. Tehát a csapadék és a vízállás közötti kapcsolat a duzzasztók üzembe helyezése előtti időszakban - a Pearson korrelációs index értéke szerint - közepesnek mondható, míg az azt követő időszakot a gyenge kapcsolat jellemzi. A két tényező közötti összefüggés, ha nem is erős mértékben, de jelen van napjainkban is.



4/a. ábra



4/b. ábra

4/a-b. ábra: A vízállás és a csapadék értékeinek összefüggései (Peason-féle korreláció)
(Megjegyzés: az ábrákon két időszak különül el, 1: 1946-76, 2: 1977-2011)

Ugyanakkor megfigyelhető egy olyan jelenség, mely során a kiugróan magas vízállási értékekhez nem tartozik hasonlóan magas értékű csapadékos időszak. Az erre való magyarázatot az alábbiakban látjuk: a 2005 és 2006-os év jelentősége a folyón levonuló árhullámok szempontjából kivételes volt, a lehullott csapadék mennyisége kapcsán azonban mégsem tekinthetők kiemelkedőnek. Az 1946-2011 közötti évek a csapadékeloszlásban nem mutatnak kiugró értéket. A fentebb leírtak oka azonban Blanka *(2010)* megállapításában lehet, miszerint a hidrológiai rendszer megváltozása a Hernád morfológiai viszonyainak megváltozását okozta. Elsősorban a szlovákiai duzzasztók üzembe helyezése révén a műtárgyak jelentős mennyiségű víztömeget „fogtak vissza". Másodsorban a szakirodalomban leírt Kárpát-medence csapadékosságára jellemző negatív anomália, valamint a térségben 124 év alatt kimutatott csapadékmennyiség csökkenése sem elhanyagolható szempont. A két tényező együttes hatására a nagyvízi meder szűkült, a meder vízszállító képessége ennek megfelelően lecsökkent. A fentebbi eseményekkel együtt járó kevesebb vízmennyiség szállításához a folyómeder alkalmazkodott, melyet a Blanka által mért mederparaméterek változásai is mutatnak. Tehát a vízgyűjtőre kevesebb csapadék hullik, melyet a keskenyebbé váló meder szállít el. Ugyanakkor a hirtelen bekövetkező, nagyobb mennyiségű csapadékok által generált magasabb vízállási értékeket mutató víztömeg elvezetését a már „elkeskenyedett" meder nem tudja megoldani, így a víz kilép medréből. Tehát a csapadék bizonyos esetek együttes fennállása esetén közvetlenül hatással lehet a folyó vízállására, így ezáltal a part pusztulásának intenzitására is. A 2005-2006-os év eseményei is hasonló jelenségen alapulhatnak. Ebben az esetben a kialakult árhullámok levonulása egyedi jelenséget, kanyarulatlefűződést okozott Alsódobszánál.

Számos kutatás szól arról, hogy napjainkban jelentős a folyók, így a Hernád árvízszintjeinek emelkedése. A fentebb összefoglalt eredményekből jól kitűnik, hogy az emelkedés okai sokrétűek lehetnek. Ahhoz, hogy minél jobban leírjuk egy folyó tulajdonságait, működését, valamint megoldást találjunk a felmerülő problémákra, a számos befolyásoló tényező figyelembe vétele szükséges.

Felhasznált irodalom:

1. Bartholy J., Pongrácz R. (2008): Regionális éghajlatváltozás elemzése a Kárpát-medence térségére. In: Klímaváltozás: környezet-kockázat-társadalom. Szerk. Harnos Zs.-Csete L. Budapest, Szaktudás Kiadó Hát Rt., pp. 15-54.
2. Bartholy J., Pongrácz R. (2013): Spring and summer weather in 2010: regular or exceptional? In: Geomorphological Impacts of extreme weather. Editor: Lóczy D., Springer. pp. 3-19.
3. Blanka V., Kiss T. (2010): A vízjárás hatása a parterózió mértékére a Hernád magyarországi szakaszán 2008-2010 között. In: Interdiszciplinaritás a természet-és a társadalomtudományokban. Szerk. Lóki J., Debrecen, pp. 37-44.
4. Blanka V. (2010): Kanyarulatfejlődés dinamikájának vizsgálata természeti és antropogén hatások tükrében. Doktori értekezés, Szegedi Tudományegyetem.
5. Evans, James D. (1996): Straightforward Statistics for the Behavioral Sciences. Pacific Grove, Brooks/Cole Publishing, XXII., 600 p.
6. Horváth L. (2009): Alkalmazkodási kihívások és eszközök az éghajlatváltozási keret-törvényben. Tanulmány, p.35.
7. IPCC Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, Annex I, p. 941.
8. IPCC (2011): Special Report on Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change adaptation. p. 594.
9. Konecsny K. (2011): A Hernád folyó vízjárási szélsőségei a XX. század második felében s a XXI. század első évtizedében. In: A magyarországi Hernád-völgy. Földrajzi Tanulmányok. Nyíregyháza-Szerencs, pp. 43-53.

10. Kozma K., Puskás J., Drégelyi-Kiss Á. (2014): The changer in precipitation during 124 years and its influences on the physical conditions of Hernád River. Applied ecology and environmental research 12:(2), pp. 523-536.
11. Kozma K. (2016): A csapadék, a vízjárás és a mederfejlődés összefüggései a Hernád mentén, különös tekintettel az Alsódobsza-Gesztely közötti szakaszra. Doktori Értekezés, p.
12. Lakatos M., Bihari Z., Szentimrey T. (2014): A klímaváltozás magyarországi jelei. Légkör 59.évf./4. sz., pp. 158-163.
13. Mike K. (1991): Magyarország ősvízrajza és felszíni vizeinek története. Budapest, pp. 612-638.
14. Nagy D. (2004): A Hernádon működő vízerőművek és duzzasztó műtárgyak hatásai a folyó élővilágára. In: Hernád kezelési terv - Miskolc, p. 37.
15. Szász G. (1994): Magyarország éghajlata és annak változékonysága. In: Cselőtei-Harnos (szerk.) Éghajlat, időjárás, aszály. Az időjárás változékonysága és hidrológiai vonatkozásai. Budapest, 1994., pp. 59-103.
16. Trummer Á. (1933): A Hernád mellékvizeinek rendezése. In: Vízügyi Közlemények XV. évf./ január-június, Budapest, pp. 111-166.

A ZIVATAR ÉS A NÁDIPOSZÁTÁK AKTIVITÁSÁNAK ÖSSZEFÜGGÉSE

Somogyi Tímea, Kúti Zsuzsanna, Puskás János

Nyugat-magyarországi Egyetem, Földrajz és Környezettudományi Intézet
9700 Szombathely, Károlyi Gáspár tér 4.
E-mail: timeasomogyi0709@gmail.com; kutizsuzsi@gmail.com; pjanos@gmail.com

Összefoglaló: A madarak vonulását és mindennapi életét (aktivitását) több tényező is befolyásolja. Legfőbb befolyásoló tényezők a táplálék mennyisége és az időjárás, melyek erősen összefüggnek egymással. Jelen munkánkban azt vizsgáltuk, hogy miként hat az időjárás két madárfaj (a foltos és a cserregő nádiposzáta) aktivitására. A madár befogási adatok a Fenékpusztai Madárgyűrűző és Madármentő Állomáson meggyűrűzött fajok közül származnak, melyeket a zivataros napok függvényében (OMSZ Napi jelentések alapján) vizsgáltuk az 1980 és 2012 közötti évek nyári félévében. A befogott madarak példányszámát fajonként, a zivataros napok szerint csoportosítva vizsgáltuk meg. A vizsgált években foltos nádiposzátából 63477, cserregő nádiposzátából 68236 egyedet gyűrűztek meg Fenékpusztán. Ezen adatokból számoltuk a zivataros napokon befogott egyedek számát és az összértékhez (Σ) tartozó átlag értéket. Utána megvizsgáltuk, a madárfajok hogyan reagálnak a különböző időjárási helyzetekben. Végül a t-próba segítségével kiszámoltuk, hogy a zivataros napokon vannak-e szignifikáns eltérések a két madárfaj esetében. A zivataros napokon a cserregő nádiposzáta és a foltos nádiposzáta esetében is több szignifikáns eredményt kaptunk. A kutatások fontos információkat biztosítanak a vonuló madarak vonulási szokásairól, az aktivitás változásából pedig a növényvédelemben betöltött fontos szerepükről (védett és hasznos fajok, amelyek rovarokkal táplálkoznak).

1. Bevezetés

Már korábban is foglalkoztak a kutatók azzal, hogy a madarak életjelenségei és az időjárás között van-e kapcsolat. Az Puskás-féle időjárási frontok (Puskás 2008) hatását Puskás és Tar (2010) vizsgálta az élőlényekre vonatkoztatva. A vonuló madarakkal kapcsolatos elemzések is megjelentek (Gyurácz és Puskás 1997, Somogyi 2014) ebben a témakörben.

A rovarokkal foglalkozó kutatások kiterjedtek az időjárás befolyásoló szerepére is (Nowinszky és Károssy 1987; Nowinszky és Puskás 2002; Nowinszky et al. 1999), melyek után célszerűnek látszott a madarakra való közvetlen hatást is elemezni. Ezekben a kutatásokban a többféle időjárási elemet (hőmérséklet, csapadék, légnyomás, szél stb.) kumuláltan tartalmazó Péczely-féle makroszinoptikus típusok szerepelnek (Gyurácz et al. 1997 és 1998, Somogyi 2015).

Jelen munkánkban azt vizsgáltuk, hogy a Kárpát-medencében - azon belül is a Balaton nyugati részén lévő Fenékpuszta környékén - élő populáció mindennapi repülési szokásaira milyen hatással van az időjárási elemek közül a zivatar.

1.1. Zivatarok

A zivatar a légkörben végbemenő nagyméretű és heves függőleges átrendeződés (1. ábra), a légkör instabil állapotból stabilba megy át (Horváth 1978, Hérincs 2013). Ha a megfigyelés helyén hullik csapadék, amit dörgés és villámlás kísér, akkor nedves zivatarnak, még ha nem hull csapadék, de dörgés hallható, akkor száraz zivatarnak nevezzük. A zivatarok képződéséhez három feltétel szükséges:

- a légkör vastag részében nagy nedvességtartalom vagy nedvesség advekció
- A troposzféra jelentős részére kiterjedő instabilitás, nedve labilis légrétegképződés
- olyan emelő mechanizmus, amely a levegőt a magasba kényszeríti

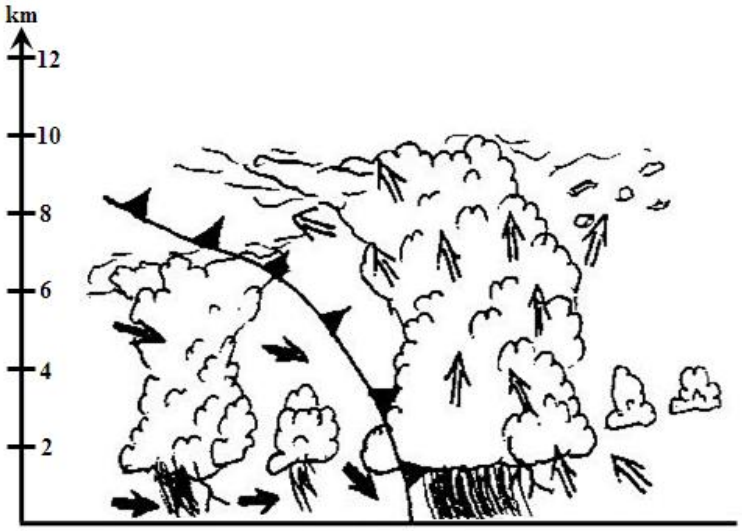
A labilitás egyszerű megközelítéssel arra utal, hogy mekkora a hőmérséklet-különbség a légkör két adott pontja között. Minél hidegebb ugyanis a felső réteg az alsónál, annál könynyebben kimozdulnak helyükről a légrészecskék, melyek aztán a felhőképződésben vesznek részt. Ilyen légköri helyzet leginkább hidegfrontokhoz kapcsolódóan lép fel, amikor a magasban a hideg levegő egy része előre siet, és így labilizálja a légkört. A nagy labilitás önmagában azonban még nem elég zivatarok képződéséhez, emellett szükség van a minden szintre kiterjedő nedvességre is. Ez az alsólégkörben származhat a talajról történő párolgással.

A légkör magasabb szintjeire inkább az ottani légáramlás hat. A legoptimálisabb helyzet szintén frontok esetén tud kialakulni. Nyáron pedig a meleg, nedves szállítószalagok által valósulhat meg. Az ilyen felhőképződést emelt konvekciónak nevezik.

A zivataroknak alapvetően két fajtáját tudjuk elkülöníteni:

1. konvektív cellák
2. frontális zivatarok

Frontális zivatarok az év bármely szakaszában keletkezhetnek, és elsősorban a hidegfrontok kísérőjelenségei, de ritkán melegfronti felhőzetbe is beágyazódhatnak. Hidegfrontok esetében az előrenyomuló hideg levegő beékelődik a meleg levegő alá, és gyors feláramlásra készteti azt. Ekkor több 100 km hosszú zivatarzóna is kialakulhat.



1. ábra Frontális zivatar kialakulása (forrás: http://zivipotty.hu/zivatar.html)

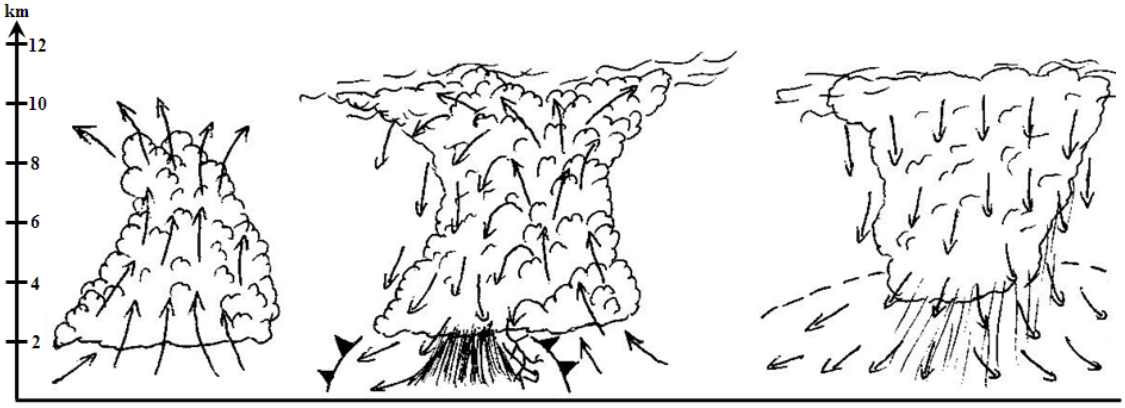
A konvektív cellákat fejlettségük szerint további három alcsoportokra bonthatjuk:

1. rövid életű, egyedi cellák
2. multicellás zivatarok
3. szupercellás zivatarok

1.1.1. Rövid életű, egycellás zivatar

A zivatarok nagy rész konvektív eredetű. Többnyire a napsugárzástól felmelegedett földfelszín felett keletkeznek, így hőzivataroknak is nevezik őket. Ez az oka a kezdeti felhőképződésnek. A további növekedéshez meleg, nedves és alig mozgó légtömegre van szükség. A konvektív zivatarokra tehát az jellemző, hogy rövid ideig tartanak, kis területen helyezkednek el, nagy széllökések kísérik délutáni órákban alakul ki és éjszaka már fel is oszlik. Az

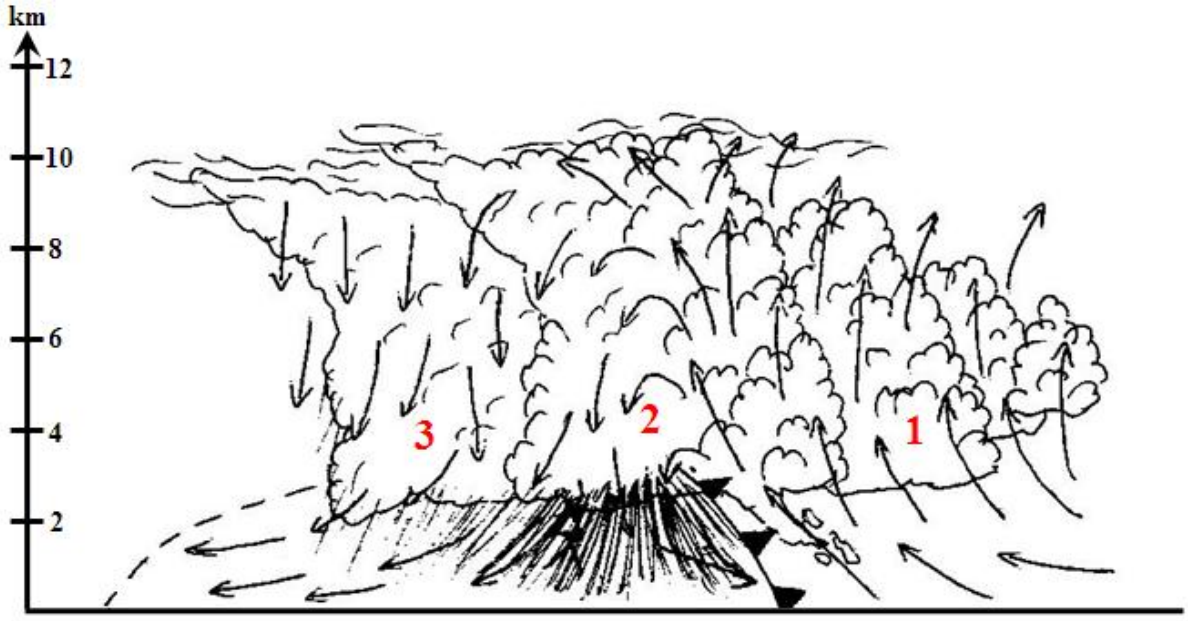
egyes zivatarcellák magában foglalja a feláramlási (csapadékmentes) és leáramlási (csapadékos) területet is, amelynek három életfázisa van. Az első a kialakulás, amikor megkezdődik a gomolyfelhő-képződés, és kifejlődik a zivatarfelhő, de még sem a csapadékhullás, sem a villámtevékenység nem indul meg. Ezt követi az érett fázis, amit már fényjelenség és csapadék is kísér. Mivel ez utóbbi hidegebb a környező levegőnél, ezért földet érve lehűti a levegőt, és ez a hideg légtest a felszínen minden irányban szétterül. Ez megakadályozza a további meleg levegő beáramlását a cellába, és ezzel megkezdődik az utolsó fázis, amikor a teljes zivatart a leáramlás uralja. Ezzel együtt megszűnik a zivatartevékenység, és lassan a csapadék is megszűnik, majd feloszlik a felhőzet (2. ábra).



2. ábra Egycellás zivatar fázisai (forrás: http://zivipotty.hu/zivatar.html)

1.1.2. Multicellás zivatarok

A multicellás zivatarok (3. ábra) az egycellás zivatarok csoportosulásával alakulnak ki. Ehhez közepesen erős vertikális szélnyírásra van szükség. Egy adott zivatartömböt legalább 3-4 különálló cellára lehet felosztani, melyben áramlási irány szerint nézve megállapítható az is hogy milyen fázisban vannak éppen. Az elől elhelyezkedők kialakuló, a középsők érett, míg a hátsók már elhaló stádiumban vannak. A csapadékot adó cellákból lezúduló hideg levegő a talajon egy úgynevezett kifutófrontot hoz létre, melyet gyakran látványos felhősáv kísér a vastag zivatarfelhőzet alsó részén.



Megjegyzés: 1: fejlődő cella, 2: kifejlett cella, 3: elhaló cella
3. ábra A multicellás zivatar (forrás: http://zivipotty.hu/zivatar.html)

1.1.3. Szupercellás zivatarok

Ha konvektív cellák kisméretűek és a szélnyírás erős, akkor az széttépi őket, ha ezek a cellák nagyok épp ellentétesen hat az erős szélnyírás, felerősíti a konvektív cellákat. A szupercella a legerősebb cellatípusok közé tartozik. Nagy szelet, jégesőt és tornádókat okozhat.

A veszélyes zivatarok jellemzői az alábbiak:

- a szélsebesség meghaladja a 25 m/s-ot
- a jég átmérője legalább 2 cm
- csapadék hosszú ideig hull és intenzív
- villámlás figyelhető meg

Az egyedi celláknál ritkán a szupercelláknál gyakrabban fordulnak elő ezek a jelenségek, míg a szupercellák esetében egyszerre több is észlelhető (Sándor és Wantuch 2005; Kovács 2011).

2. Anyag és módszer

2.1. A vizsgált madárfajok bemutatása

2.1.1. Foltos nádiposzáta

A foltos nádiposzáta (*Acrocephalus schoenobaenus*) a madarak osztályába, a verébalakúak rendjébe, és ezen belül is a nádiposzátafélék családjába tartozó faj (4. ábra).

Az ország minden állóvize mellett, főleg a nádasok szélén vagy árokpartok rekettyéseiben. Hazánkban nagy számban megtalálhatók az Alföldön és a Kis-Balatonnál. A többi vonuló madárhoz képest korán érkezik, már március végén megérkezik és novemberig itt is marad, ha az időjárás kedvező. Összetákolt fészkét sűrű növényzet közé építi. A foltos nádiposzáta költési időben szinte minden területen megtalálhatók Európában és Ázsiában. Nyugat-Ázsia egyes részei, Spanyolország, illetve Portugália kivételével mindenhol előfordul. Téli szállásheljei Afrikában, a Szaharától délre találhatók (Sauer 2000, Haraszthy 1984).

A foltos nádiposzáta az ivarérettséget egyéves korban éri el. Évente egyszer-kétszer költ, május és július között. Ekkor 5-6 halványbarna vagy sárgászöld, foltos tojás rak, amelyeken finom, sötét erezetű mintázat látható (5. ábra). A tojásokon csak a tojó kotlik 13-14 napig. A fiatal madarak körülbelül 12-16 nap után repülnek ki. A háta sötétbarna színű, és csíkok tarkítják. Testalja sárgás, oldala kissé vöröses. A szem fölött feltűnő fehér sáv húzódik Az idősebb madarak fejteteje sötétebb. A fiatalok teste pedig jobban sávozott. A hím és a tojó hasonlít egymásra, a fiatalok sárgásabb árnyalatúak. Testhossza 13 centiméter, szárnyfesztávolsága 17-21 centiméter, testtömege 10-13 gramm. A foltos nádiposzáta különös ismertetőjegye a hosszúkás, kecses testfelépítés. Hosszú, vékony csőre és a hosszú fedőtollak a farkon (Peterson et al. 1969, Haraszthy 1998).

4. ábra Foltos nádiposzáta
(Fotó: Somogyi Tímea)

5. ábra Foltos nádiposzáta fészke és tojásai
(http://allatvilagunk.hu/madarak/foltos_nadiposzata.html)

Védett madarunk eszmei értéke 10000 forint (http://termeszetbolond.hu/Nemzeti-parkok-es-elovilaguk/Hortobagyi-Nemzeti-Park/Vedett-es-fokozottan-vedett-allatok/Madarak/Foltos-nadiposzata).

2.1.2. Cserregő nádiposzáta

A cserregő nádiposzáta (*Acrocephalus scirpaceus*) Európában Skandináviáig és Nagy-Britannia déli részéig, keleten pedig Délkelet- és Közép-Ázsiáig húzódó területein honos (6. ábra). A Pireneusi-félszigeten és az Appennini-félszigeten, viszont nem fészkel. Nádasok, gyékényesek lakója. A trópusi Afrikában telel át. Magyarországon rendszeresen fészkel, áprilistól szeptemberig tartózkodik a nádasok környékén. Előfordul, hogy egymás közelében több madárpár is fészkel. Hazánkban áprilistól szeptemberig tart a költési időszak ekkor nagy számban megfigyelhetők a nádasok környékén (Haraszthy 1998).

Testhossza 13 centiméter, szárnyfesztávolsága 17-21 centiméter, testtömege 9-12 gramm. A tollazat mindkét nemnél egyforma. Háta vörösesbarna, hasa pedig világos. Feje csúcsos, a madár torka fehér. A sötétbarna láb ujjain hosszú, horgas karmok vannak, melyekkel a madár átfogja az ágakat. A fiókák, mint minden énekesmadár-fióka, csupaszon bújnak ki a tojásból. A fiatal madarak tollazata élénkebb rozsdabarna, mint a felnőtt madaraké. A szájüreg és a torok élénksárga (Sterry 2000). A cserregő nádiposzáta ivarérettségét egyéves korban éri el. A költési időszak Európa déli részén május-június között, Európa északi területein pedig július-augusztus között van.

Évente egyszer költ. Évente 3-5 tojást rak (7. ábra), amelyek csillogó, halványzöld, sötét pettyes tojásból áll. A tojásokon 11-12 napig ül egyaránt a tojó és a hím is. A fiatal madarak 11-12 nap múlva hagyják el a fészket először (Haraszthy 1984, Peterson et al. 1969).

Védett madarunk és eszmei értéke 10000 forint. Vonulásukkor többnyire éjszaka repülnek (http://termeszetbolond.hu/Magyarorszag-allatvilaga/Madarak/Cserrego-nadiposzata).

6. ábra Cserregő nádiposzáta
(Fotó: Somogyi Tímea)

7. ábra Cserregő nádiposzáta fészke és tojásai
(http://allatvilagunk.hu/madarak/cserrego_nadiposzata.html)

2.2. A kutatás módszertana

Munkánkban a két madárfaj zivatarokhoz való alkalmazkodását vizsgáltuk. A kutatás során a Fenékpusztai Madármentő és Madárgyűrűző állomáson függönyhálóval befogott két madárfaj befogási adatait használtuk fel, amelyeket a MME (Magyar Madártani Egyesület) hivatalos adatbázisából kértünk le. Fenékpuszta az é. sz. 46°44’, k. h. 17°14’ mentén helyezkedik el, Keszthelytől 7 kilométerre, a Balaton nyugati partján (Gyurácz és Puskás, 1997).

A kutatás fókuszában az állt, hogy a zivatarok esetében a madarak milyen aktivitás mutatnak, amikor ezen időjárási események a Balaton part napi időjárását erősen befolyásolják. Azt mutatjuk be, hogy a zivataros napok esetében mennyi a befogott madarak egyedszáma. A napi madár befogási adatok az 1985-2012 közötti időszak fogási értékeit tartalmazzák. A kapott

adatokat Excel táblázat segítségével dolgoztuk fel és készítettük el a kutatáshoz szükséges számításokat. A befogott madarak példányszámát fajonként külön vizsgáltuk meg a csapadékmennyiség szerint csoportosítva. Az adatszám megmutatja, hogy a jelzett típus hányszor fordul elő a vizsgált években. Mivel a függönyháló ellenőrzését a pirkadattól sötétedésig óránként ellenőrzik, így minden napra kiszámoltuk, hogy a vizsgált madárfajok egyedszáma naponta mennyi a vizsgált madárfajok esetében. A vizsgált években a foltos nádiposzátából 63477, cserregő nádiposzátából 68236 egyedet gyűrűztek meg Fenékpusztán. Majd ezen adatok segítségével kiszámoltuk a befogott madarak zivataros napokhoz tartozó átlagát és az összértékhez (Σ) tartozó átlag értéket is. Ezen adatok segítségével pedig megvizsgáltuk, hogy a madárfajok – a repülésüket tekintve – mennyire aktívak a különböző helyzetekben. Végül a t-próba segítségével kiszámoltuk azt is, hogy bizonyos zivataros időszakban milyen szignifikáns eltérések figyelhetők meg a különböző madárfajok esetében.

Kutatásban utolsóként a madárfajok aktivitását hasonlítottuk össze az alapján, hogy ugyanazon helyzet esetében hasonló aktivitást mutatnak-e a vizsgált madárfajok vagy teljesen másképp reagálnak a különböző időjárási tényezők között.

3. Eredmények

A zivataros napok függvényében végzett vizsgálat eredményeit táblázatos formátumban mutatjuk be. Az első oszlopban láthatjuk a zivataros napokat. A zivataros nap előtti napot (-1), az első zivataros nap a (0) a második ilyen nap a (1) az egymást követő zivataros napoknál a harmadik zivataros napot (2) míg a negyediket (3) jelöltük. A vizsgált időszakban tehát egymást követő zivataros napokból maximum négy követte egymást. Az utolsó zivataros napot követő 1. zivatarmentes napot is jelöltük (+1). A második oszlopban a befogott madarak egyedszámát, a harmadikban a napok számát, a negyedikben átlagértékeket, míg az ötödik oszlopban százalékos arányt olvashatunk le a befogott egyedekről. A hatodik és hetedik oszlopban két különböző szignifikáns eredmény látunk. A hatodik oszlopban az +1-ik naphoz képest számított szignifikancia értékek (szignifikancia 1), míg a hetedik oszlopban az összes többi naphoz képest számított értékek (szignifikancia 2) olvashatók le.

A foltos nádiposzáta eredményei az 1. táblázatban látható. A vizsgált időszakban összesen 8915 egyedet gyűrűztek meg. A legnagyobb számban befogott egyedek száma a zivatart megelőző napon volt. Ekkor 27,01 % volt a befogási arány. Az egymás utáni zivataros napokon, pedig a negyedik zivataros nap esetében figyelhető meg jelentős visszaesés ekkor a madarak 0,46 %-át gyűrűzték meg. Alacsony aktivitás figyelhető meg még a zivataros napokat követő első zivatarmentes napon. A szignifikancia értékek a fentebb leírtak szerint láthatók.

1. táblázat A foltos nádiposzáta zivataros napokon kapott fogási eredményei

zivatar	foltos nádiposzáta	nap	átlag	%	szignifikancia 1	szignifikancia 2
-1	2408	58	41,52	**27,01 %**	P > 0,001	P > 0,05
0	2134	58	36,79	23,94 %	P > 0,001	
1	2183	58	37,64	24,49 %	P > 0,001	
2	1878	58	32,38	21,07 %	P > 0,001	P > 0,001
3	41	5	8,20	**0,46 %**		
+1	271	14	19,36	3,04 %		P > 0,001
Σ	**8915**	**251**	**29,31**	**100 %**		

A cserregő nádiposzáta eredményeit a 2. táblázat tartalmazza. A vizsgált időszakban összesen 15099 egyedet gyűrűztek meg. A legnagyobb számban befogott egyedek száma a har-

madik zivataros napon volt. Ekkor a befogott egyedek majdnem felét (43,57 %) fogták be. A zivatar előtti illetve az első és második egymás utáni zivataros napokon.

2. táblázat A cserregő nádiposzáta zivataros napokon kapott fogási eredményei

zivatar	cserregő nádiposzáta	nap	átlag	%	szignifikancia 1	szignifikancia 2
-1	2283	58	39,36	15,12 %	P > 0,001	P > 0,05
0	2134	58	36,79	14,13 %	P > 0,001	
1	2161	58	37,26	14,31 %	P > 0,001	
2	6578	174	37,80	**43,57 %**	P > 0,001	P > 0,001
3	70	5	14,0	**0,46 %**		
+1	1873	14	19,36	12,40 %		P > 0,001
Σ	**15099**	**251**	**29,31**	**100 %**		

A negyedik zivataros nap esetében figyelhető meg jelentős visszaesés ekkor a madarak 0,46 % gyűrűzték meg. Az első három naphoz hasonlóan alakul a zivataros napokat követő első zivatarmentes napon befogott egyedek száma is. Szignifikáns eredményt több esetben kaptunk. A zivatarmentes (+1) nap esetében négy szignifikáns eredményt is kaptunk, amelyek 99,9 % szignifikanciát mutatnak. Az összes naphoz viszonyítva három esetben kaptunk szignifikáns eredményt. A zivatarokat megelőző napon (-1) 95 %-os míg a harmadik zivataros nap (2) esetében 99,9 % és a zivatarmentes (+1) nap eredménye is 99,9 %.

A zivataros napok vizsgálatához is készítettünk egy összefoglaló táblázatot (3. táblázat), amelyben az átlag értékhez képest kapott tendenciát foglaltuk össze. A táblázatból jól látható, hogy a két faj teljesen azonos aktivitást mutat. A két faj közötti különbséget a táplálkozás és a nádasok különböző használata okozhatja.

3. táblázat A két faj összesített eredményei a zivataros napokon

zivatar	foltos nádiposzáta	cserregő nádiposzáta
-1	▲	▲
0	▲	▲
1	▲	▲
2	▲	▲
3	▼	▼
+1	▼	▼

4. Összegzés

Két gyűrűzött madárfajnak (foltos nádiposzáta, cserregő nádiposzáta) napi adatait dolgoztuk fel a zivatarokkal összefüggésben. A madarakat Fenékpusztán függönyhálóval fogták be, majd gyűrűzték meg az 1985 és a 2012 évek között. Az eredmények között t-próbával számoltuk a szignifikáns eltéréseket. A zivataros napok vizsgálatakor a növekvő vagy a csökkenő tendencia mindig egységes volt a 2 poszáta faj esetében. Több szignifikáns eltérés is mutatkozott.

Az eredményekből levonható, hogy a vizsgált időjárási elemek lényegesen befolyásolják a madarak napi aktivitását. Ezek a vizsgálatok több szempontból is fontosak. Ha a kutatók meg

szeretnék figyelni e fajok egyedeinek életjelenségeit, vagy szokásaikról szeretnének többet megtudni, akkor a kiválasztott faj szempontjából legkedvezőbb időjárásban tehetik ezt meg legkönnyebben. A madárgyűrűzés tekintetében is fontos, hiszen ezáltal következtethetnek arra, hogy a következő pár napban milyen aktivitást mutatnak a madarak és körülbelül hány egyed repül majd bele a függönyhálóba, így tervezhető a gyűrűzésben résztvevők száma. Madárvédelmi szempontból is jelentősek a kapott eredmények, hiszen a vizsgált madarak főként rovarokkal táplálkoznak, amelyek hasonlóan reagálnak az időjárásra, így könnyebben meghatározható az, amikor a természetvédőknek esetlegesen a madarak védelme érdekében plusz táplálékot kell biztosítani. Természetvédelmi szempontból is fontos az időjárás, a madarak és a táplálkozásuk vizsgálata, hiszen minél több dolgot tudunk meg róluk annál könnyebben tudjuk a magyarországi populációt fenntartani és védeni.

A további tervek között szerepel, további védett madárfajok vizsgálata mind élőhelyük, mind táplálkozásukban hasonló egyedekkel, illetve az időjárási fronton, a Péczely-féle makroszinoptikus típusokon, a zivataron és az extrém csapadékon kívül más időjárási tényezők bevonásával.

Irodalomjegyzék

Gyurácz J., Puskás J. (1997): The effect of cold weather fronts on the migration activity of the Sedge Warbler (*Acrocephalus Schoenobaenus*) in Hungary. Ornis Hungarica Vol. 6. No. 1-2. 43-45.

Gyurácz, J., Károssy, Cs., Csörgő, T. (1997): The autumn migration of sedge warblers in relation to weather conditions. Weather. Vol. 52. No. 5. pp. 149-154.

Gyurácz J., Károssy Cs., Csörgő T., Bank L., Palkó S. (1998): A makroszinoptikus időjárási helyzetek hatása a foltos nádiposzáta (Acrocephalus schoenobaenus) őszi vonulásdinamikájára. Ornis Hungarica 8 Suppl. 1: 163-168.

Haraszthy L. (1984): Magyarország fészkelő madarai. Natura Mezőgazdasági Könyvkiadó Vállalat, Budapest-Dabas, p. 245.

Haraszthy L. (1998): Magyarország madarai. Mezőgazda Kiadó, Budapest, p. 441.

Hérincs D. (2013): Zivatarok megfigyelése Egyházasrádócon és környékén. Nyugat-magyarországi Egyetem, Szombathely, (OTDK dolgozat, Budapest), p. 38.

Horváth L. (1978): Repülési meteorológia. Tankönyvkiadó, Budapest

Kovács E. (2011): Szélsőséges időjárási események Magyarországon. Nyugat-magyarországi Egyetem, Szombathely (kézirat – BSc szakdolgozat), p. 57.

Nowinszky L., Károssy Cs. (1987): A fénycsapdás rovargyűjtés eredményessége a különböző makroszinoptikus időjárási helyzetekben. Növényvédelmi Tudományos Napok (február 24-25.) Budapest, p. 29.

Nowinszky L., Puskás J. (2002): A kis téliaraszoló (*Operopthera brumata* L.) fénycsapdázása a Péczely-féle makroszinoptikus helyzetek fennállásának időtartamával összefüggésben. Berzsenyi Dániel Főiskola Tudományos Közleményei Természettudományi Füzetek 9. pp. 5-8.

Nowinszky L., Károssy Cs., Puskás J. (1999): A vetési bagolylepke (*Scotia segetum* Schiff.) fénycsapdázása a Péczely-féle makroszinoptikus időjárási helyzetek fennállásának időtartamával és változásaival összefüggésben. Növényvédelem 1999. 35. (11) 555-562.

Peterson, R.T., Mountfort, G., Hollom, P.A.D. (1969): Európa madarai. Gondolat Kiadó, Budapest, p. 352.

Puskás, J. (2008): Weather front types in the Carpathian Basin and their use in applied meteorology. Geographical studies on the University of West Hungary, Szombathely, pp. 95-99.

Puskás J., Tar K. (2010): Időjárási frontok a Kárpát-medencében és használatuk az alkalmazott meteorológiában. VI. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia, Nyíregyháza, pp. 385-388.
Sándor V., Wantuch F. (2005): Repülésmeteorológia. Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest, p. 272.
Somogyi T. (2014): Az időjárási frontok hatása a madarak aktivitására. Nyugat-magyarországi Egyetem, Szombathely, (BSc szakdolgozat), p. 43.
Somogyi T. (2015): Komplex időjárási tényezők hatása a madarak repülési aktivitására. Nyugat-magyarországi Egyetem, Szombathely (OTDK dolgozat, Kolozsvár), p. p. 39.
Sauer, F. (2000): Szárazföldi madarak. Magyar Könyvklub, Budapest, p. 287.
Sterry, P. (2000): Európa madárkalauza, Magyar Könyvklub, Budapest, p. 416.

Internetes források

http://allatvilagunk.hu/madarak/cserrego_nadiposzata.html
http://allatvilagunk.hu/madarak/foltos_nadiposzata.html
http://termeszetbolond.hu/Magyarorszag-allatvilaga/Madarak/Cserrego-nadiposzata
http://termeszetbolond.hu/Nemzeti-parkok-es-elovilaguk/Hortobagyi-Nemzeti-Park/Vedett-es-fokozottan-vedett-allatok/Madarak/Foltos-nadiposzata
http://zivipotty.hu/zivatar.html

ROLF: EGY TRÓPUSI CIKLON A FÖLDKÖZI-TENGEREN

Hérincs Dávid

Eötvös Loránd Tudományegyetem Földrajz- és Földtudományi Intézet, Meteorológia Tanszék
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A.
email: herincs.david@gmail.com

Korábban azt gondolták, trópusi ciklonok csak a meleg óceánok felett, zivatarrendszerekből alakulhatnak ki. A műholdas megfigyelések azonban rámutattak arra, hogy létezik egy másik út is: mérsékelt övi ciklonok is átalakulhatnak trópusi ciklonná. Ráadásul ezt a folyamatot nemcsak a nyílt óceánok felett, hanem a Földközi-tengeren is megfigyelték. Jelen tanulmányban egy ilyen ciklon elemzését végeztem el.
Kulcsszavak: trópusi ciklon, Földközi-tenger, ECMWF reanalízis

Bevezetés

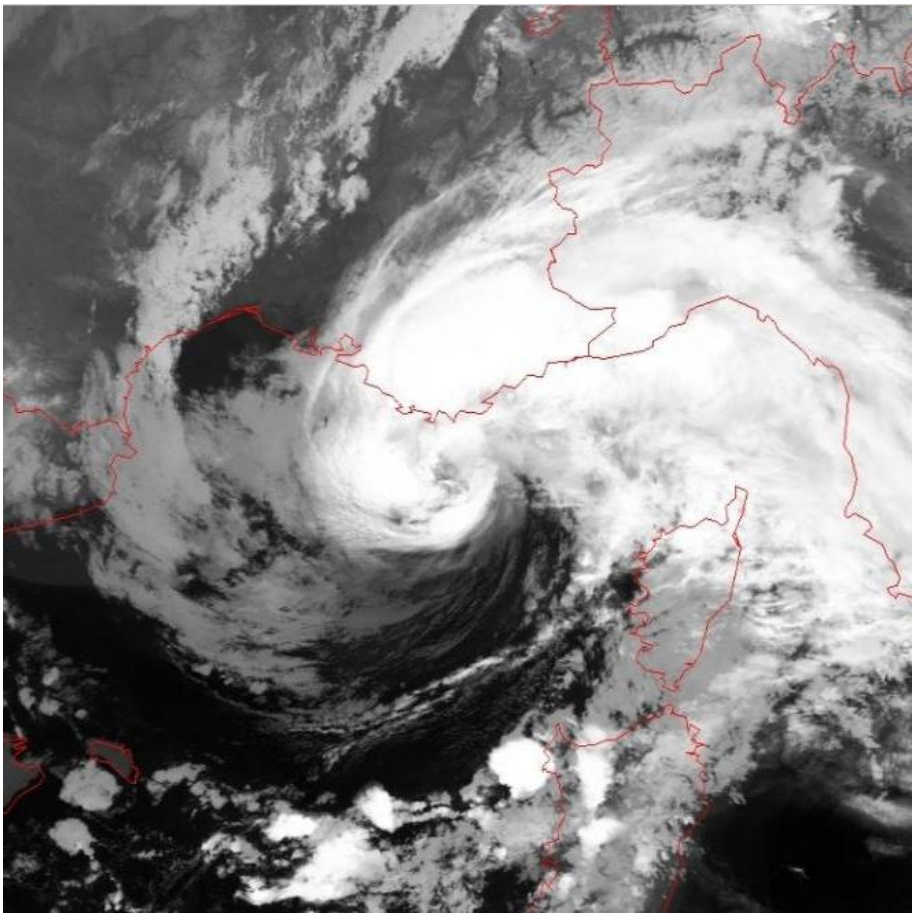
A jól ismert, hagyományos trópusi ciklonok a meleg óceánok felett, alacsony földrajzi szélességeken jönnek létre. A fejlődési fázisban az óceán felett elhelyezkedő zivatarrendszerek a Coriolis-erő hatására lassanként forgásba jönnek. Mivel a Coriolis-erő az Egyenlítő mentén 0, és ennek közelében is igen kicsi, leginkább azok a zivatarrendszerek fejlődhetnek trópusi ciklonná, melyek az 5°-nál nagyobb földrajzi szélességen helyezkednek el. Amikor létrejön a zárt örvénylés, trópusi ciklonná nyilvánítják a rendszert, és a benne mérhető szélerősség alapján kategóriákba sorolják – trópusi depresszió, trópusi vihar, hurrikán. A ciklon a trópusi vihar erősséget elérve nevet is kap egy előre meghatározott listából. Amikor a ciklon hidegebb víz vagy szárazföld fölé kerül, fokozatosan legyengül, vagy fel is oszlik. Az energiáját ugyanis a szárazföldi zivataroktól eltérően elsősorban nem a légköri instabilitás, hanem a meleg tengervízből származó látens hő biztosítja, melynek utánpótlása az említett területeken megszűnik. Bizonyos trópusi ciklonok azonban olyan közel kerülnek a mérsékelt övezethez, hogy ott a látens hő helyett a légkörben fennálló hőmérséklet-különbségből lesznek képesek energiát meríteni, és átalakulnak méréskelt övi ciklonná, frontokat fejlesztenek *(Fitzpatrick,2006; Frank, 1977).*

A műholdas megfigyelések által rájöttek arra, hogy ez a folyamat fordítva is végbemehet, vagyis méréskelt övi ciklonok képesek átalakulni trópusi ciklonná. Ehhez a folyamathoz a tapasztalatok alapján már 20 °C körüli tengerfelszín-hőmérséklet is elegendő. A legfőbb feltétel, hogy a mérsékelt övi ciklon viszonylag sokáig közel egy helyben maradjon a kellően meleg víz felett. A mérsékelt övi ciklonok központjában a magasban hideg levegő található, mely jelentős légköri instabilitást és zivatarképződést generál. A zivatarok azonban látens hőfelszabadulással járnak, így ha elég sokáig fennállnak, a ciklon magja a trópusi ciklonokéhoz hasonlóan meleggé válik. Mindeközben a korábbi mérsékelt övi ciklon frontjai is feloszlanak. Ha ezek végbemennek, akkor szubtrópusi besorolást kap a ciklon. Innen akkor alakulhat tovább trópusi ciklonná, ha a zivatarképződés kellően szervezett lesz a központja körül, a legnagyobb szélerősség a ciklon központjához koncentrálódik (ez a mérsékelt övi és szubtrópusi ciklonok esetében nem áll fenn), valamint a meleg mag a ciklon teljes vertikális terjedelmére kiterjed, és a magasban szétáramlás alakul ki a ciklon felett. Az így keletkezett trópusi ciklon már szintén a tengervíz látens hőjét használja fel energiaforrásként, de mivel a folyamat általában hi-

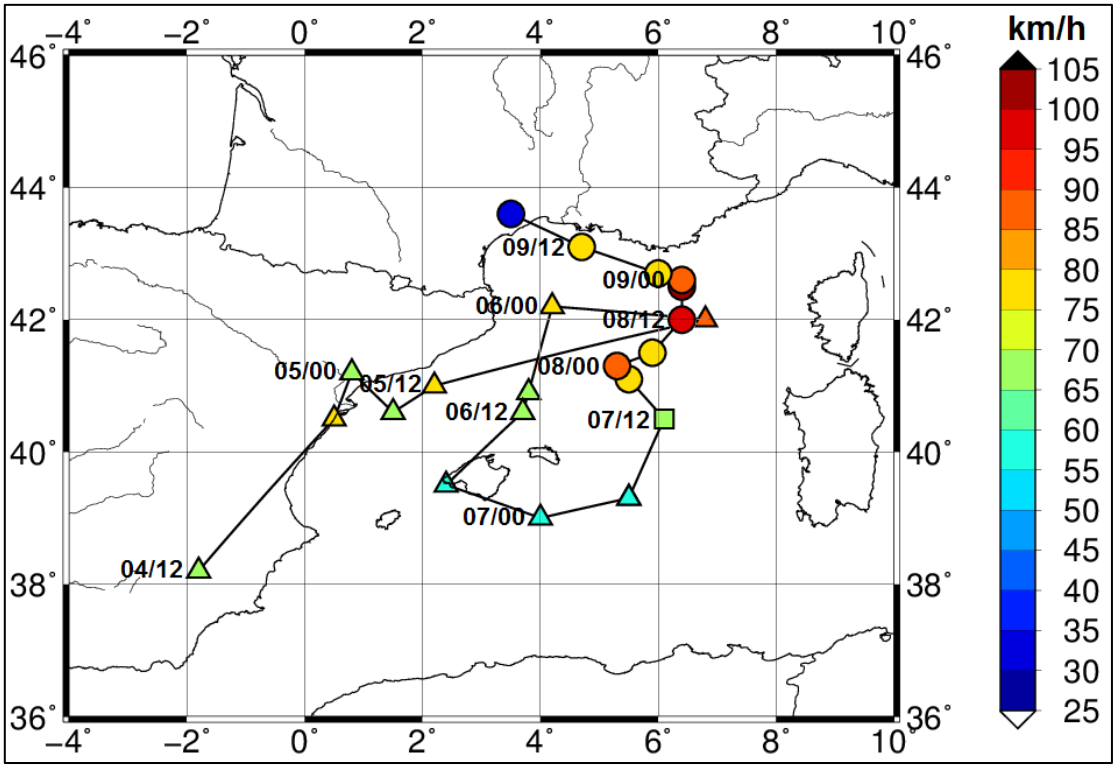
degebb víz felett megy végbe, a legtöbb ilyen ciklon a hagyományos trópusi ciklonokhoz képest gyengébb és kisebb méretű *(Gyakum, 2010)*.

A Rolf ciklon rövid szinoptikai áttekintése

A vizsgált mediterrán ciklon, melynek a berlini Freie Universität a Rolf nevet adta, 2011. november 4-én jött létre Spanyolország felett. 5-én a tenger fölé helyeződött, ahol mérsékelt övi ciklonként elérte legnagyobb erősségét, és kiadós esőket, zivatarokat okozott Olaszországban és Franciaország déli részén. 6-án egy hurkot leírva dél felé helyeződött a ciklon, majd a Baleár-szigeteken áthaladva kelet felé fordult. 7-én északkelet felé fordulva kezdődött meg az átalakulása: a már Olaszország felett is áthaladt hosszan elnyúló frontrendszere fokozatosan feloszlott, ezzel együtt pedig jól szervezett és tartós zivatarképződés kezdődött a központjában. A mediterrán ciklonok esetén elsőként a NOAA-hoz tartozó, a trópusi ciklonok erősségét műholdas mérések alapján becslő Satellite Analysis Branch 12 UTC-kor szubtrópusi, majd 18 UTC-kor trópusi viharrá nyilvánította a ciklont. Rolf trópusi viharként 8-án 18 UTC-kor érte el legnagyobb erősségét, amikor megközelítette a francia partokat (1. ábra). A szárazföldi szélmérések alapján ekkor 100 km/h-s szélerősség kapcsolódott hozzá, mely erős trópusi viharnak felel meg. Rolf 9-én már legyengült, és trópusi depresszióként ért partot Franciaországban. Végül a szárazföld felett rövidesen fel is oszlott. Mivel Rolf az élettartama során (2. ábra) elegendő időt töltött a víz felett, melynek hőmérséklete az érintett területen 19-21 °C között alakult, feltételezhető, hogy valóban trópusi ciklonná alakult. Ezt a műholdképek és a műholdas, tenger feletti szélmérések is alátámasztották *(Hérincs, 2014)*.



1. ábra: A Rolf trópusi vihar legerősebb állapotában (NOAA IR műholdkép, 2011.11.08.)



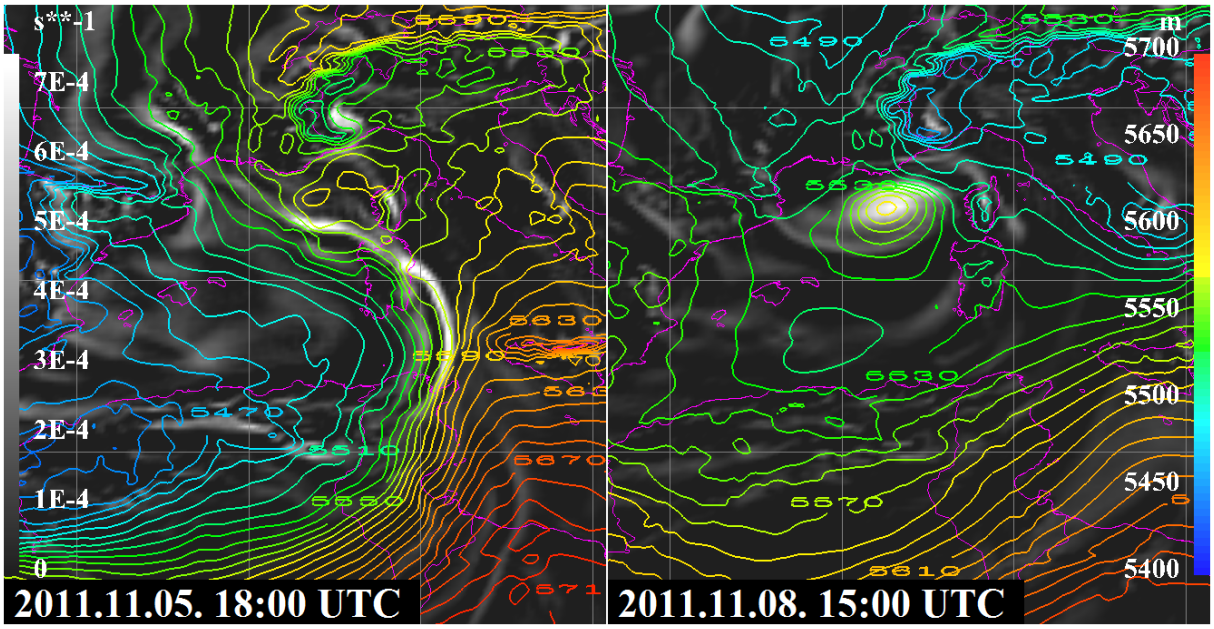
2. ábra: A Rolf ciklon 6 óránkénti pozíciói 4-étől 9-éig, a hozzájuk tartozó becsült szélsebességekkel (háromszög: mediterrán-, négyzet: szubtrópusi-, kör: trópusi ciklon) – saját szerkesztés

A Rolf ciklon elemzése ECMWF reanalízis adatok alapján

Annak megerősítésére, hogy a ciklon valóban trópusivá alakult-e, az ECMWF 0,125°-os felbontású reanalízis adatai alapján összehasonlító vizsgálatot végeztem el. Ehhez olyan paramétereket használtam, melyek a mérsékelt övi (mediterrán) és a trópusi ciklonok esetében is adott, egymástól jelentősen eltérő jellegzetességekkel bírnak. Az elemzést a ciklon teljes élettartamára elvégeztem, de itt a két legmarkánsabb időpontot mutatom be. A mérsékelt övi stádium esetén ez november 5. 18 UTC, míg a trópusi stádium esetében november 8. 15 UTC.

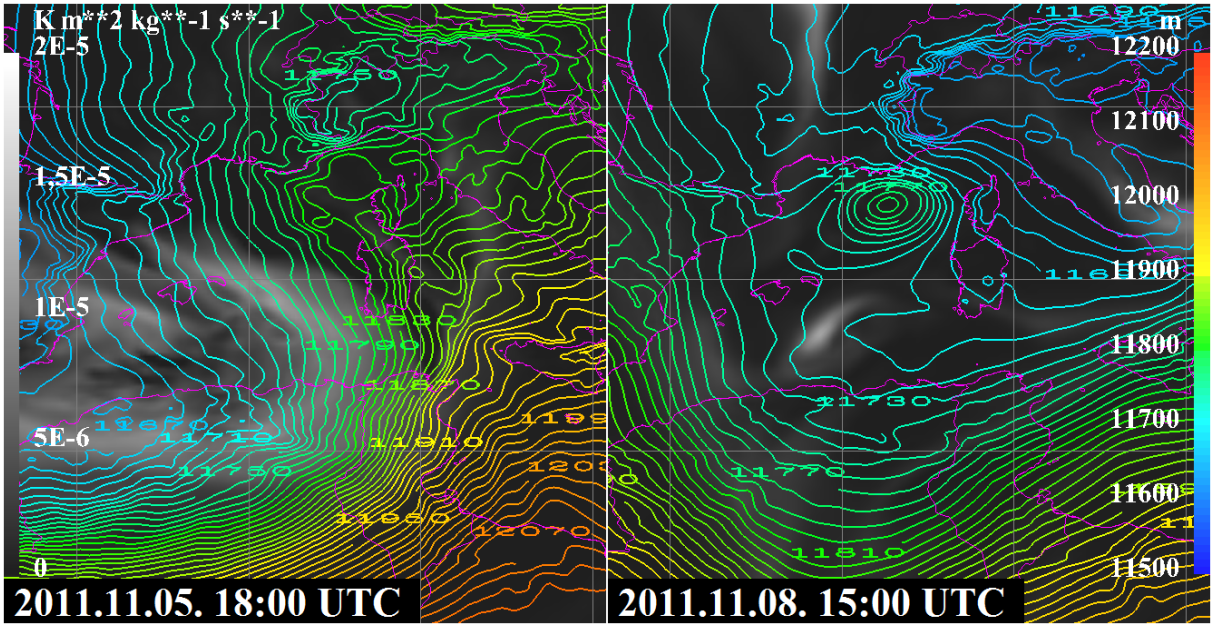
Az első vizsgált paraméterpár az 500-1000 hPa-os rétegvastagság és a 850 hPa-os relatív örvényesség volt (3. ábra). A rétegvastagság a két adott nyomási szint közötti távolságot adja meg méterben, és arányos az adott légoszlop átlaghőmérsékletével: alacsonyabb hőmérséklethez kisebb, míg magasabb hőmérséklethez nagyobb rétegvastagság tartozik. Mérsékelt övi ciklonok esetében jellegzetesen megfigyelhető a hidegfront előtti melegszektor és a front mögötti hidegszektor, mely a jelen helyzetben is egyértelműen megjelent. A trópusi ciklonok viszont, ahogy korábban is említésre került, frontmentesek és meleg magvúak. Így itt nincs hideg és meleg légtömeg, a hőmérséklet egységesen emelkedik a ciklon központja felé haladva. Ezt szintén igazolták a reanalízis adatok. A 850 hPa-os relatív örvényesség mérsékelt övi ciklonok esetében a frontok mentén a legnagyobb. A rétegvastagsággal összevetve ez is jól visszaköszönt a reanalízis adatokban, ugyanis a legnagyobb rétegvastagság-gradiens mentén húzódó hidegfront mentén volt a legnagyobb örvényesség. A trópusi ciklonokra ezzel ellentétben a központ köré koncentrálódó, közel körszimmetrikus, jelentős mértékű örvényességi maximum jellemző. Ehhez esetenként kapcsolódhatnak rövidebb oldalágak, melyek a trópusi ciklonok spirálkarjait jelzik, de hosszan elnyúló, frontra utaló örvényességi kép nem jellemző. Az egyes időlépcsőket végigkövetve Rolf esetében jól látható volt, ahogy a frontális örvényességi mező fokozatosan gyengül és feloszlik, ezzel együtt viszont a központban ala-

kult ki egy örvényességi maximum, mely egyre szűkebb területre koncentrálódott, és egyre markánsabb lett.



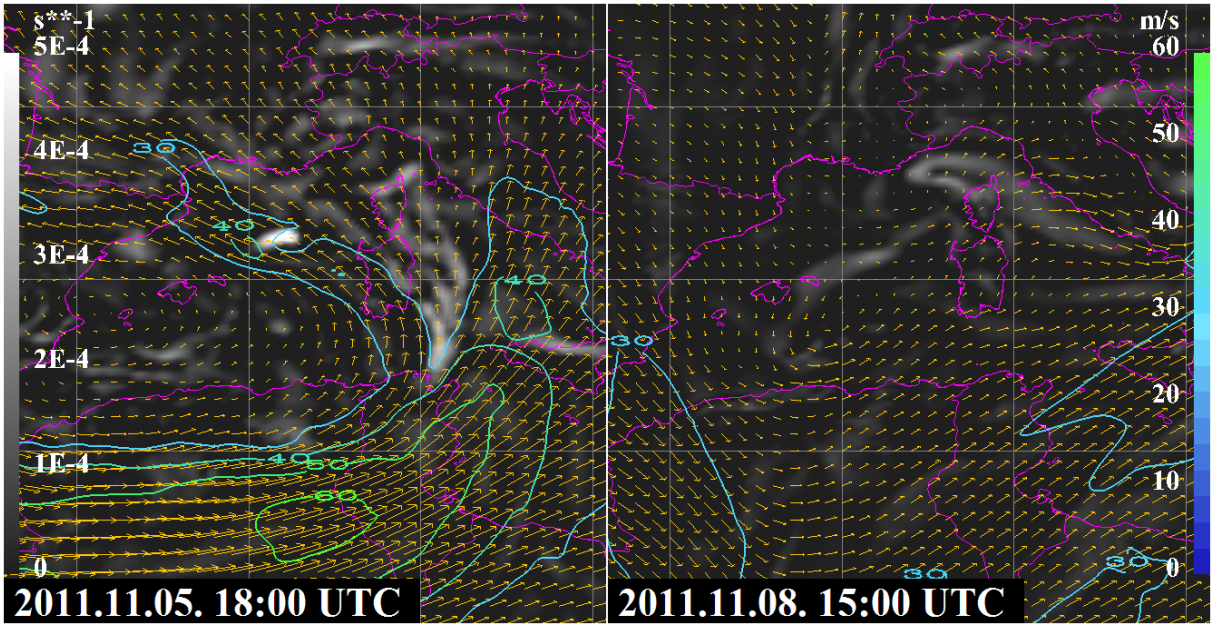
3. ábra: A Rolf ciklonhoz kapcsolódó 500-1000 hPa-os rétegvastagság (m) [színes vonalak] és 850 hPa-os relatív örvényesség (1/s) [szürke árnyalatok] 2011. november 5-én 18 UTC-kor és november 8-án 15 UTC-kor – az adatok forrása az ECMWF 0,125° reanalízis, az ábra saját szerkesztés

A következő paraméterpár a 200-1000 hPa-os rétegvastagság és a 300 hPa-os potenciális örvényesség volt (4. ábra). Ezzel a rétegvastagsággal az előzővel ellentétben azt vizsgáltam, hogy a trópusi ciklonhoz tartozó meleg mag a troposzféra teljes vertikális kiterjedésében jelen volt-e, mivel a meteorológiai jelenségek a 200 hPa-os magasságon általában már nem nyúlnak túl. A rétegvastagság eloszlása mind a mérsékelt övi, mint a trópusi esetben hasonló volt, mint az előző esetben. A trópusi stádiumban itt is határozott meleg mag jelent meg, tehát a hőmérsékleti elrendeződés alapján Rolf trópusi ciklonnak tekinthető. A potenciális örvényesség maximuma a mérsékelt övi ciklonok esetében a légkör magasabb szintjén jelenik meg, ugyanis ezekhez a ciklonokhoz a troposzféra tetejéről lenyúló örvényességi maximum tartozik, mely a ciklonok tartozó teknőben, a ciklon hidegszektora felett jelenik meg. Ezért történt e paraméter vizsgálata a 300 hPa-os magasságban. A mérsékelt övi ciklon jellegzetes potenciális örvényességi mezejét kitűnően visszaadta a reanalízis is. A trópusi ciklonokhoz ugyanakkor a magasban nem kapcsolódik jelentős potenciális örvényesség, annak maximuma a relatív örvényességhez hasonlóan alacsony szinten található. Ez annak köszönhető, hogy a trópusi ciklont nem magaslégköri anomália, hanem a tengerből történő látens hőfelszabadulás hozza létre. Így a trópusi stádium esetén nem is jelent meg értékelhető örvényesség a ciklonhoz kapcsolódóan. A ciklon körül azonban 3 kisebb potenciális örvényességi maximum is analizálható volt, egy a Baleár-szigetek mellett, egy Olaszország felett és egy Franciaország felett. Ezek a ciklon körül elhelyezkedő magassági hidegcseppekhez kapcsolódtak.



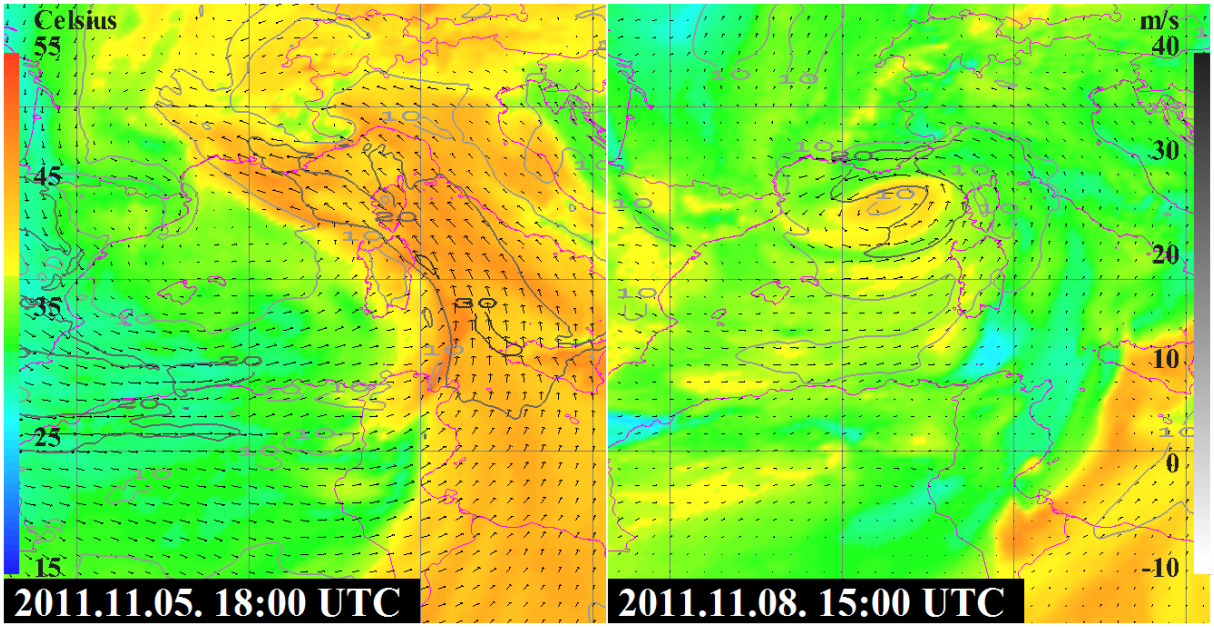
4. ábra: A Rolf ciklonhoz kapcsolódó 200-1000 hPa-os rétegvastagság (m) [színes vonalak] és 300 hPa-os potenciális örvényesség (Km²/kgs) [szürke árnyalatok] 2011. november 5-én 18 UTC-kor és november 8-án 15 UTC-kor – az adatok forrása az ECMWF 0,125° reanalízis, az ábra saját szerkesztés

A következőkben a ciklonhoz tartozó magassági áramlásokat vizsgáltam. A feltüntetett paraméterek a 300 hPa-os szélirány és szélerősség (30 m/s felett), valamint a szintén e szintbeli divergencia voltak (5. ábra). A mérsékelt övi ciklonok egyik fő jellegzetessége a hozzájuk kapcsolódó futóáramlás, más néven jet stream, mely a 300 hPa-os szint körül a legerősebb. Ennek definíciója előírja a legalább 30 m/s-os szélerősséget, ezért csak az e küszöb feletti értékeket ábrázoltam. A mérsékelt övi ciklonhoz igen erős futóáramlás tartozott, a szélsebesség a 60-70 m/s-ot is elérte benne Észak-Afrika felett. 5-én ráadásul a jet ketté is vált, és az egyik ága Olaszország, míg a másik ága a spanyol-francia határvidék felé kanyarodott. A kettéváláshoz markáns szélirány-változás is kapcsolódott, így az ábrán látható módon ezen a területen igen erős divergencia is fellépett. A korábbi paraméterekkel összevetve ez éppen egybeesett a hidegfronttal és az a mentén húzódó 850 hPa-os relatív örvényességi maximummal. Ezen két szinoptikai kényszerhatás azt eredményezte, hogy a front mentén igen erős feláramlás fejlődött ki (erről bővebben a következőkben), mely kiterjedt, vonalba rendeződött zivataroket generált. Később a futóáramlás jelentősen gyengült, és a magassági széltérképen megfigyelhető kiterjedt ciklonális áramlási mező több kisebb örvényre bomlott. Ezek voltak az előzőleg említett magassági hidegcseppek, melyek a ciklon körül helyezkedtek el. Ezzel együtt a futóáramlás megszűnt, csak kisebb, lokális területeken fordult elő 30 m/s-ot kissé meghaladó szélsebesség, és az is a ciklontól távol. Bár a szélmező alapján határozott magassági szétáramlás nem alakult ki Rolf felett, a környezetében több kisebb területen megfigyelhető volt magassági divergencia, mely viszonylag tartósan jelen volt. Mindezek - bár az előzőeknél kevésbé határozottan - Rolf trópusi jelegére utaltak.



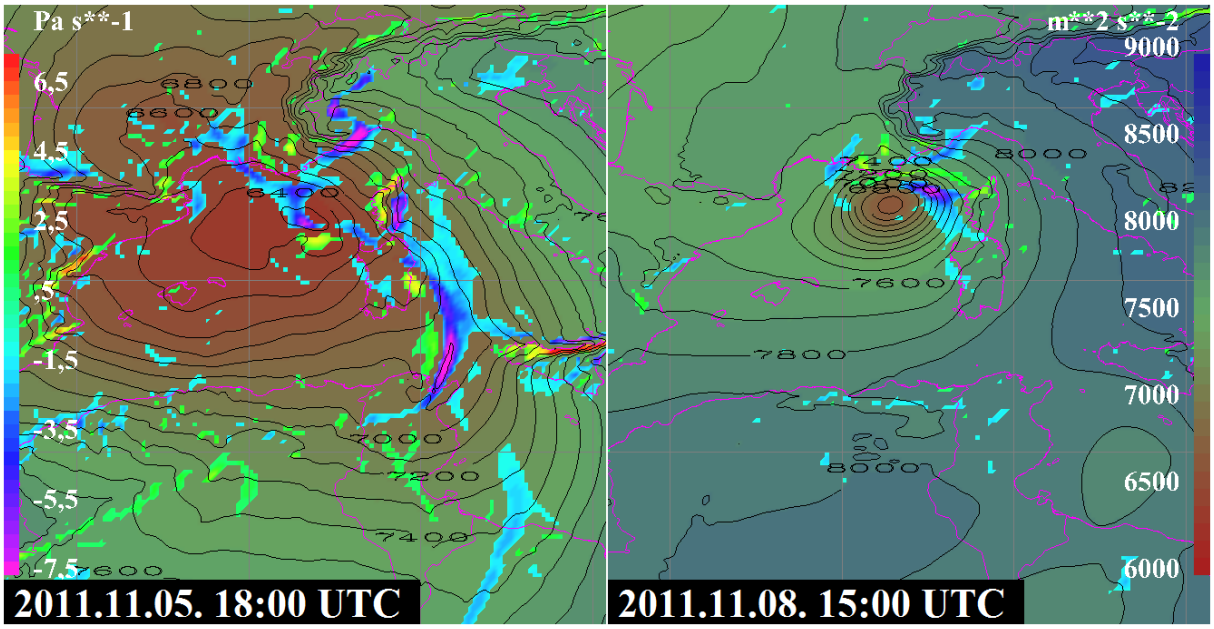
5. ábra: A Rolf ciklonhoz kapcsolódó 300 hPa-os szélerősség (m/s) [színes vonalak] és szélirány [vektorok], valamint 300 hPa-os divergencia (1/s) [szürke árnyalatok] 2011. november 5-én 18 UTC-kor és november 8-án 15 UTC-kor – az adatok forrása az ECMWF 0,125° reanalízis, az ábra saját szerkesztés

Vizsgáltam még a 850 hPa-os ekvivalens potenciális hőmérséklet alakulását és e szint szélmezőjét is (6. ábra). Az első paraméter egyszerre nyújt információt az adott légréteg hőmérsékleti és nedvességi viszonyairól, így közkedvelt és gyakran használt állapotjelző. A mérsékelt övi ciklonok esetében az egyes értékek eloszlása jellegzetes képet mutat: a hidegfrontok előtti melegszektorban mindig magasabbak az értékek, és a front előtt gyakran található egy keskenyebb sáv, ahol a maximum jelentkezik. Ez egybeesik a ciklonok frontjainak kialakulásában kulcsszerepet játszó meleg nedves szállítószalag elhelyezkedésével. A hidegfront mentén az ekvivalens potenciális hőmérséklet éles gradiense jellemző, mögötte pedig, de tőle kissé távolabb, a ciklon hátoldalán kirajzolódik egy sáv, ahol a minimális értékek jelennek meg. Ez a száraz szállítószalag területe. Ezek Rolf mérsékelt övi stádiumában is megfigyelhetőek voltak. A bemutatott ábrán a meleg nedves szállítószalag Tunéziától Szardínián és Korzikán át Dél-Franciaországig húzódik, míg a száraz szállítószalag Nyugat-Franciaországtól az Ibériai-félszigeten át Algéria északi részéig. A hidegfront helyzete nemcsak az éles gradiens, hanem a szélirány- és szélerősség-változás által is kirajzolódik. A trópusi szakaszban viszont a meleg, nedves levegő a ciklon központjában koncentrálódott. Látható hogy a környező szárazabb területeken is megjelentek magasabb ekvipotenciális hőmérsékletű részek elsősorban a ciklontól délre, melyek jelezték a melegebb tenger felől spirálisan becsavarodó nedvesebb sávokat. A szélmező szintén a trópusi ciklonokra jellemző, közel körszimmetrikus eloszlást vett fel, és a legerősebb szél közvetlenül a központ közelébe koncentrálódott. A központban viszont megjelent egy kis szélcsendesebb terület, mely a ciklon szemét jelentette.



6. ábra: A Rolf ciklonhoz kapcsolódó 850 hPa-os szélerősség (m/s) [szürke vonalak] és szélirány [vektorok], valamint 850 hPa-os ekvivalens potenciális hőmérséklet (°C) [színek] 2011. november 5-én 18 UTC-kor és november 8-án 15 UTC-kor – az adatok forrása az ECMWF 0,125° reanalízis, az ábra saját szerkesztés

Az utolsó vizsgált paraméterpár a 925 hPa-os geopotenciál és a 850 hPa-os vertikális sebesség volt (7. ábra). A geopotenciál az adott nyomási szint magasságát fejezi ki – mivel itt nincs leosztva a gravitációs állandóval, ezért m^2/s^2 a mértékegysége, az adott értékeket 10-zel osztva kapjuk a magasságokat –, ezáltal pedig a nyomási gradiensről is szolgáltat információt. A geopotenciál alacsony szinten vizsgálva jellegzetes eltérést mutat mérsékelt övi és trópusi ciklonok esetében, ezért ezt a paramétert a 925 hPa-os, és nem a 850 hPa-os szinten vizsgáltam. Mérsékelt övi ciklonok esetében az alacsony nyomású, ezáltal pedig az alacsonyabb geopotenciálú terület jóval kiterjedtebb, és a gradiensek általában kisebbek, mint a trópusi ciklonok esetében. A másik fő szembetűnő különbség a frontok jelenléte, mely mind a nyomási, mind a geopotenciál mezőben jellegzetes nyomási teknő formájában mutatkozik meg. Ezzel szemben a trópusi ciklonokra sűrűen elhelyezkedő, körszimmetrikus és nyomási teknő (frontok) nélküli geopotenciál mező jellemző. A vertikális sebesség Pa/s-ban szerepel, és mivel a légnyomás a magassággal csökken, azokon a területeken van feláramlás, ahol a vertikális sebesség értéke negatív. A korábban már említettek szerint a mérsékelt övi stádium esetében a hosszan elnyúló hidegfront mentén jelentkezett a legnagyobb feláramlás, melyhez az erős 300 hPa-os divergencia és a jelentős 850 hPa-os relatív örvényesség is hozzájárult. Jól látható még itt a hegységek módosító hatása is. Az Alpok és a Pireneusok áramlás felőli – az Alpok esetében a keleti, míg a Pireneusok esetében az északi – oldalán is feláramlás jelent meg, míg a hegységek túloldalán, illetve markánsabban Szicília északi felén leáramlás mutatkozott. A hidegfront mentén található csapadékrendszer leáramlási zónája szintén kirajzolódott. A trópusi stádiumban a fel- és leáramlási területek már jóval kisebb kiterjedésűek voltak, és spirálisan körbevették a ciklont. A műholdképek alapján a feláramlás az erősebb zivatargócokkal egybeesve, míg leáramlás a köztük lévő területeken jelentkezett.



7. ábra: A Rolf ciklonhoz kapcsolódó 850 hPa-os vertikális sebesség (Pa/s) [bal oldali skála szerinti színek] és 925 hPa-os geopotenciál (m^2/s^2) [fekete vonalak és a jobb oldali skála szerinti színek] 2011. november 5-én 18 UTC-kor és november 8-án 15 UTC-kor – az adatok forrása az ECMWF 0,125° reanalízis, az ábra saját szerkesztés

Összegzés

A korábbi vizsgálataim alapján *(Hérincs, 2014)*, melyben három trópusi jellegű mediterrán ciklon szinoptikai elemzése szerepelt, valószínűsíthető volt, hogy azok közül a Rolf ciklon lehetett valóban trópusi ciklon. Ennek megerősítése céljából végeztem el a fent bemutatott elemzéseket a jobb térbeli felbontású ECMWF reanalízis alapján, több paraméterre vonatkozóan. A mérsékelt övi és trópusi időpontokat összehasonlítva egyértelműen és minden esetben megmutatkoztak azok a markáns különbségek, melyek a két ciklontípust elválasztják egymásról. A kapott eredmények tükrében, a korábbi vizsgálatokkal együtt már kijelenthető, hogy Rolf valóban teljes mértékben trópusi ciklonná alakult, és így közel 2 napig életben maradt.

Köszönetnyilvánítás

A felhasznált reanalízis adatokért köszönetet mondok az Európai Középtávú Előrejelzési Központnak (ECMWF). Szeretnék továbbá köszönetet mondani Ihász Istvánnak, aki az ECMWF szerveréről számomra lekérte és felhasználhatóvá tette, majd részemre eljuttatta az adatokat, valamint témavezetőmnek, Soósné Dr. Dezső Zsuzsannának, aki a Tudományos Diákköri Dolgozatom kapcsán és azóta is sok segítséget nyújtott kutatásaimhoz.

Felhasznált irodalom

1. Frank, W. M. (1977). The structure and energetics of the tropical cyclone I. Storm structure. Monthly Weather Review, 105(9), 1119-1135.
2. Fitzpatrick, P. J. (2006). Hurricanes: A reference handbook. Abc-clio.
3. Gyakum J.R. (2010): Subtropical and Hybrid Systems (előadás) - http://www.wmo.int/pages/prog/arep/wwrp/tmr/otherfileformats/documents/1_6JRGyakum.pdf
4. Hérincs D. (2014): Trópusi jellegű mediterrán ciklonok vizsgálata, XXXII. OTDK Konferencia Kolozsvár, 2015.04.15-18., 56 oldal

A műholdkép forrása: NOAA - http://saturn.unibe.ch [2011.11.08.]

VÁROSKLIMATOLÓGIAI MÉRÉSEK FERENCVÁROS FELÚJÍTOTT TERÜLETEIN

Dian Csenge, Dezső Zsuzsanna, Pongrácz Rita, Bartholy Judit

Eötvös Loránd Tudományegyetem Meteorológiai Tanszék
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/a.,
e-mail: diancsenge@gmail.com, dezso.zsuzsanna@ttk.elte.hu,
prita@nimbus.elte.hu, bartholy@caesar.elte.hu

A budapesti városi hősziget elemzését korábban elsősorban műholdas adatok alapján végeztük. Jelen kutatásunkban a főváros IX. kerületében zajló helyszíni léghőmérséklet és relatív nedvesség mérésekkel vizsgáljuk a hősziget intenzitás alakulását. Ferencváros belvárosi részein történő mérési programunkkal feltérképezzük a felújított és nem felújított, valamint a zöld növényzettel fedett és mesterséges burkolatú részek hőmérsékleti és nedvességi viszonyait. Egy teljes évet lefedő eredményeink alapján megállapítható, hogy a hősziget intenzitás egyértelműen a felújított és zöld területeken a legalacsonyabb.
Kulcsszavak: városi hősziget, in-situ mérések, léghőmérséklet, relatív nedvesség, IX. kerület, városfelújítás

Bevezetés

Nyilvánvaló, hogy a természetes környezet nagy mértékű megbontása jelentős hatással van a koncentrált mesterséges felszínekkel rendelkező városokra, az ott megjelenő helyi éghajlati viszonyokra. A módosító hatások közül az egyik kiemelkedően fontos jelenség a városi hősziget-hatás, mely a város és a környezete között észlelhető hőmérsékletkülönbséggel, azaz a városi hősziget-intenzitás értékével jellemezhető (Oke, 1973). Elemzése többféle módszerrel történhet. Műholdas adatokon alapuló vizsgálatok során a felszínhőmérsékletből származó hősziget-intenzitás határozható meg, míg helyszíni, in-situ mérésekkel léghőmérsékletre vonatkozó intenzitást kapunk.

Napjainkban a városok száma és mérete világszerte egyaránt növekszik. Az is közismert tény, hogy mára a Föld népességének több mint fele városokban él, s ez az arány a fejlettebb országokban – köztük hazánkban is – a globális átlagnál nagyobb. Mindezek egyértelműen alátámasztják a városklimatológiai kutatások létjogosultságát. Az ELTE Meteorológiai Tanszékén immár másfél évtizede folyamatosan zajló vizsgálataink során a városi éghajlati viszonyok elemzésével kívánunk hozzájárulni a hazai és nemzetközi kutatási irányokhoz.

Magyarországon több évtizede folynak városklimatológiai kutatások (pl.: Probáld, 2014; Pongrácz et al., 2010). Az ELTE Meteorológiai Tanszékén 2000 óta zajlanak műholdas adatokon alapuló hősziget-intenzitás elemzések, főként Budapestre (pl.: Dezső et al., 2012). Ezen kutatások keretében 2014-ben kezdtük el vizsgálni specifikusan Budapest IX. kerületét MODIS és ASTER felszínhőmérsékleti adatok alapján (Dian, 2015; Dian et al, 2015a). A műholdas mérések mellett a helyszíni mérések is szolgáltatnak alapinformációkkal. Hazánkban Szegeden és Debrecenben is történtek in-situ mérések (Unger, 2004; Bottyán et al., 2005), melyek alapján a járművekre szerelt mérőműszerek segítségével, illetve a hagyományos telepített mérőhálózat adataiból végeztek részletes városklimatológiai elemzéseket. Budapest teljes területére kiterjedően – főként a jóval nagyobb terület és az anyagi források limitáló hatása miatt – a helyszíni mérések kivitelezése számos problémával járna. Jelenlegi kutatásunkban a főváros egy kisebb térségében, a korábban is vizsgált IX. kerületben folytatunk helyszíni lég-

hőmérséklet és relatív nedvesség méréseket (Dian et al., 2015b). Célunk a kerület belvárosi részeinek léghőmérsékletből származó hősziget-intenzitás viszonyainak pontosabb megismerése.
Budapest IX. kerülete, Ferencváros – melynek belvárosi részei is vannak – különösen érintett a hősziget-hatásban. A minél élhetőbb környezet kialakítása érdekében az önkormányzat már az elmúlt évtizedekben is kiemelkedően fontosnak tartotta a városfelújítást és a megfelelő városfejlesztéseket. A különböző programok egyik alappillére a zöld növényzet növelése a városrészben (Ferencvárosi Önkormányzat, 2010). Ezt többféle módon valósítják meg. Felújítják a már meglévő parkokat, illetve újabb közparkokat hoznak létre. Továbbá minden területet megpróbálnak kihasználni a zöldesítésre, például utcasarkokon egy-egy telek helyén kisebb zöld terek kialakítása, és az utcákba is egyre több fa beültetése. Meghatározó fejlesztés kezdődött az ún. rehabilitációs területen 1993-ban az ún. tömbrehabilitációs program keretében. Régi tömbházakat egybenyitottak és belső zöld udvarokat hoztak létre, ezzel is növelve a zöld terület arányát a kerületben.
Kutatásunk során helyszíni mérések segítségével vizsgáljuk a belvárosi Belső-Ferencváros és a rehabilitációs terület felújítások utáni léghőmérséklet-intenzitás és relatív nedvesség viszonyait. Legfontosabb célunk megismerni a felújított és nem felújított, valamint a zöld növényzet borította és a mesterséges burkolatú térségek hősziget-intenzitása közötti eltéréseket.

Módszertan

Városklimatológiai mérési programunkat 2015 tavaszán indítottuk, az eddig lezajlott mérések időpontjait az *1. táblázat* összegzi. Az expedíció során 22 mérési pontból álló útvonalon (*2. táblázat*) történik a léghőmérséklet és a relatív nedvesség detektálása. A mérési pontok különböző adottságúak, több parkban zajlik mérés, szűk utcákban, szélesebb utak mellett és eltérő burkolatú tereken. A mérés két részre osztható. (1) A mozgó méréseket két ember végzi párhuzamosan. A 101=201 mérési ponton egy közös méréssel indul, majd miután a 100-as és 200-as útvonalat végigjárva a 10-10 ponton detektálták a hőmérsékletet és nedvességet a 112=212 Boráros téri mérési ponton újra közösen mérnek. Ezt követően visszafelé végigjárják a másik útvonalat, és a mérési kör a 101=201 ponton, a Ferenc körútnál végződik. Így mind a 22 pontra kapunk 2-2 hőmérséklet- és nedvesség-értéket. Az időpontokat és a mért adatokat átlagolva kapjuk a mérési körre vonatkozó átlagos adatokat, mely a 22 mérési pontra egy 10-20 perces időintervallumra vonatkozik. A kétirányban végzett mérési körökből naponta összesen 3-4 megtételére volt lehetőségünk, melyekből 5-7 különböző átlagos képet számíthatunk. A kapott eredményeket az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) külvárosi, pestszentlőrinci állomásának adataival (http://www.ogimet.com/synops.phtml.en) összevetve meghatározható a hősziget-intenzitás és a relatív nedvességek különbsége az egyes mérési pontokon. (2) A mozgó méréseken túl a 105-ös mérési ponton, a Ferenc téren egy folyamatos mérés is zajlik, melynek detektált értékeit a 10 perces időbeli felbontás miatt az ELTE lágymányosi kampuszán mért léghőmérséklet és relatív nedvesség adatokkal hasonlítjuk össze. Így számolható a léghőmérséklet különbség, illetve a relatív nedvesség különbség a Duna átellenes oldalán található két térség között.

1. táblázat: Mérési napok 2015 márciusa óta

2015. március 20, 27.	2015. szeptember 18.	2016. február 19, 26
2015. április 3, 10, 17, 24.	2015. október 2, 9.	2016. március 4, 11, 18.
2015. május 8, 15.	2015. november 6, 13, 20, 27.	2016. április 8, 15.
2015. július 6, 7, 8.	2015. december 4.	
2015. augusztus 28.		

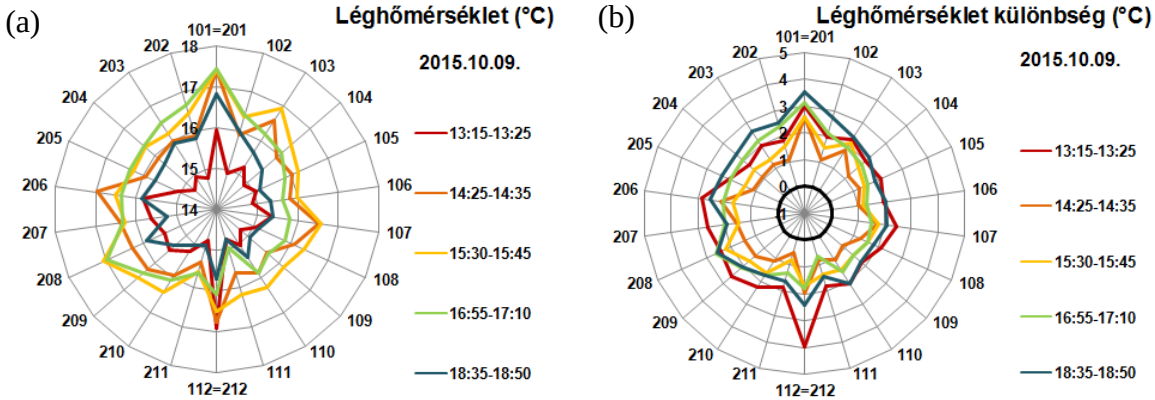
A mérésekhez kétféle műszert használtunk. A mozgó mérések esetén HT-200 típusú digitális páratartalom- és hőmérsékletmérő műszereket alkalmaztunk. Ezek a hőmérsékletet °C és °F egységben, a relatív nedvességet %-ban mérik, valamint számítják a harmatpontot, illetve a nedves hőmérsékletet. A Ferenc téren Voltcraft DL-141TH adatgyűjtő műszerrel történik a folyamatos mérés, mely a mért adatokat a beállítás szerint 1 percenként rögzíti.

2. táblázat: Mérési útvonal a Belső-Ferencvárosban és a rehabilitációs területen

201: Ferenc krt/Tompa u. 202: Bakáts téri templom Tompa utca felől 203: Bakáts téri templom Ráday utca felől 204: Ráday u. 42. 205: Ráday u./Biblia u. 206: Ráday u./Erkel u. 207: Kálvin tér 208: Lónyay u./Gönczy Pál u. 209: Csarnok tér 210: Bálna 211: Nehru part 212: Boráros tér		101: Ferenc krt/Tompa u. 102: Tompa u./Liliom u. 103: Liliom u./Tűzoltó u. 104: Tűzoltó u./Bokréta u. 105: Ferenc tér 106: Balázs Béla u./ Thaly Kálmán u. 107: SOTE 108: Kerekerdő park 109: Márton u./Gát u. 110: Mester u./Viola u. 111: Mester u./Tinódi u. 112: Boráros tér

Eredmények

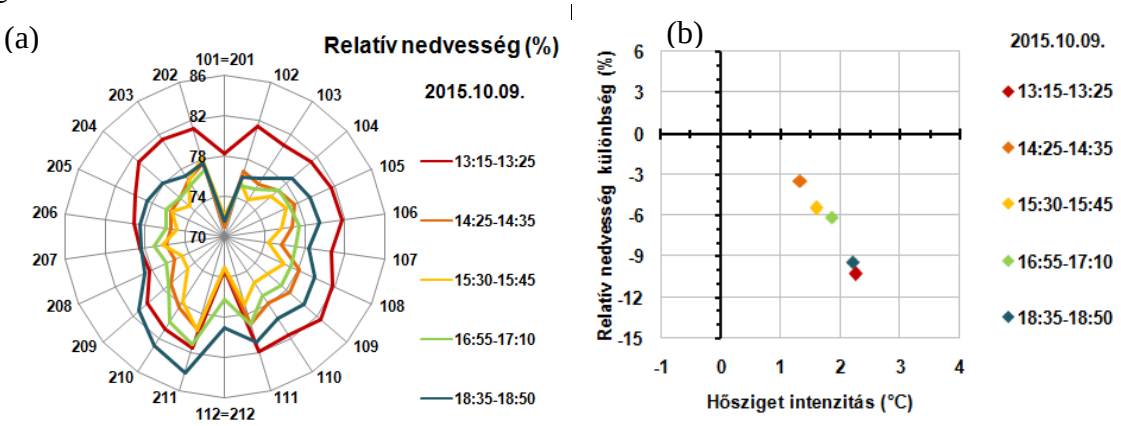
Az ismertetett módszertannal kapott eredményeink közül e tanulmányban egy őszi és egy téli napon történt mozgó méréseket, valamint az alapvetően meleg napokon (nyáron és kora ősszel) végzett Ferenc téri mérés eredményeit mutatjuk be.



1. ábra: (a) A Ferencvárosban mért léghőmérsékleti értékek, és (b) ezek különbsége a pestszentlőrinci állomás által mért hőmérsékletektől 2015. október 9-én (A napnyugta időpontja: 18:09)

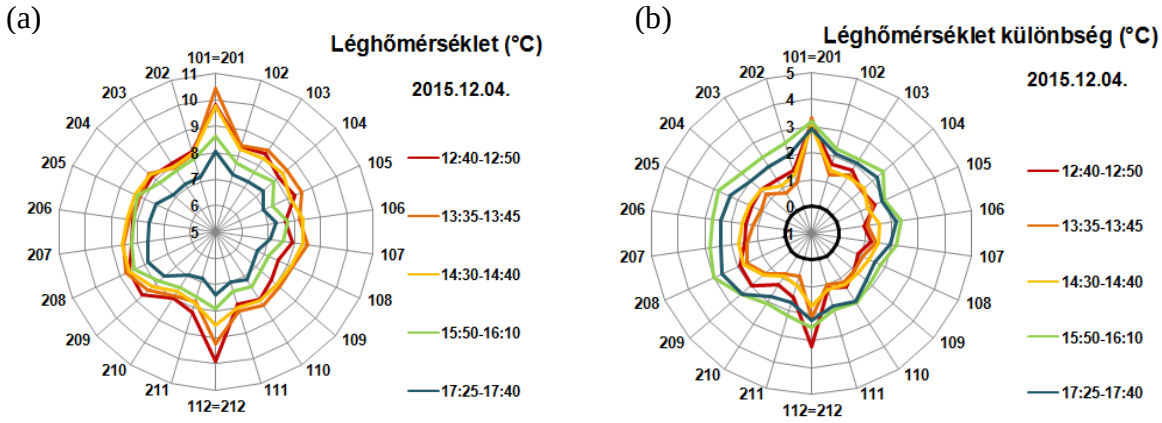
2015. október 9-e egy felhős, borult nap volt. A mért léghőmérséklet értékek, valamint azok pestszentlőrinci szinoptikus állomással vett különbsége látható az *1. ábrán*. Ezen a napon öt átlagos időszakot határoztunk meg a délután folyamán. A léghőmérsékletek különbségei esetén néhány kiemelkedően magas intenzitásértéket adó mérési pontot figyelhetünk meg (*1.b ábra*). Ezek közül a legmarkánsabb különbségek a 112=212-es mérési helyszínen, a Boráros téren jelentkeztek. Itt a különbség akár a 4 °C-ot is elérte a széles, mesterséges burkolatú felületek hatása miatt. Ezen kívül a kiindulási pont a Ferenc körútnál (101=201), a szűk Ráday utcában található 206-os mérési pont, valamint a 209-es helyszínen, a Csarnok téren is magas intenzitásokat detektáltunk. A Csarnok tér mellett helyezkedik el a Vásárcsarnok, mely

korábbi kutatásaink alapján (Dian et al., 2015) az átlagnál magasabb felszínhőmérséklettel rendelkezik, ennek a hatása érzékelhető a mérési pontunkon is. A legalacsonyabb intenzitások a Nehru parton (211) tapasztalhatók, mely egy nagyobb zöld park a Duna-parton.
A *2.a ábra* mutatja a mért relatív nedvesség értékeket. Jól látszik, hogy a hőmérséklethez képest ezek a görbék ellentétes alakulásúak. A Boráros tér és a Ferenc körút a legszárazabb, míg a Nehru part a legnedvesebb, különösen a kora esti időszakban. Az öt átlagos időszakra vonatkozóan a 22 mérési pont adatait átlagolva kapunk időszakonként egy-egy léghőmérséklet különbség és relatív nedvesség különbség értéket (*2.b ábra*). Látható, hogy Pestszentlőrinchez képest a déli és a kora esti órákban volt a legmelegebb és egyben legszárazabb a kerület ezen része.

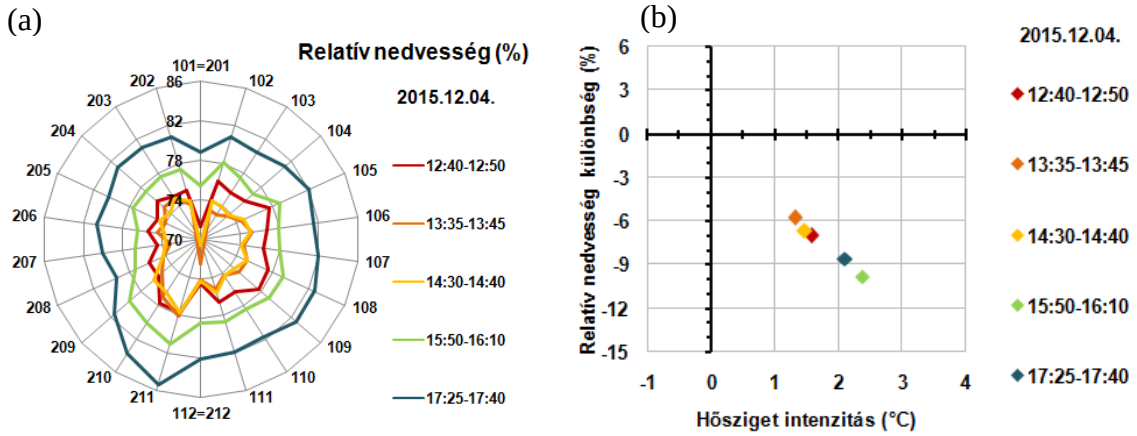


2. ábra: (a) A Ferencvárosban mért relatív nedvesség értékek, illetve (b) az átlagos időintervallumokban a 22 mérési pont átlagos hősziget-intenzitás és relatív nedvesség különbség értékei 2015. október 9-én

A második bemutatásra kerülő nap egy szintén borult időjárású nap, 2015. december 4-e. Ebben az esetben is az előzőekhez hasonló elrendezésben láthatók a kapott eredmények. Mind a léghőmérsékletek, mind pedig a hőmérsékletkülönbségek esetén megfigyelhetők a Boráros tér és a Ferenc körút kiugróan magas értékei (*3. ábra*). A hősziget-intenzitás akár több fokkal is meghaladta a többi mérőpont értékeit, és némelyik időszakban a 3 °C-ot is elérte. A mért relatív nedvességek alakulása az őszi naphoz hasonló képet mutat (*4.a ábra*). Az utolsó két átlagolt mérési időszakban egyértelműen megnövekedett a hősziget-intenzitás, továbbá nőtt a relatív nedvességek különbségének abszolút értéke is, miközben még inkább szárazabbá váltak Ferencváros vizsgált területei a XVIII. kerületi meteorológiai állomáshoz viszonyítva. Ezek a mérések már napnyugta után történtek, amikor a léghőmérsékletekből származtatott hősziget-intenzitás felveszi a maximumát (Oke, 1982).



3. ábra: (a) A Ferencvárosban mért léghőmérsékleti értékek, és (b) ezek különbsége a pestszentlőrinci állomás által mért hőmérsékletektől 2015. december 4-én (A napnyugta időpontja: 15:55)

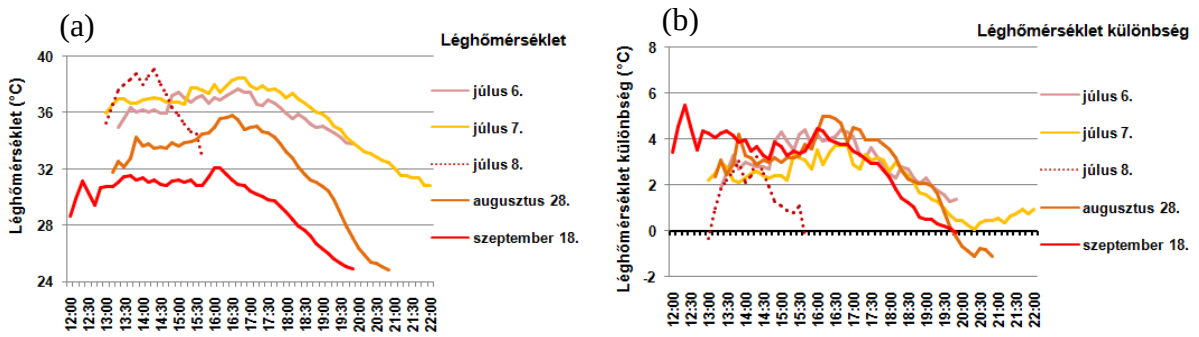


4. ábra: (a) A Ferencvárosban mért relatív nedvesség értékek, illetve (b) az átlagos időintervallumokban a 22 mérési pont átlagos hősziget-intenzitás és relatív nedvesség különbség értékei 2015. decber 4-én

A mozgó méréseken túlmenően napközben folyamatos mérés zajlott a 105-ös mérési ponton, a Ferenc téren *(5. ábra)*. A mért adatokat az adatgyűjtő percenként rögzíti, és ezeket a gyakorabban rendelkezésre álló értékeket a hasonló időbeli felbontás miatt a Lágymányoson lévő meteorológiai mérőállomás 10 perces léghőmérséklet és relatív nedvesség méréseivel hasonlítjuk össze.

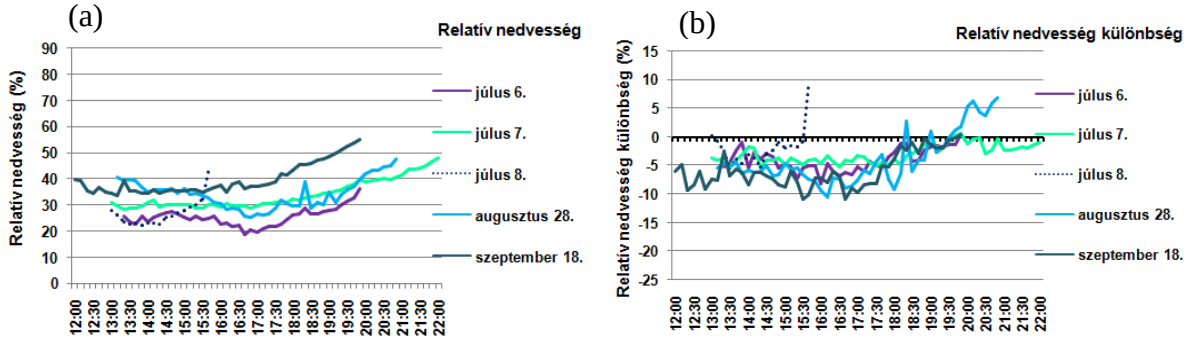
5. ábra: A folyamatos, egyhelyben történő mérés helyszíne, a Ferenc tér (105-ös mérési pont)

Az elemzések közül ebben a tanulmányban a 2015. nyári, illetve kora őszi mérési napok kerülnek bemutatásra (2015. július 6-8., augusztus 28., szeptember 18.). A *6.a ábrán* láthatók a mért hőmérsékletekből meghatározott napi menetek. Mind az öt napon anticiklonális helyzet alakította az időjárást, júliusban a 40 °C-ot is megközelítő hőmérsékleteket mértünk és este 22 órára sem csökkent 30 °C alá a levegő hőmérséklete. Napközben még szeptemberben is 30 °C-nál melegebb volt. A szaggatott vonallal jelölt július 8-ai mérési napon az anticiklont feloszlató szupercella érkezése miatt fel kellett függeszteni a mérést, de még így is jól látható a front érkezését jelző drasztikus hőmérséklet-csökkenés. A *6.b ábrán* a Lágymányostól vett hőmérséklet különbségek alakulását tüntettük fel. Napközben mindegyik napon 2-5 °C között alakultak a különbségek, majd a délutáni csökkenés után a napnyugtát követően újra elkezdett növekedni a hőmérséklet-különbség.



6. ábra: (a) A meleg időszakban mért léghőmérsékletek a Ferenc téren és (b) a léghőmérséklet különbségek a lágymányosi városklíma állomáshoz viszonyítva

A Ferenc téren mért relatív nedvességek menete a *7.a ábrán* hasonlítható össze. Minden nyári mérési napon 20% és 60% között mozgott a relatív nedvesség értéke, s növekedés az esti órákban figyelhető meg. A *6.b ábrán* a Lágymányoson mért értéktől való eltérés látható. A negatív értékek azt jelentik, hogy a Ferenc tér szárazabb, mint Lágymányos, ez napközben kb. 3-10%-os eltérést jelentett. Este azonban csökkent a különbség, sőt, augusztus 28-án este pozitív relatív nedvesség különbségeket detektáltunk, így ekkor a Ferenc téren volt nagyobb a relatív nedvesség. Pozitív különbségek ezen kívül csak a front érkezésekor adódtak.



7. ábra: (a) A meleg időszakban mért relatív nedvességek a Ferenc téren és (b) a relatív nedvesség különbségek a lágymányosi városklíma állomáshoz viszonyítva

Összefoglalás

A városklimatológiai kutatások egyik jelentős célterülete a városi hősziget-jelenség. E tanulmányban Budapest egyik belvárosi kerületében, a Ferencvárosban végzett helyszíni léghőmérséklet és relatív nedvesség méréseinkből származó adatok alapján vizsgáljuk ezt a kérdést. Az immár egy éve tartó mérési program során az előre meghatározott, rögzített útvonalon összesen 22 pontban végeztünk méréseket, valamint a Ferenc téren (ahol több a zöld növényzet) folyamatos mérés zajlott. A kijelölt mérési pontok között találhatók mesterséges burkolatú nagyobb terek, szűk utcák és zöld közparkok is. Eddigi eredményeink alapján megállapítható, hogy a vizsgált területen a felújított, zöldesített mérési pontokon alacsonyabb hősziget-intenzitás volt tapasztalható, míg a legmagasabb intenzitások a nagy forgalmú, betonozott Boráros téren, a többsávos Ferenc körút mellett, illetve a Vásárcsarnok épülete mögött fordult elő.

Eredményeinkkel tehát egyértelműen alátámasztható, hogy a városmegújítások nem csak a lakosság közérzetét befolyásolják pozitív irányba, hanem a lokális éghajlati viszonyokra is kedvező hatással vannak.

Köszönetnyilvánítás
Köszönet illeti az ELTE meteorológus szakos MSc és földtudományi szakos BSc hallgatóit, akik részt vettek a mérések elvégzésében. A Ferencvárosi felújításokkal kapcsolatos részletes információkhoz Budapest Főváros IX. kerület Önkormányzat Főépítészi Csoportjának közreműködésével jutottunk hozzá. A kutatásokat támogatta az AGÁRKLIMA2 (VKSZ_12-1-2013-0034) és az OTKA K-109109 számú projekt, valamint az MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíja.

Felhasznált irodalom

1. Bottyán Zs., Kircsi A., Szegedi S., Unger J. 2005. The relationship between built-up areas and the spatial development of the mean maximum urban heat island in Debrecen, Hungary – International Journal of Climatology, 25, pp. 405-418.
2. Ferencvárosi Önkormányzat 2010: Budapest Ferencváros Rehabilitáció – Ferencvárosi Önkormányzat, Budapest, 80p.
3. Dezső Zs., Bartholy J., Pongrácz R., Lelovics E. 2012: Városi hősziget vizsgálatok műholdas és állomási mérések alapján – Légkör, 57, pp. 170-173.
4. Dian Cs. 2015: Felszínhőmérsékleti változások elemzése Budapest IX. kerületére – BSc szakdolgozat. Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest, 49p.
5. Dian Cs., Dezső Zs., Pongrácz R., Bartholy J. 2015a: Budapest Ferencváros épület- és közterület felújításainak hatása a hőmérsékleti viszonyokra. In: XIV. Természet-, Műszaki- és Gazdaságtudományok Alkalmazása Nemzetközi Konferencia (14th International Conference on Applications of Natural, Technological and Economic Sciences): Előadások – Presentations. (szerk: Mesterházy B.) Nyugat-magyarországi Egyetem, Szombathely. CD ROM pp. 198-204.
6. Dian Cs., Pongrácz R., Dezső Zs., Bartholy J. 2015b: Városklimatológiai mérési expedíció Budapest IX. kerületében. In: Aktuális kutatások az ELTE Meteorológiai Tanszékén. Jubileumi kötet - 70 éves az ELTE Meteorológiai Tanszéke. (szerk: Pongrácz R., Mészáros R., Kis A.) Egyetemi Meteorológiai Füzetek, No. 26., pp. 15-21. Online elérhető: http://nimbus.elte.hu/oktatas/metfuzet/EMF026/PDF/02-Dian-etal.pdf
7. Oke, T.R 1973: City size and the urban heat island – Atmospheric Environment, 7, pp. 769-779
8. Oke, T.R. 1982: The energetic basis of the urban heat island – Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 108, pp. 1-24.
9. Pongrácz R., Bartholy J., Dezső Zs. 2010: Application of remotely sensed thermal information to urban climatology of Central European cities – Physics and Chemistry of the Earth, 35, pp. 95-99.
10. Probáld F. 2014: The urban climate of Budapest: past, present and future – Hungarian Geographical Bulletin, 63 (1), pp. 69–79.
11. Unger J. 2004: Intra-urban relationship between surface geometry and urban heat island: review and new approach – Climate Research, 27, pp. 253-264.

GÖRÖGORSZÁG MAKROSZINOPTIKUS HELYZETEI

Klicasz Szpirosz

Budapest, X. kerületi Zrínyi Miklós Gimnázium, 1108 Budapest, Mádi u. 173.
e-mail: zmg@zmg.hu

Tanulmányomban Görögország makroszinoptikus helyzeteinek tipizálását készítettem el (Péczely György által meghatározott típusok alapján).
Meghatároztam 16 makroszinoptikus helyzetet, amelyben 8 ciklonális helyzetet és 8 anticiklonális helyzetet rögzítettem. Megadtam a típusok kódját, jelölését és elnevezését is. Húsz év (1961-1980) napi szinoptikus térképe alapján rögzítettem a felsorolt makroszinoptikus helyzetek gyakoriságát, fennállásuk maximális tartamát. Megfigyeltem a frontok átlagos gyakoriságát, és a %-os gyakoriságát Görögország területén. A későbbiekben szeretném további 20 évre (1981-2000) elvégezni Görögország makroszinoptikus helyzeteinek tipizálását (MCe, MCg, MCh, EC, CNW, CN, CNE, DSE, ANW, AN, ANE, AE, AW, ASW, AS, A).

Bevezetés

A légtömegek nagytérségű áthelyeződésének különböző fázisai a légnyomási mező kialakulásának jellegzetes típusaihoz kötődnek. A légnyomási mező nagyobb terület fölött több napon át fennálló formai típusait makroszinoptikus helyzeteknek nevezzük Ezeket különböző méretű térségekre értelmezhetjük. Így beszélhetünk hemiszférikus, illetve kontinentális léptékű makroszinoptikus helyzetekről, a tipizálás finomításával azonban még kisebb térségek (pl. Közép-Európa, Magyarország stb.) jellemző makroszinoptikus helyzeteit is értelmezhetjük.

A makroszinoptikus tipizálás rövid története

A makroszinoptikus tipizálás a nagytérségű légköri folyamatok tanulmányozásával századunk első évtizedeiben vette kezdetét, s számos felosztás készült. Kezdetben a tipizálások célja kizárólagosan prognosztikai volt, s a levont következtetéseket az időjárás rövid – és hosszabbtávú előrejelzésénél igyekeztek hasznosítani. Később azonban nyilvánvalóvá vált, hogy az elemző éghajlatleírás és éghajlatkutatás sem nélkülözheti ezeket a vizsgálatokat. Az éghajlati jelenségek – elsősorban a mérsékelt övben – szorosan összefüggenek cirkulációs tényezőkkel, s egy-egy táj éghajlati sajátosságainak magyarázása szükségessé teszi a nagytérségű időjárási folyamatok hatásának konkrét körzetre vonatkozó tanulmányozását.
Nyilvánvaló, hogy egy-egy kisebb körzet esetén nem elegendőek azok az általános tipizálások, amelyek pl. az északi félgömb cirkulációs folyamatainak leírására szolgálnak. A tipizálás kisebb körzetek (pl. Közép-Európa) esetén finomítani kell, és speciális folyamatokat is figyelembe kell venni. Ezt a célt szolgálta pl. Hess és Brezowsky közép-európai szinoptikus felosztása, amely elsősorban Németország, Svájc és Ausztria területére alkalmazható. A Péczely - féle típusok ugyancsak kisebb területre, a Kárpát-medencére érvényesek. Napjainkig már számos ország kutatói elvégezték a területük fölötti cirkulációs folyamatok tipizálását. Az eddigi tipizálások túlnyomóan az adott makroszinoptikus formációk szubjektív osztályba sorolását jelentették. Ma már azonban előállítanak légcirkulációs típusokat objektív, egzakt kategóriák alapján is. Ilyen pl. az atlanti-európai térségre vonatkozó, clusteranalízissel készült Ambrózy-Bartholy-Gulyás – féle makroszinoptikus tipizáció. Mivel Görögország éghajlatá-

nak elemzésével kívánunk foglalkozni, célul tűztük ki, hogy az adott térség makroszinoptikus helyzeteinek tipizálását elkészítsük.

Görögországra jellemző makroszinoptikus típusok

Görögország a Balkán-félsziget legdélebbi részén helyezkedik el, rendkívül tagolt partvidékkel és igen változatos domborzattal. Az országban északnyugat-délkeleti irányban húzódik a Pindosz-hegység vonulata. Kiemelkedő tagjai között meg kell említeni az Olymposz - hegységet (2911 m) és az ezer méterrel alacsonyabb Kiszavosz-hegységet (Ossza, 1978 m). Az országban síkságokat, alföldeket a tengerpart környékén és a Thesszáliai-medencében találhatunk. Ez a medence szélsőséges évi hőmérsékletjárásáról nevezetes, mivel a legmagasabb hőmérséklet nyáron itt a 40 °C -ot is meghaladja, télen viszont a minimum -10 °C alá száll. Az ország majdnem teljes egésze a meleg nyarú mediterrán éghajlathoz tartozik, s éghajlatát legnagyobb mértékben a Földközi-tenger fölött lezajló időjárási események befolyásolják. A nagytérségű légnyomási mező, a légáramlás, az időjárási képződmények és a hozzájuk csatlakozó időjárási frontok alapján Görögországra 16 jellemző makroszinoptikus helyzetet különítettünk el. A helyzetek közül 8 ciklonális jellegű, (az ország ekkor ciklonok áramrendszerében fekszik; a tengerszinti légnyomás 1015 hPa-nál alacsonyabb az ország területén és 8 anticiklonális jellegű (az ország ekkor anticiklonok áramrendszerében fekszik, s a tengerszinti légnyomás 1015 hPa-nál magasabb az ország területén.)

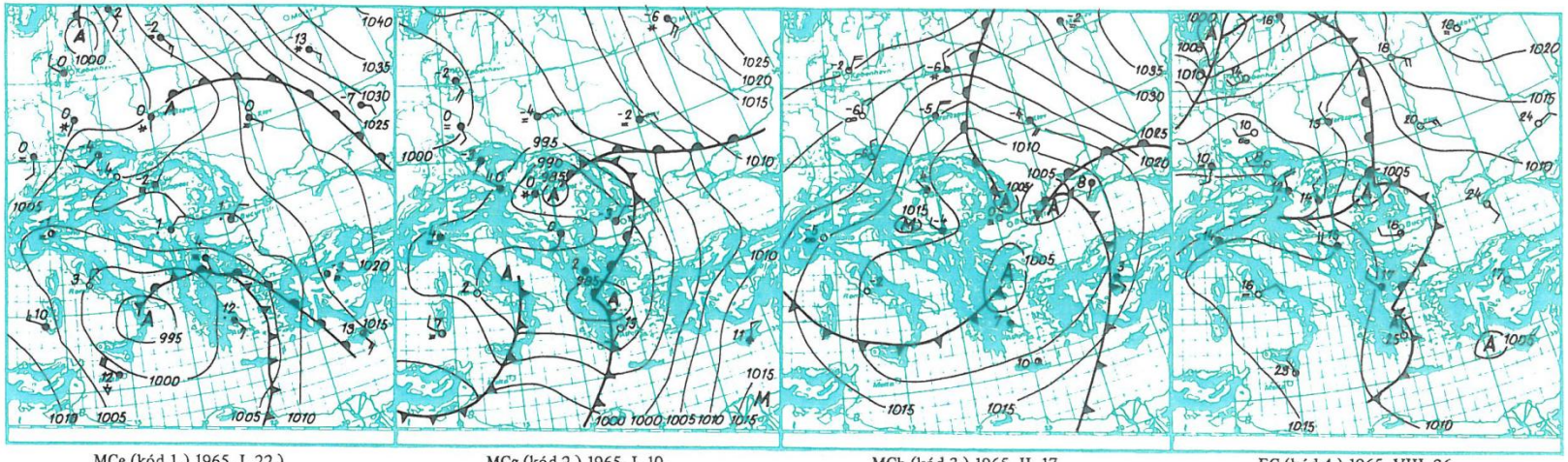
A típusok (1. a, b) ábra kódja, jelölése és elnevezése a következő:

Ciklonális típusok:

Kód	Jelölés	Elnevezés
1	MCe	mediterrán ciklon előoldali áramlásrendszere
2	MCg	mediterrán ciklon Görögország fölött
3	MCh	mediterrán ciklon hátoldali áramlásrendszere
4	ÉC	Égei-tenger fölött elhelyezkedő ciklon
5	CNW	ciklon Görögországtól észak-nyugatra
6	CN	ciklon Görögországtól északra
7	CNE	ciklon Görögországtól észak-keletre
8	DSE	alacsony nyomású terület délkeletre a Földközi-tenger keleti medencéje fölött

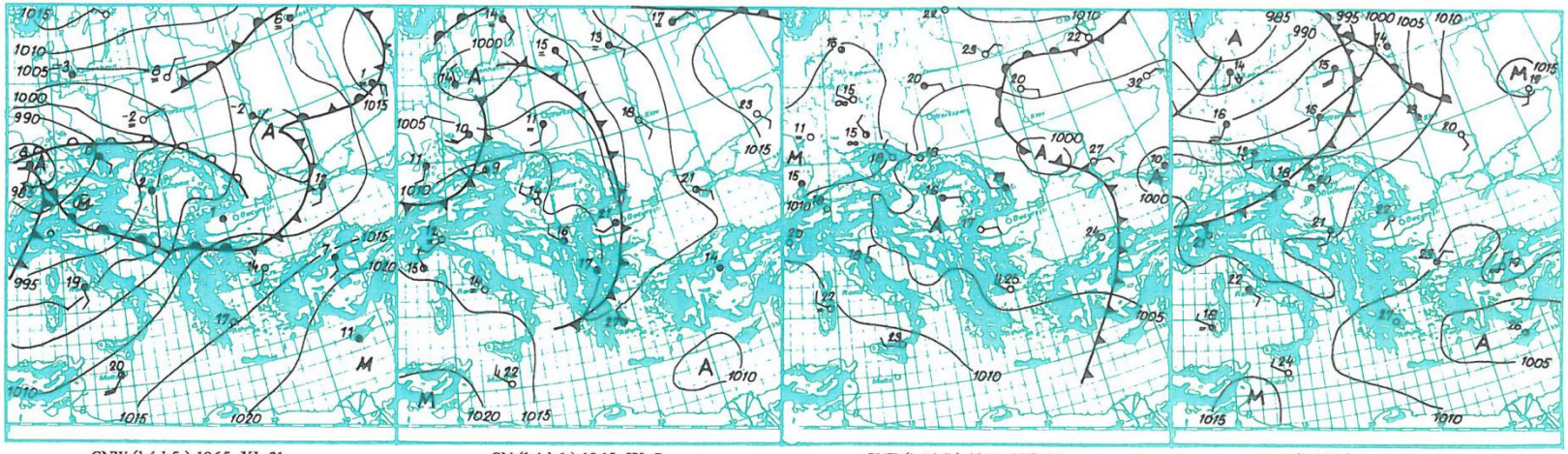
Anticiklonális típusok:

9	ANW	anticiklon Görögországtól észak-nyugatra
10	AN	anticiklon Görögországtól északra
11	ANE	anticiklon Görögországtól észak-keletre
12	AE	anticiklon Görögországtól keletre
13	AW	anticiklon Görögországtól nyugatra
14	ASW	anticiklon Görögországtól dél-nyugatra
15	AS	anticiklon Görögországtól délre
16	A	anticiklon Görögország fölött



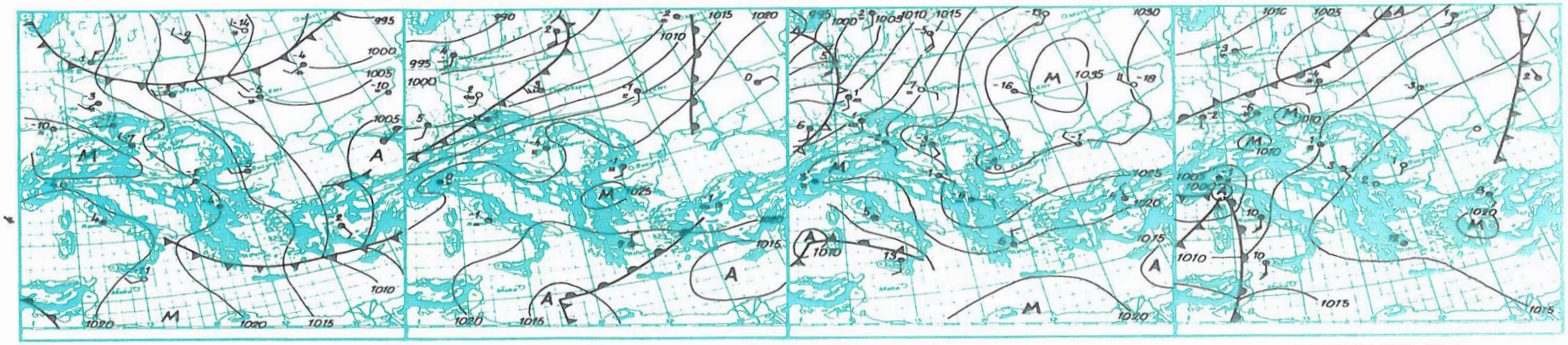
MCe (kód 1.) 1965. I. 22.) MCg (kód 2.) 1965. I. 10. MCh (kód 3.) 1965. II. 17. EC (kód 4.) 1965. VIII. 26.

1. MCe = mediterrán ciklon előoldali áramrendszere, 2. MCg = mediterrán ciklon Görögország fölött, 3. MCh = mediterrán ciklon hátoldali áramrendszere, 4. ÉC = égei-tengeri ciklon (a ciklon az Égei-tenger fölött képződött



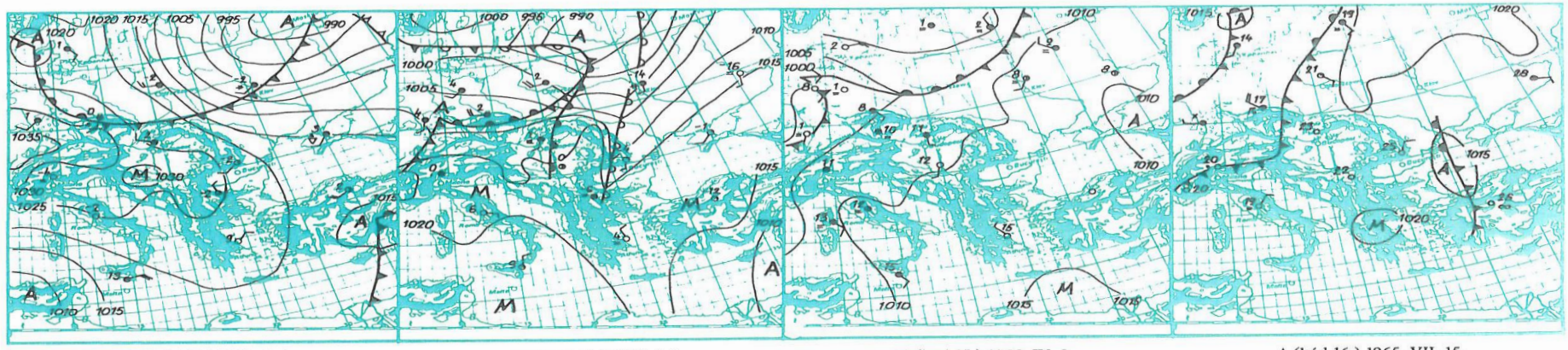
CNW (kód 5.) 1965. XI. 21. CN (kód 6.) 1965. IX. 7. CNE (kód 7.) 1966. VII. 24. DSE (kód 8.) 1965. VII. 30.

5. CNW = ciklon Görögországtól északnyugatra, 6. CN = ciklon Görögországtól északra, 7. CNE = ciklon Görögországtól északkeletre, 8. DSE = alacsony nyomású terület



ANW (kód 9.) 1965. II. 22. AN (kód 10.) 1965. I. 1. ANE (kód 11.) 1965. I. 13. AE (kód 12.) 1965. III. 5.

9. ANW = anticiklon Görögországtól északnyugatra, 10. AN = anticiklon Görögországtól északra, 11. ANE = anticiklon Görögországtól északkeletre, 12. AE = anticiklon Görögországtól keletre



AW (kód 13.) 1965. I. 6. ASW (kód 14.) 1965. I. 9. AS (kód 15.) 1966. IV. 9. A (kód 16.) 1965. VII. 15.

13. AW = anticiklon Görögországtól nyugatra, 14. ASW = anticiklon Görögországtól délnyugatra, 15. AS = anticiklon Görögországtól délre, 16. A = anticiklon Görögország fölött

1.b. ábra: Anticiklonális helyzetek

Az országra nézve a legspeciálisabb helyzetek az ÉC (Égei-tengeri ciklon) és a DSE (depressziós terület Görögországtól délkeletre. Előbbi egy az országtól északra elvonuló ciklon hidegfrontján keletkezik az Égei-tenger fölött, hasonlóan, mint a Genovai-öböl térségébe behatoló hideg légtömegek, amelyek az Alpokat megkerülve okozzák a Genovai ciklont. A DSE típus a tartósan száraz, meleg, enyhén szeles nyári időjárás előidézője. Az a depressziós terület, amely nyáron az ország délkeleti peremén fekszik, voltaképpen a délnyugat-ázsiai nyári termikus depresszió nyúlványa, amely a felhevülő Arábiai-félsziget északi részén át egészen a Földközi-tenger térségéig kiterjed, és heteken át meghatározója Görögország időjárásának.

A felsorolt makroszinoptikus helyzetek gyakoriságát 20 év (1961-1980) napi szinoptikus térképei alapján rögzítettük. Az egyes helyzetek havi százalékos relatív gyakoriságai alapján megállapítottuk, hogy azok legtöbbjének évi menete van. Meghatároztuk a helyzetek egymás utáni fennmaradásának (ismétlődésének) átlagos tartamát (I. táblázat). Egyik hónapból a másikba átnyúló szakasz esetén az ismétlődést a kezdő hónaphoz rendeltük. Legnagyobb (2-4 nap körüli), az átlagos fennmaradása a 8. helyzetnek (DSE) május – szeptember között, valamint a 11. helyzetnek (ANE), mely – a nyár és december kivételével - ha föllép, 2-3 napig fennmarad. Az ismétlődések fennállásának maximális tartamát a II. táblázat adja meg. Egyik hónapból a másikba átnyúló szakasz esetén az ismétlődést a kezdő hónaphoz rendeltük. Legtovább marad fönn az összes közül a 8. helyzet (DSE) nyáron; a 9. (ANW) és a 10. (AN) helyzet nagyjából az egész év folyamán; a 11. helyzet (ANE) az átmeneti évszakokban, továbbá a 12. helyzet (AE) novemberben, s a 16. helyzet (A) októberben.

I. táblázat
Makroszinoptikus helyzetek átlagos fennmaradása (nap)

Kód	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
1	1,6	1,6	1,6	1,4	1.4	1,1	1,4	1,3	1,6	1,6	1,9	1,9
2	1,0,	1,2	1,3	1,0	1,0	1,0	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0
3	1,4	1,2	1,1	1,3	1,2	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	1,2
4	1,7	1,0	1,2	1,1	1,1	1,2	1,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
5	2,2	2,0	1,4	1,7	1,3	1,3	1,3	1,6	1,0	1,3	1,8	1,9
6	1,5	1,2	1,3	1,2	2,0	1,2	1,0	1,6	1,0	1,0	1,7	1,6
7	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	2,4	1,2	1,9	1,0	1,3	1,3
8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	3,5	3,6	3,0	2,0	0,0	0,0	0,0
9	1,8	2,5	2,2	1,9	2,0	1,8	1,8	1,8	2,2	2,2	1,8	2,2
10	1,9	2,2	1,8	1,7	1,9	1,9	1,9	1,9	2,7	2,4	1,6	1,7
11	2,4	2,5	2,2	2,6	2,8	1,7	1,6	1,5	2,6	2,4	2,1	1,7
12	1,7	1,8	1,9	1,6	1,6	0,0	1,0	1,0	1,0	1,3	2,3	1,8
13	1,4	1,0	1,3	1,3	1,7	1,0	0,0	2,0	1,3	4,0	1,5	1,0
14	2,0	1,0	1,3	1,4	1,0	2,0	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	2,0
15	1,0	2,5	1,3	1,3	1,5	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	1,0	1,0
16	1,0	1,1	1,0	1,3	1,4	1,3	2,3	0,0	1,5	2,4	1,2	1,0

II. táblázat
Makroszinoptikus helyzetek fennállásának maximális tartama (nap)

Kód	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
1	4	3	4	3	3	2	2	2	4	5	5	5
2	1	2	2	1	1	1	0	0	1	1	1	1
3	3	3	2	2	2	1	0	0	0	1	1	2
4	3	1	2	2	2	2	3	1	1	1	2	1
5	3	4	3	4	3	2	2	3	1	2	3	4
6	2	2	3	2	3	3	1	4	1	1	4	3
7	1	2	2	3	3	5	4	2	3	1	2	2
8	0	0	0	0	2	7	12	9	4	0	0	0
9	6	10	7	4	7	7	5	5	6	6	6	7
10	10	8	6	7	4	9	6	6	10	9	4	5
11	4	6	7	7	6	5	3	4	8	8	5	5
12	3	4	4	3	3	0	1	1	1	2	8	4
13	3	1	2	2	2	1	0	2	2	4	2	1
14	2	1	2	2	1	2	1	0	0	0	1	2
15	1	4	2	2	2	0	0	0	2	0	1	1
16	1	2	1	2	2	2	3	0	3	7	2	1

A makroszinoptikus helyzetek leggyakoribb átmeneteinek valószínűségét a III. táblázat mutatja. A táblázat havi bontásban közli, hogy egy adott makroszinoptikus helyzetet követő három leggyakoribb átmenetnek – melyek egyike lehet maga az adott helyzet is – mekkora a valószínűsége. Azok a helyzetek tartalmazzák a legtöbb prognosztikai információt, melyeknél ez a valószínűség a legnagyobb. Az elemzés szerint ezek sorrendben a 4., 2., 16. és a 7. kódszámú helyzetek, míg a jövőbeli (rákövetkező napi) állapotra vonatkozó legkevesebb információt a 8. (ez csupán azért, mert mindössze május-szeptember között fordul elő), 11., 10. és 9. kódszámú helyzetek tartalmazzák (a III. táblázat átlag sora). Ez legnagyobb decemberben, novemberben és januárban; míg a legkisebb augusztusban és júliusban.

A ciklonális helyzetek és ezeken belül is a mediterrán területeken kialakuló ciklonok relatív gyakorisága legnagyobb november és április között (IV. táblázat). Így pl. decemberben és januárban a mediterrán és Égei-tengeri ciklonhelyzetek mintegy 40 %-os relatív gyakorisággal (kb. minden 2. vagy 3. napon) fordulnak elő. A nyár derekának, végének legtipikusabb helyzete a DSE (relatív gyakorisága 35-40 %).

III. táblázat
A három legvalószínűbb átmenet valószínűsége (%)

Kód	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	átlag
1	43	49	42	47	36	61	66	80	44	42	31	37	48,2
2	72	84	80	75	100	100	0	0	100	100	100	89	75.0
3	55	59	52	50	61	72	0	0	0	80	88	62	48.3
4	51	100	54	70	63	71	67	76	100	100	81	80	76.1
5	43	50	62	35	56	55	75	40	50	67	42	41	51.3
6	51	61	70	60	25	59	42	56	60	100	36	31	54.3
7	67	80	50	38	43	47	42	69	46	100	75	55	59.3
8	0	0	0	0	44	22	21	24	30	0	0	0	11.8
9	53	26	27	41	36	46	53	48	40	39	51	43	41.9
10	39	30	41	46	36	37	55	43	32	33	48	58	41.5
11	36	28	31	28	21	38	57	51	19	35	39	50	36.1
12	50	33	25	35	51	0	100	100	100	75	24	39	52.7
13	67	42	75	75	40	100	0	50	75	0	51	100	56.3
14	50	100	75	72	100	50	100	0	0	0	100	50	58.1
15	100	40	75	66	66	0	0	0	50	0	75	100	47.7
16	100	63	84	59	57	66	42	0	59	30	66	100	60.5
átlag	54,8	52,8	52,7	49,8	52,2	51,5	45,0	39,8	50,3	50,1	56,7	58,4	

IV. táblázat
Az MCe, MCg, MCh, és ÉC helyzetek (1,2,3,4 helyzet) havonkénti %-os relatív gyakorisága

JANUÁR	34,0 %
FEBRUÁR	28,8 %
MÁRCIUS	32,1 %
ÁPRILIS	20,6 %
MÁJUS	19,6 %
JÚNIUS	9,1 %
JÚLIUS	2,8 %
AUGUSZTUS	4,1 %
SZEPTEMBER	6,9 %
OKTÓBER	14,3 %
NOVEMBER	23,6 %
DECEMBER	42,4 %

Nagyon jellemző hónapról-hónapra a leggyakoribb két helyzet alakulása Az V. táblázatban a két leggyakoribb helyzet neve mellett azok összegzett Havi relatív gyakoriságát is megadjuk (százalékban). A legegységesebb képet június és október között kapjuk, amikor a két leggyakoribb helyzet összegzett relatív gyakorisága 40-58% között mozog. A DSE helyzet uralkodó jellege a nyári hónapok közül csupán augusztusban karakterisztikus. Továbbá majd nem minden hónapban jelentős gyakorisággal jelentkezik az AN és ANE helyzet. A mediterrán ciklonális helyzetek november és április közötti jelentős gyakoriságával függ

össze Görögország csapadékjárásának az a sajátossága, - ami a mediterrán klíma alapvető jellemzője -, hogy a legtöbb csapadék az itt jelölt időszakban esik.

V. táblázat
A havonkénti leggyakoribb makroszinoptikus helyzetek

Január	AN, MCe	45,4 %
Február	AN, MCe	37,4 %
Március	MCe, AN	32,5 %
Április	ANE, AN	34,3 %
Május	ANE, AN	34,1 %
Június	AN, ANW	40,9 %
Július	ANW, AN	40,5 %
Augusztus	DSE, AN	58,0 %
Szeptember	AN, ANE	52,2 %
Október	AN, ANE	57,6 %
November	ANE, MCe	35,6 %
December	MCe, AN	44,4 %

Adataink alapján rögzítettük a Görögország területét érintő markáns meleg- és hidegfrontok, valamint az összes front havi átlagos gyakoriságát (VI. táblázat), illetve százalékos relatív gyakoriságát (VII. táblázat). Ezek világosan mutatják – ami egyébként várható is –, hogy az időjárási frontok gyakorisága párhuzamosan alakul a ciklonális, makroszinoptikus helyzetek gyakoriságával. A legnagyobb gyakoriságra november és április között számíthatunk. Ezen belül a legtöbb front decemberben és januárban fordul elő. E két hónapban a frontok relatív gyakorisága 42 – 46 % között váltakozik, ami azt jelenti, hogy e téli hónapokban minden 2. vagy 3. napon érinti egy-egy front Görögország területét. Júliusban és augusztusban tapasztalható a legkevesebb front; ekkor 16 – 17% a relatív gyakoriságuk. A frontok gyakoriságának fent említett évi menete összhangban van a csapadék évi menetével is.

VI. táblázat
Időjárási frontok átlagos gyakorisága (nap)

Hó	**Meleg**	**Hideg**	**Összesen**
Január	7,0	7,3	14,3
Február	4,5	5,5	10,0
Március	5,2	6,1	11,3
Április	3,7	5,6	9,3
Május	3,4	5,4	8,8
Június	1,2	5,5	6,7
Július	0,5	4,6	5,1
Augusztus	0,8	4,4	5,2
Szeptember	1,6	4,1	5,7
Október	2,9	3,3	6,2
November	3,7	6,0	9,7
December	7,4	5,8	13,2

VII. táblázat
Frontok százalékos relatív gyakorisága Görögország területén

Hó	Hideg	Meleg	Összesen
Január	23,6	22,6	46,2
Február	19,5	16,0	35,5
Március	19,7	16,8	36,5
Április	18,7	12,3	31,0
Május	17,4	11,0	28,4
Június	18,3	4,0	22,3
Július	14,8	1,6	16,4
Augusztus	14,2	2,6	16,8
Szeptember	13,7	5,3	19,0
Október	10,7	9,4	20,1
November	20,0	12,3	32,3
December	18,7	23,9	42,6

Megvizsgáltuk Athén 06 GMT-re vonatkozó hőmérsékletét makroszinoptikus helyzetek szerint és kiszámítottuk minden hónapra az átlagokat (VIII. táblázat). Az ötnél kevesebb adatból képzett átlagokat zárójelbe tettük, mivel ezeknek nincs kellő statisztikai értékük. Megjelöltük továbbá a legalacsonyabb és legmagasabb értékeket is. Megállapítottuk, hogy az év túlnyomó részében, de főleg az őszi és téli időszakban a legmagasabb hőmérsékletek mediterrán ciklonok fennállásakor (MCg, MCe) fordulnak elő, valamint a CN helyzet esetén, amikor az áramlás déli irányú. szembetűnő a délkeleti depressziós helyzet (DSE) esetén fennálló viszonylag magas hőmérséklet a nyár derekán és ősz elején. A legalacsonyabb hőmérséklet az év túlnyomó részében olyankor tapasztalható, amikor az anticiklon Görögországtól északra helyezkedik el. (AN) típus. Ekkor az északi – északkeleti áramlás hideg légtömegeket szállít Görögország térségébe. ANW helyzet fennállása esetén viszont nyugat-északnyugat felől érkező anticiklonok szállítanak hideg légtömegeket az ország fölé. (IX. táblázat)

VIII. táblázat
Görögország makroszinoptikus helyzeteihez tartozó átlaghőmérsékletek (°C)

Kód	**I.**	**II.**	**III.**	**IV.**	**V.**	**VI.**	**VII.**	**VIII.**	**IX.**	**X.**	**XI.**	**XII.**
1	11,0	11,2	12,1	14,5	19,1	22,0	(23,3)	23,3	23,1	17,4	16,9	13,1
2	12,6	12,3	13,0	15,8	16,8	(21,0)	-	-	(21,0)	(21,5)	(18,0)	13,3
3	8,3	7,9	18,9	14,4	16,5	21,9	-	-	-	(20,0)	15,1	11,2
4	7,8	9,2	11,1	13,5	17,5	23,1	26,6	24,3	23,3	(20,0)	15,4	11,3
5	12,4	11,3	12,3	15,4	19,3	22,7	(24,0)	27,3	(23,5)	19,9	16,6	12,6
6	11,7	11,4	12,6	14,6	16,2	22,2	24,7	25,4	(24,3)	(20,0)	17,7	13,2
7	11,0	9,1	108,	14,7	17,2	21,0	23,3	24,0	21,5	20,0	(12,0)	12,1
8	-	-	-	-	18,3	24,3	25,9	25,7	22,4	-	-	-
9	6,3	7,0	9,7	13,4	18,2	22,2	25,1	24,8	22,5	16,6	12,9	7,9
10	8,0	7,5	8,5	14,0	19,7	22,8	25,1	25,1	21,2	19,3	12,2	9,2
11	7,8	8,1	10,0	14,8	18,8	23,3	25,5	25,4	21,6	19,3	14,8	8,8
12	11,0	11,2	11,9	15,4	17,3	-	-	(27,0)	(23,0)	21,0	15,0	11,4
13	8,0	8,6	12,0	15,0	18,4	21,0	-	(27,0)	24,3	-	13,6	(12,0)
14	8,3	4,5	11,0	12,2	17,0	(26,0)	(21,0)	-	-	-	-	(3,5)
15	6,5	12,0	9,8	14,6	(18,0)	-	-	-	(21,0)	-	16,3	(8,5)
16	4,0	8,0	8,3	12,8	18,1	24,0	25,0	-	22,2	14,1	12,8	(10,0)
Átlag	**8,9**	**9,4**	**10,9**	**14,3**	**18,0**	**22,7**	**24,9**	**25,4**	**22,4**	**18,0**	**14,9**	**10,6**

Megjegyzés: ( ) = 5 adatnál kevesebb – = nincs adat

IX. táblázat
A makroszinoptikus helyzetek átlaghőmérsékletének eltérése a havi átlaghőmérséklettől (°C)

Kód	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
1	2,3	2,3	1,6	0,1	0,7	-0,9	*	-1,9	2,0	-0,1	2,2	2,2
2	3,9	3,4	2,5	1,4	-1,6	*	-	-	*	*	*	2,4
3	-0,4	-1,0	0,3	0,0	-1,9	-1,0	-	-	-	*	0,4	0,3
4	-0,9	0,3	0,6	-0,9	-0,9	0,2	1,1	-0,9	1,2	*	0,7	0,4
5	3,7	2,4	1,8	1,0	0,9	-0,2	*	2,1	*	2,4	1,9	1,7
6	3,0	2,5	2,1	0,2	-2,2	-0,4	-0,8	0,2	*	*	3,0	2,3
7	2,3	0,2	0,3	0,3	-1,2	-1,9	-2,2	-1,2	-0,6	*	*	1,2
8	-	-	-	-	-0,1	1,4	0,4	1,5	0,3	-	-	-
9	-2,4	-1,9	-0,8	-1,0	-0,2	-0,7	-0,4	-0,4	0,4	-0,9	-1,8	-3,0
10	-0,7	-1,4	-2,0	-0,4	1,3	-0,1	-0,4	-0,1	-0,9	1,8	-2,5	-1,7
11	-0,9	-0,8	-0,5	0,4	0,4	0,4	0,0	0,2	-0,5	1,8	0,1	-2,1
12	2,3	2,3	1,4	1,0	-1,1	-	-	*	*	3,5	0,3	0,5
13	-0,7	-0,3	1,5	0,6	0,0	-1,9	-	*	2,1	-	-0,9	*
14	-0,4	*	0,5	-2,2	-1,4	*	*	-	-	-	-	*
15	*	3,1	-0,7	0,2	*	-	-	-	*	-	1,6	*
16	*	-0,9	-2,2	-1,6	0,7	1,1	-0,5	-	0,1	-3,4	1,9	*

Összegzés

A rendelkezésemre álló szakirodalom alapján létrehozott makroszinoptikus tipizálás logikai rendszerét a Hess-Brezowsky, Péczely-féle tipizálásokból kialakított rendszerekből tekinthetjük. A tipizálás jogosultságát és hitelességét 1961-80 között készítettem el. A közölt táblázatok részben a gyakoriságokat, részbe a megmaradási hajlamot mutatják be. A frontgyakoriságok és a napi átlaghőmérsékletei vizsgálatával azt kívántam eldönteni, hogy a kialakított tipizálás jól elkülöníti-e az eltérő időjárási hatásokat. Feldolgozásomban 20 évre vonatkozóan és nem minden paraméterre kiterjedően, de megnyugtató választ kaptam a tipizálás használhatóságát illetően. A tapasztalatok birtokában a jövőben hosszabb idősorral (1980-2010) kívánom elkészíteni a katalógust.

Felhasznált irodalom

Hess, P., Brezowsky, H. (1977): Katalog der Grosswetterlagen Europos

Károssy Cs. (2016): A Kárpát-medence Péczely –féle makroszinoptikus időjáráshelyzetének katalógusa

Károssy Cs. (1976): A napi hőmérsékleti szélsőértékek gyakorisági eloszlásai különböző makroszinoptikus helyzetekben Kecskeméten. JGYTKF Tud. Közl. Szeged

Koppány Gy. (1973): Távprognosztika II. Tankönyvkiadó, Budapest

Maheras, P. (1988): The synoptic Weather types and olyective delimitation of the Winter period in Greece. Weather, pp.40-45.

Péczely Gy. (1961): Magyarország makroszinoptikus helyzeteinek éghajlati jellemzése. OMI kisebb kiadványai, 53. sz. Budapest

Péczely Gy. (1984): A Föld éghajlata. Tankönyvkiadó, Budapest

Titkos E., Maller A., Máthé A. (1981): Makroszinoptika és távelőrejelzés OMI kisebb kiadványai, Budapest 1981.

ÉGHAJLATI IDŐSOROK NEMLINEARITÁSÁNAK TESZTELÉSE PÓTADATSOR-MÓDSZERREL

Kristóf Erzsébet, Matyasovszky István

Eötvös Loránd Tudományegyetem Meteorológiai Tanszék
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A.
e-mail: e.kristof1@gmail.com

A tanulmányban az idősorok nemlinearitásának tesztelésére kidolgozott matematikai statisztikai eljárás, a surrogate data módszer (továbbiakban: pótadatsor-módszer) rangkorreláció számításon alapuló változatának éghajlati idősorokon való alkalmazási lehetősége kerül bemutatásra.
Kulcsszavak: idősorelemzés, nemlinearitás, surrogate data módszer, rangkorreláció

Bevezetés

A természetben előforduló jelenségek gyakran nemlineáris folyamatokból származnak. Ezek realizációi nemlineáris idősorok, amelyek vizsgálatához nem megfelelőek a lineáris idősorok elemzési módszerei. Az elmúlt, körülbelül négy évtizedben a nemlineáris idősorok vizsgálati apparátusa jelentős fejlődésnek indult. Ennek eredményeképpen az elemzésre korábban használt analitikus módszereket felváltották a numerikus eljárások, a számításigényes feladatok megoldása gyorsult, egyszerűsödött.

Először szükséges meghatározni, hogy mit értünk az idősorok nemlinearitásán. Egy X_t stacionárius sztochasztikus folyamat akkor tekinthető lineárisnak, ha előáll az $\{a_j\}$ együttható sorozat és az $\{e_t\}$ független és azonos eloszlású sorozat lineáris kombinációjaként, ahol j és t pozitív számok:

$$_t = \sum_{j=0}^{\infty} a_j e_{t-j} \quad \text{és} \quad \sum_{j=0}^{\infty} a_j{}^2 < \infty. \tag{1}$$

A nemlineáris folyamatokra előbbiek nem teljesülnek (*Matyasovszky*, 2002).

A pótadatsor-módszert a következőképpen alkalmazhatjuk. Először kiválasztandó egy, a linearitását tekintetve kérdéses, megfigyelésekből származó x_t idősor, amely egy X_t stacionárius sztochasztikus folyamat realizációja. Az idősor alapján nagyszámú lineáris pótadatsor képzendő, amelyek az eredeti idősorral megegyező eloszlás- és kovarianciafüggvénnyel rendelkeznek. Ezután hipotézisvizsgálatot végzünk, amely során nullhipotézisként az adatsor linearitását tesszük fel, próbastatisztikaként pedig a linearitásra érzékeny mérőszám választandó. Az adott szignifikancia-szinthez tartozó kritikus érték meghatározásához szükséges a próbastatisztika valószínűségi eloszlásának ismerete. Ha ez nem áll rendelkezésre, akkor jól közelíthető a próbastatisztika értékek empirikus eloszlásfüggvényével. Ennek meghatározása érdekében szimulálandó nagy mennyiségű pótadatsor. Amennyiben az eredeti idősorra kiszámított próbastatisztika értéke meghaladja a kritikus értéket, akkor a nullhipotézis elvethető, az idősor nem tekinthető lineárisnak az adott szignifikancia-szinten.

Annak eldöntésére, hogy egy idősor nemlineáris folyamatból származik, számos módszer létezik. *Theiler et al.* (1992) az idősor spektrális felbontásán alapuló pótadatsorképzési módszert javasolt megoldásképpen. A pótadatsorokat a megfigyelésből rendelkezésre álló idősor alapján, véletlenszerűen szimulált fázisokkal, inverz Fourier-transzformációval generálták.

Az így létrehozott pótadatsorok azonban normális eloszlásúak, ezért visszatranszformálandók az eredeti idősor eloszlására, amennyiben utóbbi nem normális eloszlású. A transzformáció nélkül nem állapítható meg egyértelműen, hogy a linearitás nullhipotézisének elvetése az eltérő eloszlásfüggvények vagy a nemlinearitás következménye. *Schreiber & Schmitz* (1996) a módszert iteratív lépésekkel fejlesztette tovább, amelyekkel elérhető az eloszlás- és a kovarianciafüggvények tetszőleges pontosságú egyezése. Az iterációs lépések számának növelésével azonban egymáshoz túlzottan hasonló pótadatsorok jönnek létre, amely a hipotézisvizsgálathoz előnytelen. *Kugiumtzis* (2002) pótadatsorképzési eljárása során felhasználta, hogy minden nemlineáris folyamatnak létezik egy lineáris „másolata", amely az eredetivel egyező eloszlás- és kovarianciafüggvénnyel rendelkezik. A módszer azonban rendkívül számításigényes és modellillesztéseket tartalmaz.
Jelenleg nincs „tökéletes" eljárás pótadatsorok generálására. A módszerek általában vagy az eloszlásfüggvények vagy a kovarianciafüggvények egyezését érik el. A két feltételt egyidejűleg teljesíteni próbáló eljárások pedig nagyon számításigényesek vagy parametrizációkat, közelítéseket alkalmaznak egyes lépéseikben. Az alábbiakban a pótadatsorok képzésének rangkorreláció számításon alapuló módszere kerül bemutatásra, amely kevésbé számításigényes, mint a korábbi eljárások. Ezután a módszer két éghajlati adatsorra való alkalmazását ismertetjük. A kivitelezéshez Fortran 77-ben írt programokat használtunk, az adatsorok és az eredmények statisztikai feldolgozását, megjelenítését pedig az R programnyelv 3.1.3 verziószámú felhasználói környezetében végeztük el.

A rangkorreláció számításon alapuló pótadatsor-módszer
A módszer bemutatása két lépésben történik: először a pótadatsorképzési eljárás, majd a hipotézisvizsgálati módszer legfontosabb lépései kerülnek ismertetésre.

Pótadatsorok létrehozása
A linearitás szempontjából kérdéses $x_t, t = 1, \dots, n$ idősorból azonos elemszámú y_t pótadatsort az alábbi összeg felírásával hoztunk létre:

$$y_t = \sum_{j=1}^{\left[\frac{n}{2}\right]} A_j \cos(\omega_j t + \varphi_j). \tag{2}$$

Az összegben $A_j := \sqrt{{a_j}^2 + {b_j}^2}$ az amplitúdó, a_j, b_j a Fourier-együtthatók, $\omega_j := \frac{2\pi j}{n}$ a körfrekvencia, $\varphi_j \in [-\pi, \pi]$, $\varphi_j := \operatorname{arc\,tg}\left(-\frac{b_j}{a_j}\right)$ a fázis.
A pótadatsorok képzéséhez először $\frac{n}{2}$ egész részének megfelelő számú körfrekvencia került kiszámításra, amelyet ugyanennyi, $[-\pi, \pi]$ intervallumon egyenletes eloszlású fázis szimulálása követett. Az előbbi két lépés végrehajtása nem okozott problémát. Az amplitúdók meghatározása viszont bonyolultabb feladatnak ígérkezett. Az eredeti folyamat nem ismert, ezért az amplitúdók nem számíthatóak ki a Fourier-együtthatók négyzetösszegének négyzetgyökeként. Ehelyett a spektrális sűrűségfüggvény becsléséből, vagyis az I periodogramból határoztuk meg az amplitúdót a következő összefüggések felhasználásával:

$$I(\omega_j) = \frac{\hat{B}(0)}{\pi} + \frac{2}{\pi}\sum_{k=1}^{n-1} \hat{B}(k)\cos(\omega_j k) = \frac{n}{4\pi}{A_j}^2, \tag{3}$$

$$\hat{B}(k) = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n-k}(x_i - \bar{x})(x_{i+k} - \bar{x}) \quad 0 \leq k < n-1. \tag{4}$$

A periodogram tehát $\hat{B}(k)$ kiszámítása, azaz a k-adik időeltoláshoz tartozó kovariancia becslése után határozható meg, ahol $\bar{x}$ az idősor átlaga (*Matyasovszky*, 2002).
Pótadatsorunk viszont még nem volt, ezért a kovarianciafüggvény becslését enélkül kellett elvégeznünk. Standard normális eloszlás esetén a kovariancia- és a korrelációfüggvény megegyezik, így utóbbit a ϱ Spearman-féle rangkorreláció alapján becsültük, amely a monoton kapcsolat szorosságát méri. Alkalmaztuk továbbá azt, hogy egy valószínűségi változó tetszőleges valószínűségi eloszlásúvá alakítható az $F^{-1}(\Phi(.))$ transzformációval, vagyis az alábbi összefüggések érvényesek az X_t és az Y_t folyamatokra:

$$X_t = F^{-1}(\Phi(Y_t)), \tag{5}$$

$$Y_t = \Phi^{-1}(F(X_t)), \tag{6}$$

ahol F az X_t folyamat eloszlásfüggvénye és Φ az Y_t nulla várható értékű és egy szórású Gauss-folyamat eloszlásfüggvénye. Az eloszlásfüggvény monoton, ezért az F^{-1} és a Φ^{-1} inverz függvények is monoton transzformációk (*Cario & Nelson*, 1996). A Spearman-féle rangkorreláció monoton transzformációra nézve invariáns, ezért az X_t és az Y_t folyamatok rangkorrelációja egyenlő, azaz $\varrho_X(k) = \mathrm{kor}[F(X_t), F(X_{t+k})] = \mathrm{kor}[\Phi(Y_t), \Phi(Y_{t+k})] = \varrho_Y(k)$.Az X_t folyamatra rendelkezünk adatsorral, így a rangkorreláció becsülhető ennek empirikus eloszlásfüggvénye ismeretében, amely éppen egyenlő az Y_t folyamat rangkorrelációjával (*Boudt et al.*, 2012). Ezután az Y_t folyamat $r_Y(k)$ Pearson-féle korrelációja – amely a lineáris kapcsolat szorosságát méri – kifejezhető a $\varrho_Y(k)$ Spearman-féle rangkorreláció által:

$$r_Y(k) = \left(1 - \frac{k}{n}\right) 2\sin\left(\frac{\pi}{6}\varrho_Y(k)\right), \quad k = 0,1,\dots,n-1, \tag{7}$$

(*Matyasovszky*, 2002). Az előbbi módon kiszámított korrelációk között azonban negatív értékek is előfordultak, amely a korrelációmátrix pozitív definit volta miatt lehetetlen. A negatív értékek megjelenésének oka az, hogy az (i,j)-edikként $r_Y(|i-j|)$ elemet tartalmazó $\underline{R}_Y$ korrelációmátrix jellemzően nem pozitív definit, hiszen a korrelációk a (7) egyenletből kerülnek meghatározásra, mivel az Y_t folyamatra nem áll rendelkezésre idősor. A pótadatsorok előállításához ezért az alábbi korrekción átesett $r_Y{}'(k)$ korrelációértékek használandók fel, ahol ε kicsiny pozitív szám, jellemzően tízezred nagyságrendű, így a periodogram értékek csak minimálisan változnak:

$$r_Y{}'(k) = \frac{r_Y(k)}{1+\varepsilon} \quad k = 1,\dots,n-1. \tag{8}$$

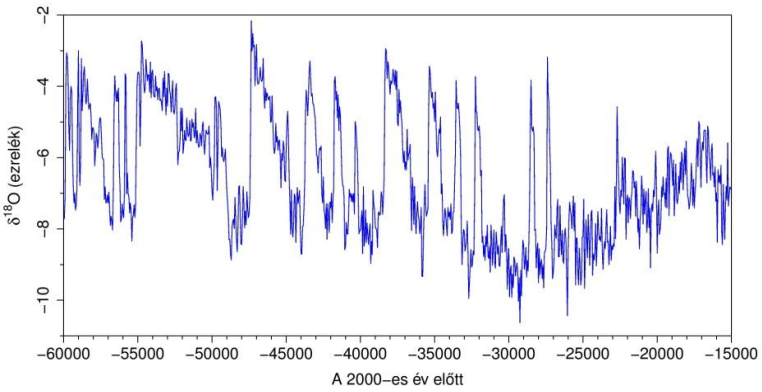
Ez az egyszerű művelet biztosítja a módosított korrelációmátrix pozitív definit voltát. A periodogramot, majd az amplitúdókat az előbbi módon kiszámított korrelációértékek felhasználásával, a (3) összefüggés alapján számítottuk ki.
A (2) egyenlőség szerinti pótadatsorképzéshez így minden összetevő előállításra került: a körfrekvenciák, a szimulált fázisok és az amplitúdók. Felhasználásukkal a linearitás szempontjából kérdéses idősor ezer darab pótadatsorát hoztuk létre. A pótadatsorok normális eloszlásúak voltak, ezért vissza kellett azokat transzformálni az eredeti idősor eloszlására az (5) egyenlőség segítségével, amelybe X_t folyamat empirikus eloszlásfüggvényét helyettesítettük be.

Hipotézisvizsgálat
Az adatsorok linearitására érzékeny próbastatisztikaként az átlagos négyzetes hibát (MSE: mean squared error) választottuk, amely a következőképpen értelmezendő:

$$MSE = \frac{1}{n-d} \sum_{i=d+1}^{n} (\hat{x}_i - x_i)^2, \tag{9}$$

ahol $\hat{x}_i$ az idősor i-edik tagjának becslése, míg d a beágyazási dimenzió. Az ebben található becslés egy minimalizálási feladat megoldása révén adható meg, amelyhez távolságképző szabályként az euklidészi és az abszolút érték szerinti távolságot választottuk. A legközelebbi szomszéd módszert alkalmazva a becslést a k darab legközelebbi társ átlaga alapján számítottuk ki. A távolságértékek növekvő sorba rendezése után az első k darabot vettük a legkisebb elem kirekesztésével, hiszen ez éppen a becsülni próbált elem, azaz önmagától vett távolsága nulla.
Az MSE egy ismeretlen eloszlású valószínűségi változó, ezért a valószínűségi eloszlását az empirikus eloszlásfüggvénnyel helyettesítettük. A hipotézisvizsgálat során egyoldalú, nemparaméteres próbát hajtottunk végre. Az MSE úgy konstruált, hogy az eredeti idősorra kiszámított hibaérték akkor kisebb a lineáris pótadatsorokra kiszámított értékeknél, ha előbbi nemlineáris folyamat realizációja. Ellenkező esetben a nullhipotézis fenntartható, vagyis az eredeti idősor jól modellezhető lineáris folyamattal.
A szignifikancia-szint megállapítható az alapján, hogy hány darab pótadatsorunk van és az ezekre meghatározott próbastatisztika értéke hány esetben nagyobb az eredeti idősorra kiszámított mérőszámnál. A kapott érték lesz az a szignifikancia-szint, amelyen a linearitás nullhipotézise elutasítható.

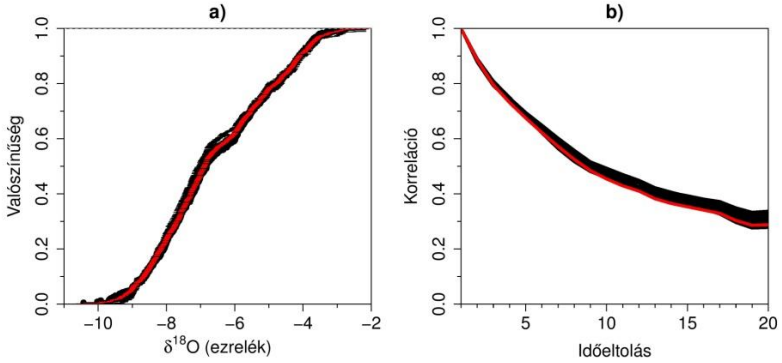
Eredmények
Az NGRIP idősor
A rangkorreláció számításon alapuló pótadatsor-módszert először egy ismert nemlineáris idősorra hajtottuk végre az eljárás ellenőrzéseképpen. Ez az Észak-Grönlandi Jégfurat Projekt (NGRIP: North Greenland Ice Core Project) 18 és 16 tömegszámú stabil oxigénizotóp arányából képzett $\delta^{18}O$ idősora volt, amelyet Grönland északi, belső területéről származó jégfurat elemzése alapján állítottak össze ötven évenkénti átlagolással, több mint 120 ezer évre visszamenőlegesen (*North Greenland Ice Core Project members,* 2004). Az adatsor 60 000 és 15 000 év közötti részét vizsgáltuk, ahol a $\delta^{18}O$ arány nagymértékű fluktuációja figyelhető meg *(1. ábra)*.



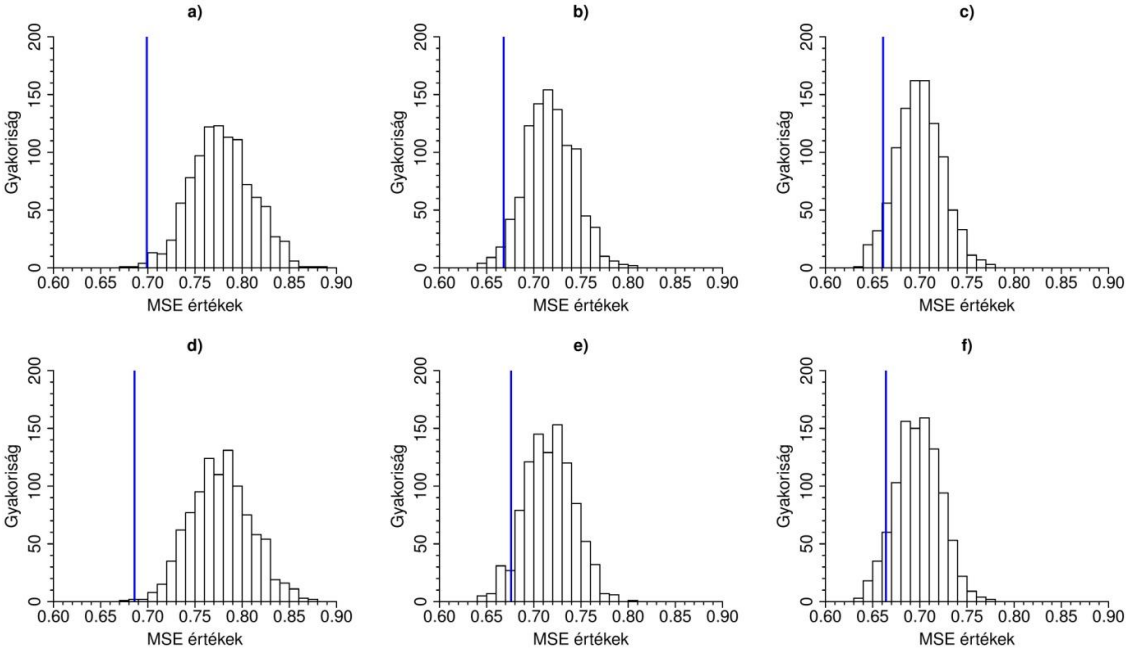
1. ábra: Az NGRIP oxigénizotóp adatsor

Először a megfigyelésből származó idősor valószínűségi eloszlását vizsgáltuk meg. Az idősor nem tekinthető normális eloszlásúnak Kolmogorov-Szmirnov és Shapiro–Wilk próba alapján.

A normalitás nullhipotézise téves elutasításának, vagyis az elsőfajú hiba elkövetésének valószínűsége 0,1 százaléknál kisebb.
Az NGRIP idősorból létrehozott, az eredeti idősor eloszlására visszatranszformált pótadatsorok az eredeti idősorhoz nagyon hasonló eloszlás- és korrelációfüggvénnyel rendelkeznek *(2. ábra)*. A pótadatsorokra meghatározott korrelációértékek az eredeti idősorra kiszámított értékektől átlagosan négy századdal tértek el az első húsz időkülönbség esetén.
A hipotézisvizsgálat során az MSE próbastatisztika meghatározásához a beágyazási dimenzió értékét háromnak választottuk, ugyanis ha igaz a nullhipotézis, miszerint az eredeti idősor jól modellezhető lineáris autoregresszív folyamattal, akkor harmadrendű autoregresszív-modell adódott optimálisnak az Akaike-féle információs kritérium alapján (*Akaike,* 1974).
Az MSE értékeket hat módon határoztuk meg. A legközelebbi társakat az abszolút érték és az euklidészi távolságfüggvény minimalizálásával kerestük meg, az adatsorok i-edik tagjának becslését pedig háromféleképpen: az öt, a tíz és a tizenöt legközelebbi társ átlagát képezve számítottuk ki *(3. ábra)*.



2. ábra: Az NGRIP idősor és tíz pótadatsor a) empirikus eloszlásfüggvénye és b) korrelációfüggvénye, az első húsz időlépcsőre. Az eredeti idősorra vonatkozó függvényt piros vonal, a pótadatsorok függvényeit fekete vonalak jelölik

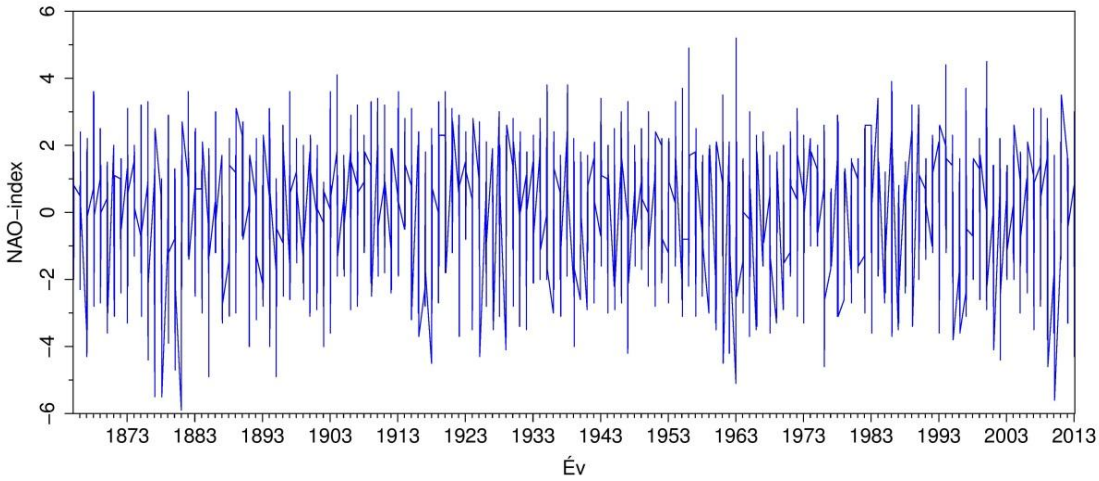


3. ábra: Az NGRIP idősorra és az ezer darab pótadatsorra kiszámított MSE értékek eloszlása az abszolút érték szerinti távolság alapján, a legközelebbi társak számát a) ötnek, b) tíznek és c) tizenötnek választva, illetve az MSE értékek kiszámítása euklidészi távolság célfüggvény felhasználásával, ahol a legközelebbi társak száma d) öt, e) tíz és f) tizenöt. Az NGRIP idősor MSE értékeit kék függőleges vonalak, az ezer darab pótadatsor MSE értékeinek eloszlását fekete oszlopdiagramok jelölik

A várakozásnak megfelelően az oxigénizotóp idősor linearitásának nullhipotézise elvethetőnek bizonyult. A legkedvezőbb eredmény az euklidészi távolság felhasználásával, a legközelebbi társak számát ötnek választva adódott. Ebben az esetben 0,3 százalék annak valószínűsége, hogy igaz volta ellenére vetjük el a nullhipotézist. (Az ezerből 997 darab pótadatsor MSE értéke haladta meg az eredeti idősorra kiszámított MSE értéket.) Az elsőfajú hiba valószínűsége viszont a legkedvezőtlenebb esetben, euklidészi távolságfüggvényt és tizenöt legközelebbi társat véve is alacsony maradt, hét százalék körüli. Megfigyelhető, hogy a k darab legközelebbi szomszéd számát növelve az elsőfajú hiba valószínűsége egyre nőtt. Az általunk alkalmazott pótadatsor-módszerrel tehát igazolható az NGRIP idősor nemlinearitása.

A NAO-index adatsor

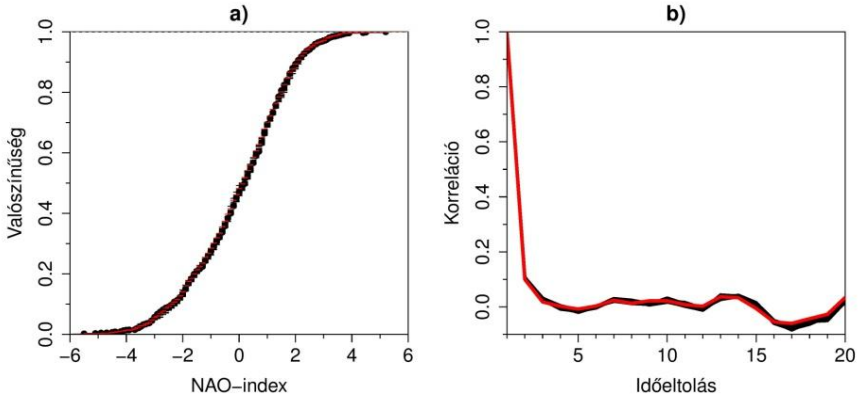
A második vizsgálatot egy olyan idősorra végeztük el, amelynek linearitása kérdéses. Ez az Észak-Atlanti Oszcilláció (NAO: North Atlantic Oscillation) állomásalapú indexének 1865 és 2013 közötti havi idősora volt, amelyet az amerikai Nemzeti Légkörkutató Központ (NCAR: National Center for Atmospheric Research) állított össze az izlandi Stykkishólmurban és Reykjavíkban, illetve a portugáliai Lisszabonban mért adatok alapján *(4. ábra)*. A NAO-index egy általános definícióval nem rendelkező mérőszám, amely az Izland közelében fekvő alacsony légnyomású és az Azori-szigetek térségében lévő magas légnyomású központ egyidejű változását fejezi ki.



4. ábra: A NAO-index adatsor 1865 januárja és 2013 decembere között

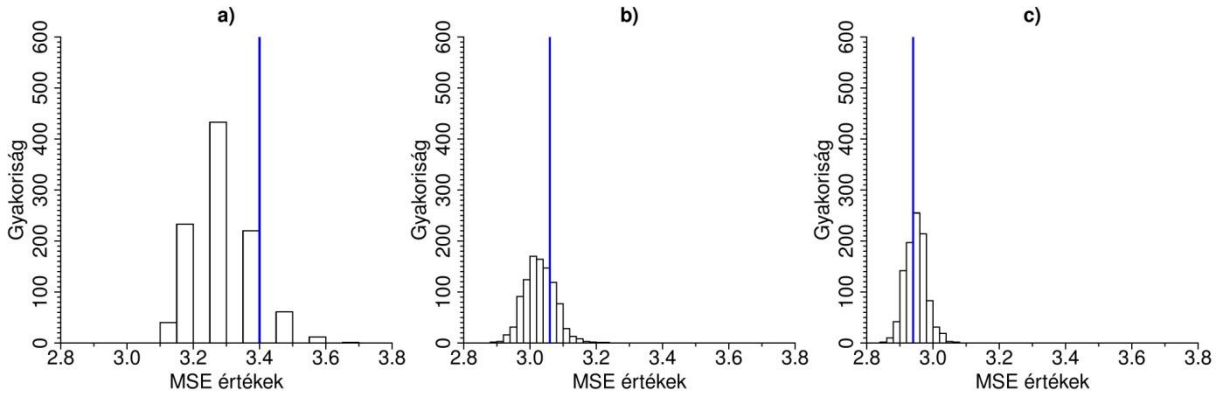
A NAO-index idősora sem tekinthető normális eloszlásúnak. Kolmogorov-Szmirnov és Shapiro–Wilk próbát elvégezve az elsőfajú hiba valószínűsége szintén 0,1 százalék alatti.

Az eredeti idősor alapján képzett, a NAO-index eloszlására visszatranszformált pótadatsorok eloszlás- és korrelációfüggvényei szinte teljesen egyezőek *(5. ábra)*. A pótadatsorokra és az eredeti idősorra az első húsz időkülönbség esetén kiszámított korrelációértékek átlagos eltérése egy század körüli volt.



5. ábra: A NAO-index idősor és tíz pótadatsor a) empirikus eloszlásfüggvénye és b) korrelációfüggvénye, az első húsz időlépcsőre. Az eredeti idősorra vonatkozó függvényt piros vonal, a pótadatsorok függvényeit fekete vonalak jelölik

A hipotézisvizsgálat során az MSE próbastatisztika meghatározásához optimális beágyazási dimenziónak 1 adódott, ezért az euklidészi és az abszolút érték szerinti távolságfüggvény minimumhelyei azonosak. Az MSE értékeket így három módon, az adatsorok i-edik elemét az öt, a tíz és a tizenöt legközelebbi társ átlagaként becsülve határoztuk meg *(6. ábra)*.
A vizsgálat eredményeképpen a linearitás nullhipotézise nem bizonyult elutasíthatónak. A nullhipotézis téves elvetésének valószínűsége a legkedvezőbb esetben, azaz tizenöt legközelebbi társ esetén is majdnem elérte a negyven százalékot. (Az ezer pótadatsorból mindösszesen 613 pótadatsor MSE értéke haladta meg az eredeti idősorra kiszámított MSE értéket.)



6. ábra: A NAO-index idősorra és az ezer darab pótadatsorra kiszámított MSE értékek a legközelebbi társak számát a) ötnek, b) tíznek és c) tizenötnek választva. A NAO-index idősor MSE értékeit kék függőleges vonalak, az ezer darab pótadatsor MSE értékeinek eloszlását fekete oszlopdiagramok jelölik

A nemlinearitás tekintetében eltérő eredményeket többek között a különbözőképpen számított NAO-indexek okozhatják. Az állomás és a főkomponens alapú indexek jelentősen eltérhetnek bizonyos időszakokban, például az 1960-as és az 1990-es évek első felében. A NAO-indexek térben is különbözhetnek egymástól, mivel a NAO-jelenség intenzitásának akciócentrumai időben változtatják helyzetüket, a statikus, állomás alapú NAO-index térbeli reprezentativitását lerontva. Az állomás alapú NAO-index használata viszont azért előnyös, mert hosszú időre áll rendelkezésre, így statisztikai eljárások könnyebben hajthatóak végre ezeken.

Összegfoglalás

A tanulmányban az idősorok nemlinearitásának tesztelésére alkalmas, rangkorreláció számításon alapuló pótadatsor-módszer került bemutatásra, amely a korábbi eljárásokhoz képest kevésbé számításigényes módon generál a megfigyelésből rendelkezésre álló idősorral azonos tulajdonságú pótadatsorokat, noha a korrelációfüggvények teljes egyezését nem sikerült elérnünk.

A módszert két éghajlati idősorra alkalmaztuk: az Észak-Grönlandi Jégfurat Projekt oxigénizotóp adatsorára és az Észak-Atlanti Oszcilláció állomásalapú indexének idősorára. A nemlinearitásról való döntéshez hipotézisvizsgálatot végeztünk, próbastatisztikaként az idősor linearitására érzékeny átlagos négyzetes hibaértéket meghatározva. Az oxigénizotóp adatsor esetén a próbastatisztikát hatféleképpen számítottunk ki az eredeti idősorra és az abból képzett pótadatsorokra: az abszolút érték szerinti és az euklidészi távolság alapján, a becsléshez a legközelebbi társak számát ötnek, tíznek és tizenötnek választva. Az eredeti idősor linearitásának nullhipotézise mindegyik esetben nagy bizonyossággal került elvetésre. A NAO-index idősorára, illetve pótadatsoraira háromféleképpen számítottuk ki a próbastatisztika értékeket: az öt, a tíz és a tizenöt legközelebbi társ átlagát véve. Vizsgálatunk szerint a NAO-index adatsora nem tekinthető nemlineárisnak.

Felhasznált irodalom

1. Akaike H. (1974): A New Look at the Statistical Model Identification. IEEE Transactions on Automatic Control, 19, 716-723.
2. Boudt K., Cornelissen J., Croux C. (2012): The Gaussian rank correlation estimator: robustness properties. Statistics and Computing, 22, 471-483.
3. Cario M. C., Nelson B. L. (1996): Autoregressive to anything: Time-series input processes for simulation. Operations Research Letters, 19, 51-58.
4. Core Team (2015). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL http://www.R-project.org/.
5. Hurrell J. & National Center for Atmospheric Research Staff (Eds) (2014): The Climate Data Guide: Hurrell North Atlantic Oscillation (NAO) Index (station-based). Retrieved from https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/hurrell-north-atlantic-oscillation-nao-index-station-based.
6. Kristóf E. (2015): A surrogate data módszer éghajlati idősorok nemlinearitásának detektálására. Msc diplomamunka. Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest.
7. Kugiumtzis D. (2002): Statically Transformed Autoregressive Process and Surrogate Data Test for Nonlinearity. Physical Review E, 66, 025201.
8. Matyasovszky I. (2002): Statisztikus klimatológia. Idősorok elemzése. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest.
9. North Greenland Ice Core Project members (2004): High-resolution record of Northern Hemisphere climate extending into the last interglacial period. Nature, 431, 147-151.
10. Schreiber T., Schmitz A. (1996): Improved surrogate data for nonlinearity tests. Physical Review Letters, 77, 635.
11. Theiler J., Eubank S., Longtin A., Galdrikian B., Farmer J. D. (1992): Testing for nonlinearity in time series: the method of surrogate data. Physica D, 58, 77-94.

KLÍMAVÁLTOZÁS ÉS A CIKLONOK GYAKORISÁGA

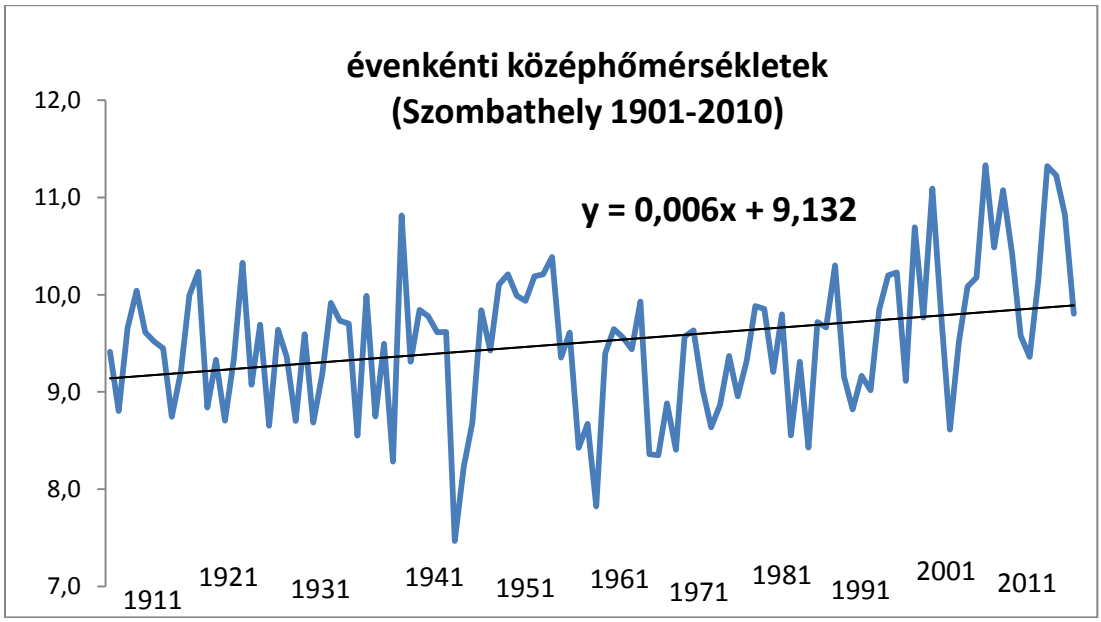
Beck Sándor[1], Károssy Csaba[2], Puskás János[2]

[1]Csány László Közgazdasági Szakközépiskola 8900 Zalaegerszeg Jókai Mór utca 4-6.
[2]Nyugat-magyarországi Egyetem, Földrajz és Környezettudományi Intézet
9700 Szombathely, Károlyi Gáspár tér 4.
E-mail: bs@csany-zeg.hu; c.karossy@gmail.com; pjanos@gmail.com

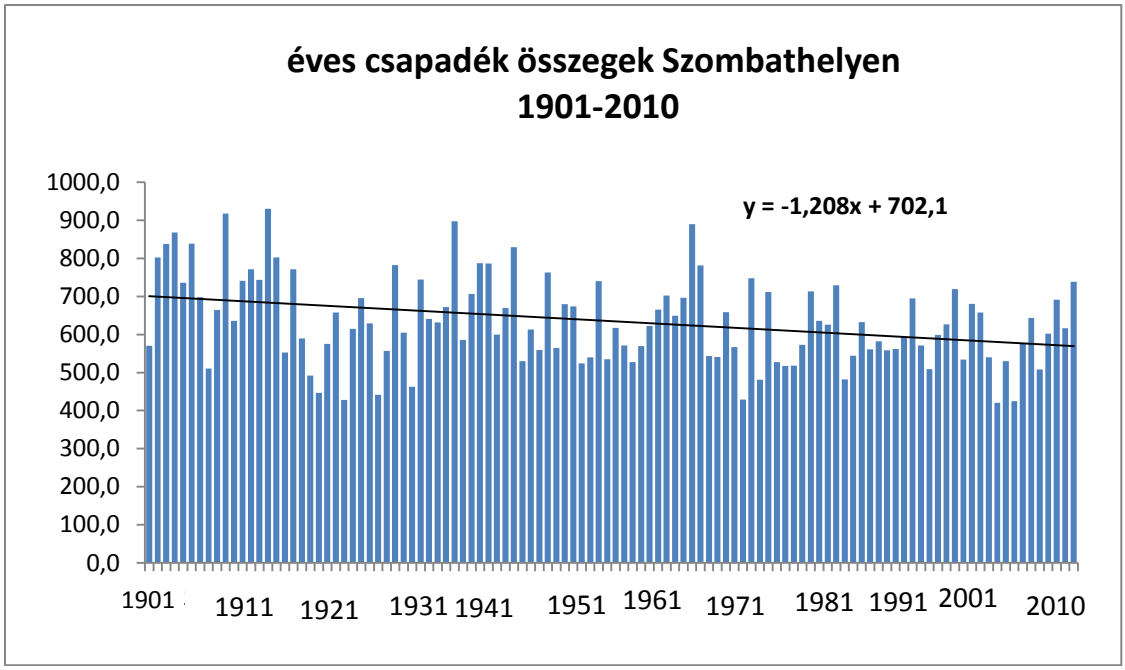
Munkánkban a Kárpát-medence térségére értelmezett Péczely-féle makroszinoptikus időjárási helyzetek ciklon típusainak éves gyakoriságai (1881-2015) és a szombathelyi (1901-2010) éves átlag-hőmérsékletek valamint csapadék összegek adatainak elemzésével arra a kérdésre keresünk választ, hogy a globális klímaváltozás milyen változást okoz a ciklonok gyakoriságában a Kárpát-medencében.
Kulcsszavak: ciklon, átlag-hőmérséklet, csapadék összeg, Kárpát-medence, globális klímaváltozás

A globális klímaváltozás a meteorológiai paraméterek változásának mértékében területenként eltérő nagyságú és kifejlődésű. A légkör energia mérlegében lezajló - korábbiaktól eltérő - folyamatok különösen markánsan figyelhetők meg a mérsékelt övi energia cserében legjobban érintett észak Atlanti térség ciklon geneziseinek folyamataiban.

A témakörben végzett kutatásaink adatbázisát a Kárpát-medence térségére értelmezett Péczely-féle makroszinoptikus időjárási helyzetek (1881-től 2015) (Károssy 2016) ciklon típusainak éves gyakoriságai és a Szombathelyi (1901-2010) éves átlag-hőmérsékletek valamint csapadék összegek adatai képezik (OMI met.hu). Az adatokból készített trend vonalakat feltüntető grafikonokat az 1. és 2, ábrán mutatjuk be.



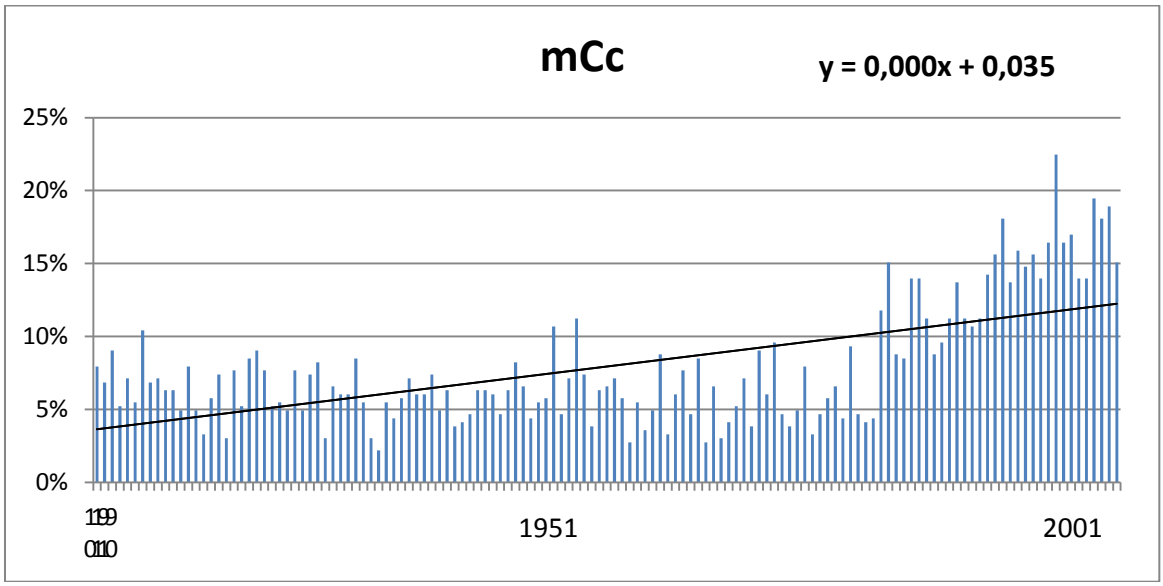
1. ábra. Évenkénti középhőmérsékletek trendje (Szombathely 1901-2010)



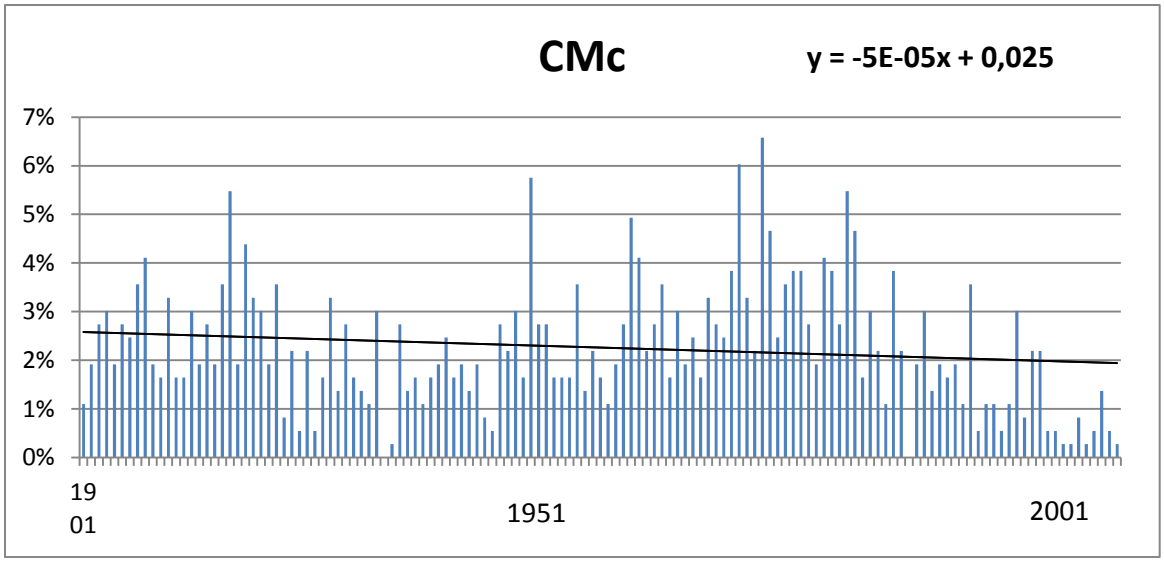
2. ábra. Az éves csapadék összegek trendje (Szombathely 1901-2010)

Az éves átlaghőmérsékleteknél a 110 év során közel 1,0°C-os növekedés mutatható ki. A csapadék összegeknél viszont ellentétes irányú trenddel több, mint 100 mm-es csökkenés következett be.

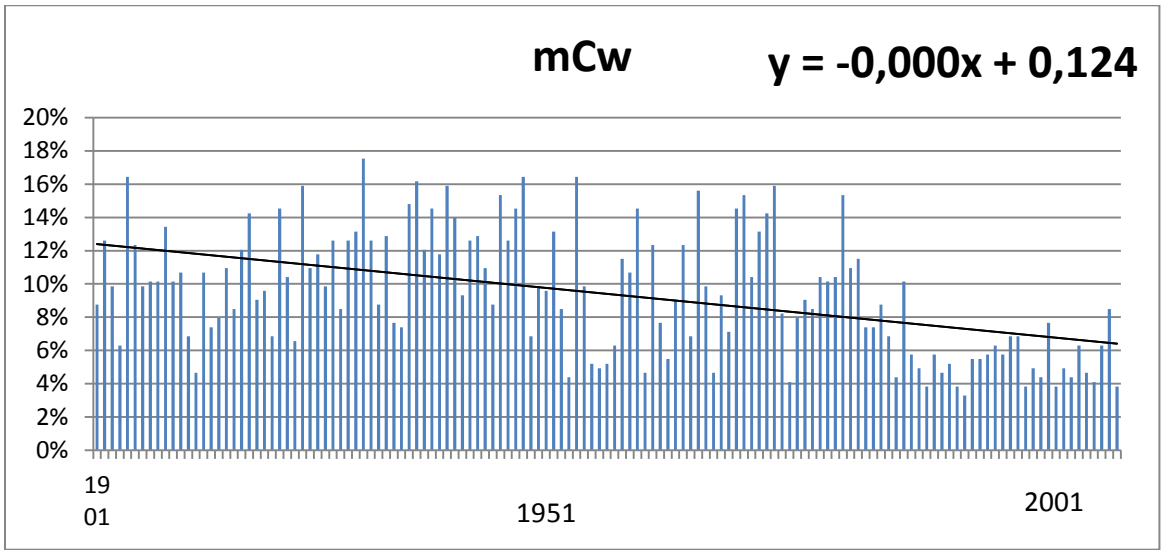
A fenti paraméterekben jelentkező eltérések okainak elemzésére a légköri folyamatok legalapvetőbb megnyilvánulásait kifejező alacsony nyomású bárikus helyzeteket csoportosító Péczely-féle; mCc (1-es), CMc (3-as), mCw (4-es), CMw (6-os), zC (7-es) és C (13-as) makroszinoptikus helyzetek éves gyakoriságainak változásait vizsgáltuk.



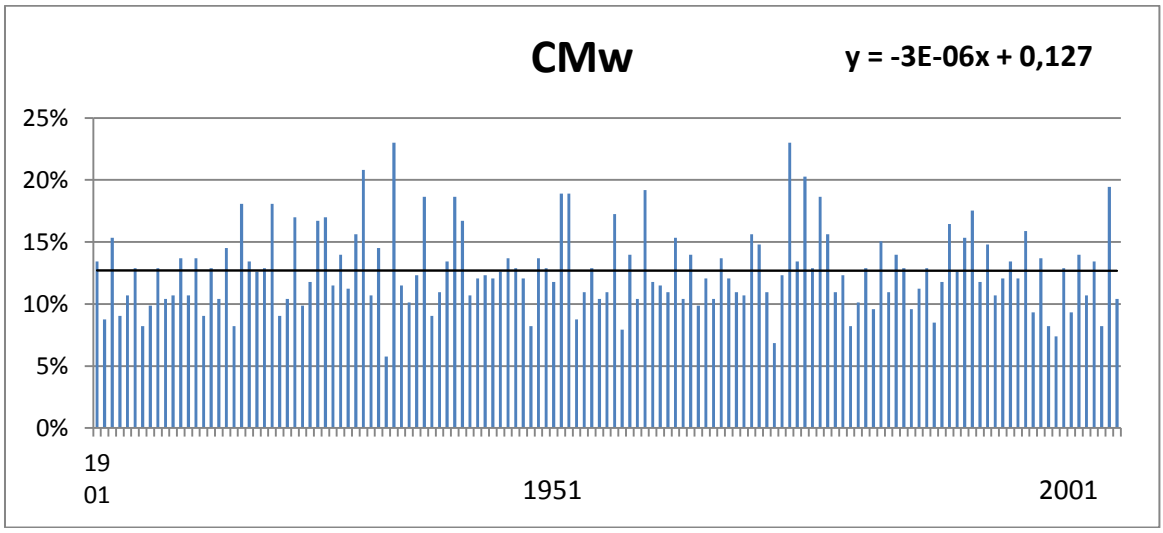
3. ábra. A meridionális ciklon hideg frontjainak gyakoriságai és trendje (Szombathely 1901-2010)



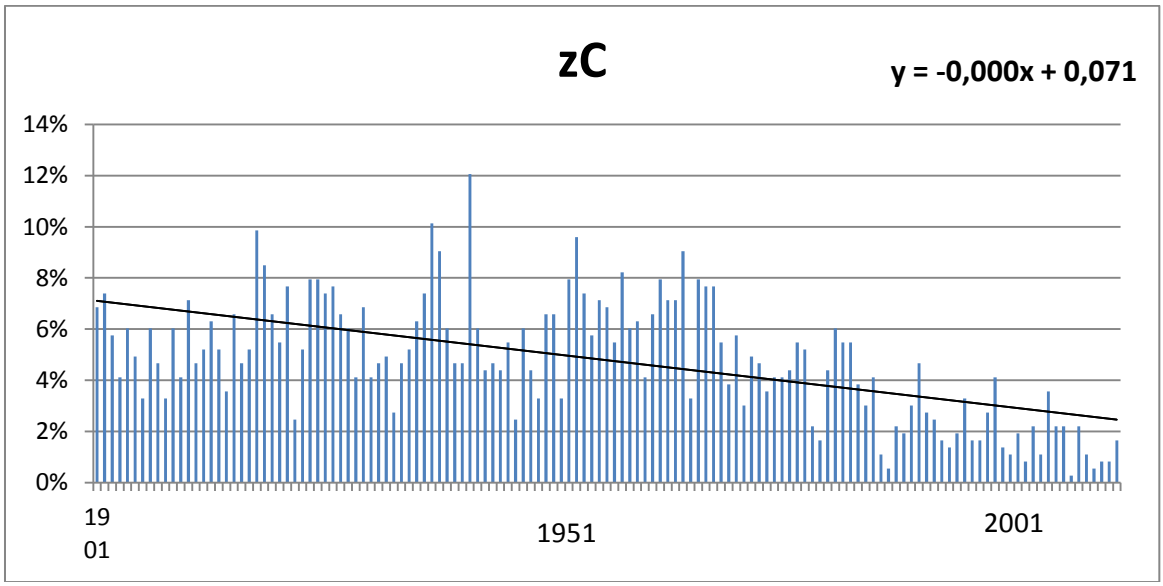
4. ábra. A mediterrán ciklon hideg frontjainak gyakoriságai és trendje (Szombathely 1901-2010)



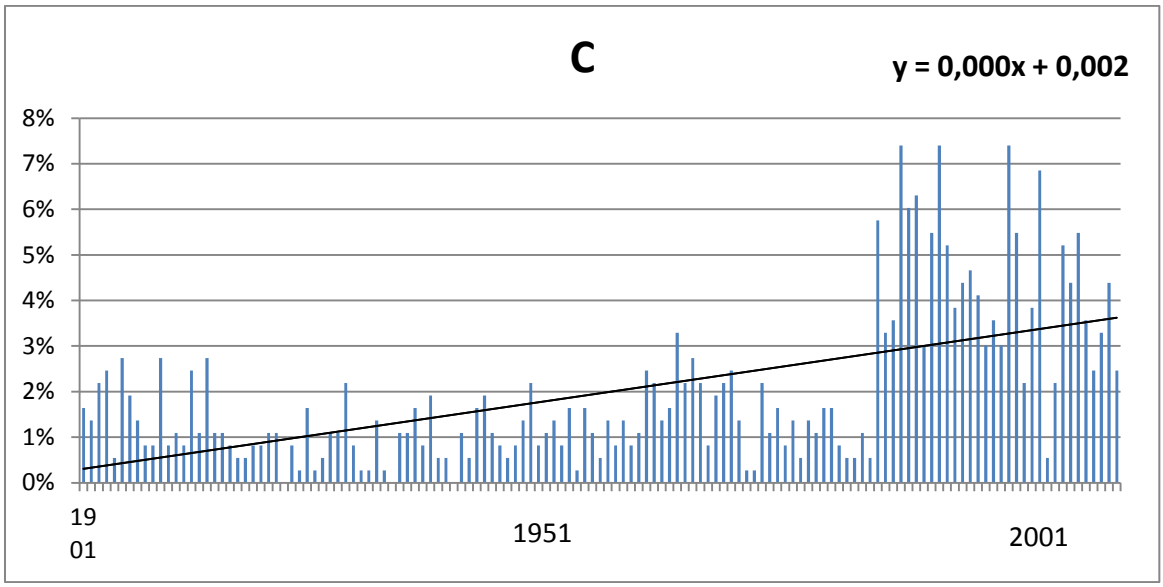
5. ábra. A meridionális ciklon meleg frontjainak gyakoriságai és trendje (Szombathely 1901-2010)



6. ábra. A mediterrán ciklon meleg frontjainak gyakoriságai és trendje (Szombathely 1901-2010)



7. ábra. A zonális ciklon gyakoriságai és trendje (Szombathely 1901-2010)



8. ábra. A Kárpát-medence fölötti ciklonok gyakorisága és trendje (Szombathely 1901-2010)

Megállapítható, hogy a meridionális ciklonok hidegfrontjai; (mCc), valamint a Kárpát-medence fölötti ciklonok (C) esetében található meg pozitív irányú trend, ami azt jelenti, hogy ezeknek az időjárási helyzeteknek az utóbbi évtizedek során bekövetkezett nagymértékű gyakoriság növekedése szoros összefüggésben van az éves középhőmérsékletek növekedésével.
A meridionális ciklonok hideg frontjainak gyakoriság növekedése évente több mint 10 %, a centrális helyzetű ciklonok esetében pedig 2-3szoros gyakoriság növekedés figyelhető meg. A mediterrán ciklon hidegfrontjai (CMc), és a zonális ciklon gyakoriságainál (zC) erős negatív irányú trend jelentkezik. Feltételezhető, hogy az utóbbi két makroszinoptikus időjárási helyzet gyakoriságának csökkenése *jelentős mértékben hozzájárul* az éves csapadékösszeg 2. ábrán megfigyelhető csökkenéséhez. A legnagyobb gyakoriságokkal jelentkező (10 % körüli érté-

kek) mediterrán ciklonok meleg frontjainak gyakoriságainál a trend vonal csaknem vízszintesen haladva nem mutat sem növekedést sem csökkenést.
Munkánk alapvető „*null-hipotézise”* ellenőrzésére; – miszerint az utóbbi évtizedekben megfigyelhető ciklon gyakoriságok drasztikus változásai valamint a hőmérséklet-növekedés és csapadék-változékonyság összefüggésben vannak – kiszámítottuk a két változó (a hőmérsékleti idősor és az egyes ciklon típusok gyakorisági idősora korrelációs együtthatóit, melyeket az 1. táblázatban mutatjuk be.

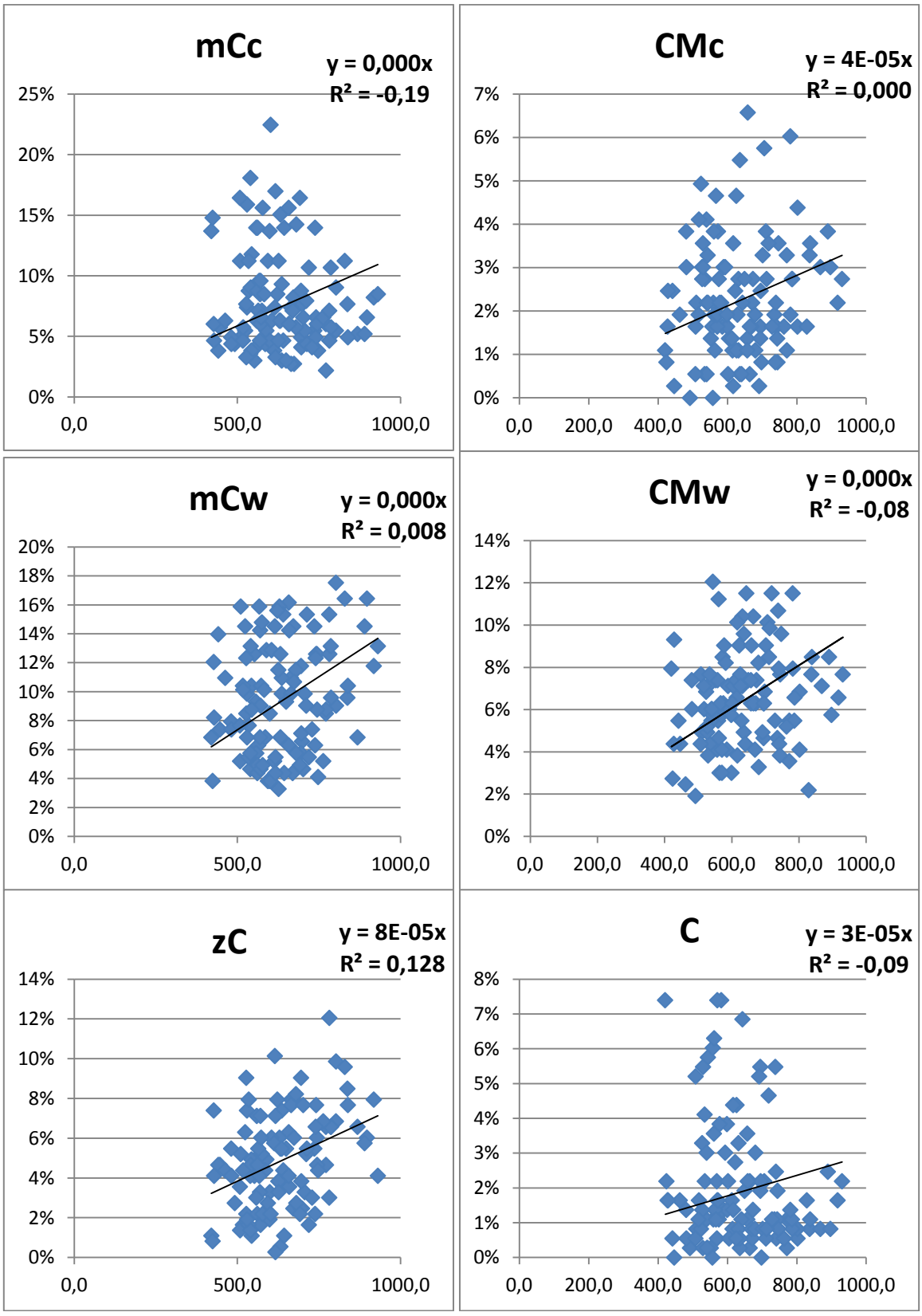
	mCc	**CMc**	**mCw**	**CMw**	**zC**	**C**
évi. k.hőm	**0,41**	**-0,34**	**-0,28**	**-0,18**	**-0,25**	**0,25**
évi. csap.	**-0,12**	**0,16**	**0,23**	**0,18**	**0,36**	**-0,15**

1. táblázat. Az éves középhőmérsékletek és az éves csapadékösszegek valamint az évenkénti ciklon-gyakoriságok közötti korrelációs együtthatók értékei

A kapcsolat szorosságát kifejező *korrelációs együtthatók értékei alacsonyak ugyan*, azonban a gyakoriság diagramokon bemutatott *trendekkel megegyező előjelük* megfelelően visszaigazolja feltételezésünk helyességét a tényezők kapcsolatának meglétét illetően.
A meridionális ciklonok (mCc) gyakoriságának erőteljes megnövekedésével kapcsolatban tapasztalható a legszorosabb összefüggés (0,41). A Kárpát-medence feletti centrális helyzetű ciklonok előfordulásainak gyakoriságával már kisebb mértékű a kapcsolat (0,25). A mediterrán ciklonok hidegfrontjai esetében (– 0,34), a zonális ciklonok gyakoriságánál (– 0,25) a mediterrán ciklonok meleg frontjainál pedig a legkisebb (– 0,18) az évi középhőmérsékletek változásával ellentétes irányú (negatív előjelű) kapcsolatot mutató korrelációs együttható. A mediterrán ciklonok meleg frontjainál mutatkozik a legkisebb értékű és negatív előjelű (– 0,18). Jól mutatja ezt a 6. számú ábrán látható (CMw helyzet) gyakorisági értékeinek trendvonala is, ugyanis csaknem vízszintesen halad, nem mutat sem növekedést sem csökkenést.
A ciklon gyakoriságok és az évi csapadék mennyiségek idősorában megfigyelhető korrelációs együtthatók értékeinél a legerősebb a kapcsolat a zonális ciklonok gyakoriságaival mutatható ki (0,36). A meridionális ciklonok meleg-frontjainál az évi csapadék-összegek kapcsolatában kisebb (0,23), a mediterrán ciklonok meleg-frontjainál pedig még kisebb (0,16) a korreláció. Az évi középhőmérsékletek változásával megegyező előjelű és elég erős kapcsolatot mutató (mCc 0,41) és (C 0,25). Ugyanezen ciklonok gyakoriságai és az évi csapadék-összegek között viszont már csak alig értékelhető és ellentétes előjelű (– 0,12 és – 0,15) korreláció figyelhető meg.

A 9 ábrán a ciklon típusok gyakoriságai és az évi csapadék mennyiségek közötti összefüggések megjelenítésére a két változó kapcsolatát pontdiagramok segítségével vizsgáljuk.

A pontdiagramok ábráinál megfigyelhető minden ciklon típusnál kimutatható pozitív előjelű trend ellentétes az évi csapadék mennyiségek negatív előjelű trendjével, ami arra utal, hogy az összességében csökkenő csapadék produkciót nagyobb gyakorisággal előforduló ciklonális helyzetek okozzák. Ez feltehetően kapcsolatba hozható a csapadékképződés növekvő légszennyezés miatt bekövetkező gyorsabb és intenzívebb folyamataival.



9. ábra. Az évi csapadék mennyiségek és a ciklon típusok gyakoriságainak pontdiagramjai és trendjei (Szombathely 1901-2010)

Összefoglalás

Vizsgálataink a Kárpát-medence területére értelmezhető makroszinoptikus időjárási helyzetek ciklon típusainak gyakoriságai és a Szombathelyen mért 1901-2010 közötti 110 év évi középhőmérsékletei és évi csapadékösszegei közötti kapcsolatok kimutatására irányultak.

Az évi középhőmérsékletek növekedésével két ciklon helyzetnél (mCc és C) mutatható ki pozitív irányú trend, ami a két változó kapcsolatának olyan összefüggését mutatja, hogy a hőmérséklet növekedése ennél a két viszonylag gyakori ciklonális időjárási helyzetnél a gyakoriságok növekedésével egyértelmű és szoros kapcsolatban van.

Az évi csapadék mennyiségek csökkenésénél más összefüggés figyelhető meg. Az évenként előforduló csapadék mennyiség csökkenésének hátterében a - korábbi időszakban gyakrabban előforduló - (mCw, CMc és zC) ciklon helyzetek gyakoriságainak csökkenése lehet. Az összességében kisebb csapadék produkciót tehát feltehetően olyan nagyobb gyakorisággal előforduló ciklon helyzetek okozzák, amelyek korábban nagyobb csapadék produkcióval rendelkeztek. A vázolt feltételezett kapcsolatrendszer a légköri folyamatok más paramétereinél is megfigyelhető növekvő változékonyság és a szélsőségek irányába történő eltolódásával hozható kapcsolatba.

Munkánkban megpróbáltuk bizonyítani, hogy a globális felmelegedés és a dolgozatban vizsgált meteorológiai paraméterek között jól körvonalazható kapcsolatok mutathatók ki. A légkör energia-mérlegében lezajló – korábbiaktól eltérő – globális klímaváltozással járó felmelegedési folyamatok az észak-atlanti térségben kialakuló ciklonok gyorsabb és intenzívebb kifejlődésében, a haladási útvonalak változásaiban is nyomon követhetők.

Felhasznált Irodalom

Beck S., Károssy Cs. (2016): Best Klimatic Code Searche programcsomag.
Károssy Cs. (2016): A Kárpát-medence Péczely-féle makroszinoptikus időjárási helyzeteinek katalógusa 1881-2016. OSKAR Kiadó 2016-04-28
OMI: Met.hu. Napi Jelentések

AZ EURO–ATLANTI TÉRSÉG BLOCKING HELYZETEINEK ELEMZÉSE

Iván Márk, Dezső Zsuzsanna, Bartholy Judit

Eötvös Loránd Tudományegyetem, Földrajz– és Földtudományi Intézet,
Meteorológiai Tanszék 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A
e-mail: ivanmark90@gmail.com, dezsozsuzsi@caesar.elte.hu, bartholy@caesar.elte.hu

A kutatásunk célja az euro-atlanti térségre kiterjedő blocking események vizsgálata. A blocking jelenség a felső-troposzférikus szélmező anomáliája, melynek során a zonális áramlást meridionális áramlás váltja fel. E jelenségkör vizsgálatának két módszertani közelítése ismeretes: az 500 hPa-os geopotenciálmezőben fellépő anomáliák, valamint a felső-troposzférikus potenciális örvényességi anomáliák elemzése. Jelen tanulmányban e módszerek ismertetése és a kutatás főbb lépéseinek bemutatása a cél.
Kulcsszavak: blocking esemény, ciklon, anticiklon, potenciális örvényesség, potenciális hőmérséklet, ECMWF

Bevezetés

Földünk közepes szélességeinek időjárása igen változékony. E szeszélyes időjárás kialakításában változatos tér - és időskálájú időjárási jelenségek vesznek részt. Elég csak a globális méreteket öltő Rossby-hullámokra, a valamivel kisebb szinoptikus skálájú ciklonokra, anticiklonokra vagy éppen a mezoskálájú zivatarláncokra gondolni. Ezek mindegyike hozzájárul ahhoz, hogy az északi félteke közepes szélességein elhelyezkedő Európának, s így Kárpát-medencének időjárása igen változatos legyen.

Jelen tanulmányban az atlanti-európai térségben előforduló szinoptikus skálájú blocking rendszerek vizsgálatával, illetve ezeknek a Kárpát-medence időjárására gyakorolt hatásával foglalkozunk. Egy olyan, viszonylag gyakran megjelenő légköri képződményről van szó, mely létrejöttekor hosszú időre befolyásolhatja az adott terület időjárását. A vizsgálatunk időtartama jelenleg 1979-től 2005-ig terjed, de hosszú távú terveink között szerepel a vizsgálati időtartam növelése. A vizsgált időtartam hosszát az ECMWF /European Centre for Medium-Range Weather Forecasts/ adatbázisainak időbeli lefedettsége határozta meg, ugyanis ez a felhasznált két reanalízis adatbázis közös időszaka. A későbbiekben további adatbázisok bevonása is szerepel céljaink között, illetve tervezzük a blocking események jövőbeli alakulását is vizsgálni éghajlati modellek eredményeinek felhasználásával. A blocking helyzetek azonosításához szükséges számításokat a szakirodalomban fellelhető több különböző módszertan felhasználásával is elvégeztük, így lehetőség nyílt az egyes módszerek összehasonlítására is.

Felhasznált adatok

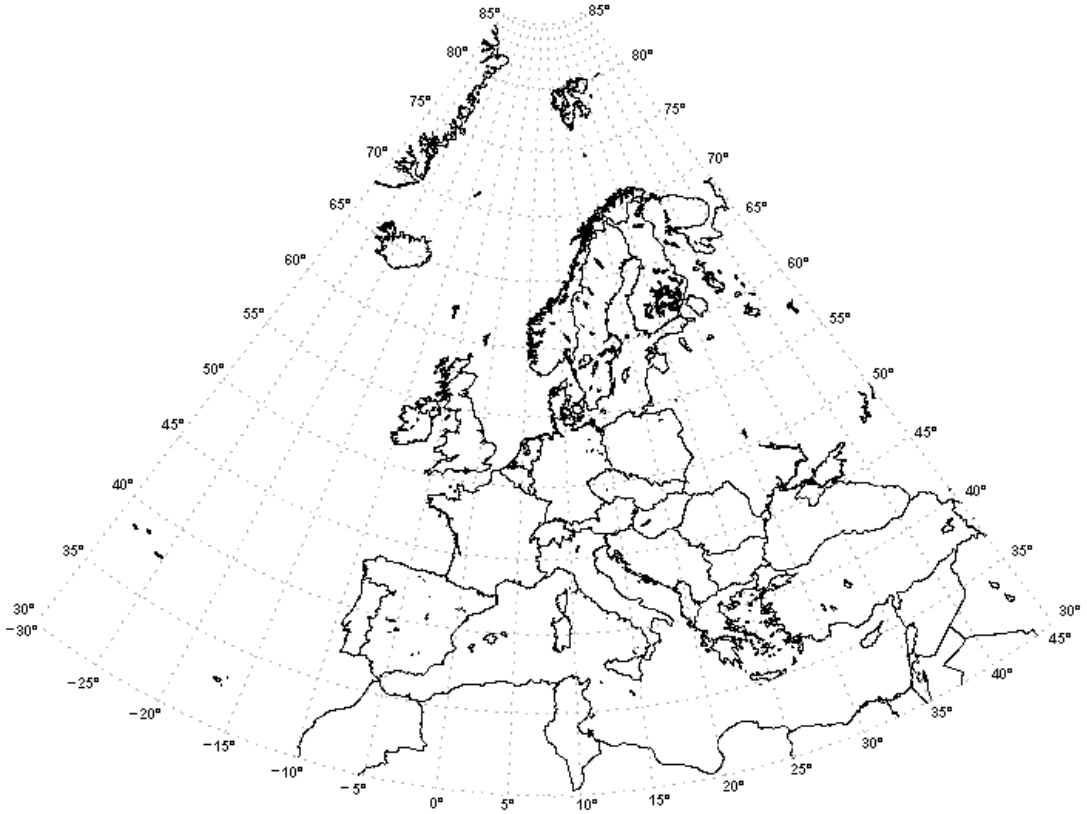
Vizsgálataink során az ECMWF reanalízis adatbázisai közül kettőt használtunk fel. Az ECMWF ERA-Interim és ERA-20C adatbázisok nyomási és potenciális örvényességi mezőit vizsgáltuk. A reanalízis adatbázisokat különböző adatasszimilációs technikák segítségével hozzák létre. Habár az adatasszimiláció során mindkettő esetében a 4D variációs asszimilációs technikát alkalmazzák, markáns különbség mutatkozik köztük. Míg az ERA-Interim adatbázist 12 órás, addig az ERA-20C adatbázist 24 órás adatasszimilációs ablak segítségével hozzák létre. További különbség van a két adatbázis között, nevezetesen a rendelkezésre álló időintervallum hosszában. Az ERA-20C adatbázis 1900-tól 2010-ig, az ERA-Interim 1979-től napjainkig áll rendelkezésre. Vizsgálatainkhoz a két adatsornak egy közös időszakát, az 1979-

től 2005-ig terjedő időszakot választottuk ki. A két vizsgált paraméter az 500 hPa-os főizobár szint geopotenciális magassága, valamint a 2 PVU-s ($2*10^{-6}$ m^2 $s^{-1}K$ kg^{-1}) potenciális örvényességű szinten a potenciális hőmérséklet értéke. A számítások 1° x 1° térbeli felbontású rácshálózaton történnek. A vizsgálati terület kijelölése nagy körültekintést igényelt, mivel az egyes szakirodalmi források eltérően határozzák meg az atlanti-európai térség blocking jelenségkörrel érintett részét. Míg a tartomány észak-déli kiterjedését illetően egyeztek a források, addig annak nyugati és keleti határát eltérően határozták meg az egyes kutatások. Hoskins et al. (2002) szerint a vizsgálati terület a ny. h. 20°-tól a k. h. 45°-ig tart, míg Rex (1950) szerint a ny. h. 30°-tól a k. h. 60°-ig. Az 1. táblázat az egyes szakirodalmi forrásokban fellelhető tartomány határokat mutatja be.

1. táblázat: Az atlanti-európai térség blocking eseményekkel érintett tartománya a különböző szakirodalmi források szerint

Nyugati határ	*Keleti határ*	*Forrás*
ny.h. 20°	*k.h. 45°*	*Hoskins et al. 2002*
ny.h. 30°	*k.h. 60°*	*Daniel F. Rex 1950*
ny.h. 80°	*k.h. 40°*	*J. M. Wiedenmann et al. 2002*
ny.h. 10°	*k.h. 30°*	*Yao Yao and Luo Dehai 2014*
ny.h. 65°	*k.h. 30°*	*J. F. Austin 1979*
ny.h. 22,5°	*k.h. 45°*	*Tibaldi et al.1993*

Végül a szakirodalmi források alapján az általunk vizsgált területet az északi szélesség 85° és északi szélesség 30° közötti, valamint a nyugati hosszúság 30° és keleti hosszúság 45° közötti tartományon jelöltük ki. A következő, 1. ábrán az általunk kijelölt vizsgálati terület látható.



1. ábra: A vizsgálati terület

Számítási módszerek

A blocking jelenség tanulmányozására a szakirodalomban fellelhető módszerek közül kettőt választottunk ki (Tibaldi és Molteni, 1990; Pelly és Hoskins 2003). Mindkét módszer egy adott állapothatározó északi és déli irányú gradiensét vizsgálja, adott hosszúsági kör mentén. A kiszámított gradiens értékeket minden esetben a meghatározott blocking kritériummal kell összevetni. Ha az adott gradiens értéke a kritérumnak megfelel, akkor az adott hosszúsági kör mentén blocking esemény van.

Az első, Tibaldi és Molteni (1990) által leírt módszer az 500 hPa-os főizobárszinten mért geopotenciális magassági értékek gradiensét vizsgálja egy adott hosszúsági kör mentén az (1) és (2) egyenletek kiszámításával. Blocking eseményről akkor beszélünk, ha a (7) és (8) kifejezések által megadott kritériumok legalább egy Δ érték esetén teljesülnek. A számítás a vizsgált tartomány minden egyes hosszúsági köre mentén elvégezhető.

(1) $$GHGN = \frac{Z(\Phi_n) - Z(\Phi_0)}{\Phi_n - \Phi_0}$$

(2) $$GHGS = \frac{Z(\Phi_0) - Z(\Phi_s)}{\Phi_0 - \Phi_s}$$

(3) $$\Phi_n = 80 + \Delta$$

(4) $$\Phi_0 = 60 + \Delta$$

(5) $$\Phi_s = 40 + \Delta$$

(6) $$\Delta = 0, -4, +4$$

(7) $$GHGS > 0$$

(8) $$GHGN < -10$$

Az első egyenlet a vizsgálati terület északi zónáját határozza meg. Ebben az egyenletben a 80+Δ szélességi fok mentén vett geopotenciális magassági értékből kell kivonni a 60+Δ szélességi fok mentén vett geopotenciális magassági értéket. Majd az így kapott különbséget el kell osztani 80+Δ és a 60+Δ szélességi fokok különbségével. Az így kapott érték lesz az előzőekben már emlegetett gradiens, amit az előre meghatározott küszöbértékkel kell összevetni. Ebben az esetben a (8)- as egyeletet kell figyelembe venni. Ha a gradiens értéke kisebb, mint -10, akkor az adott szélességi és hosszúsági fokok által meghatározott rácspontban blocking jelenség van. Mindezek mellett figyelembe kell venni, hogy a különböző Δ esetekben eltérő értékek adódnak. Minden esetben a legnagyobb értéket kell kiválasztani, és összevetni a küszöbértékkel. Fontos megemlíteni, hogy a (6) kifejezés során több forrás más és más értékekkel számolt. Tibaldi és Molteni cikkében ez az érték -4; 0; +4 (Tibaldi and Molteni, 1990), D'Andrea F. cikkében viszont -3.75; 0; +3,75 (D'Andrea et al., 1998). Az előbb említett két forrás nem csak a Δ értékében, hanem a küszöbértékében is különbözik. Az utóbbiban nem -10, hanem -5 volt ez az érték. A második egyenlet hasonló az elsőhöz, csak ebben az esetben 60+Δ szélességi fok mentén vett geopotenciális magassági értékekből kell kivonni a 40+Δ szélességi fokhoz tartozó geopotenciális magassági értékeket. Ez a vizsgálati terület déli zónáját határozza meg. Maga a számítás menete ugyanaz, mint az első egyenletnél, csak a szélességi fokok, illetve a küszöbérték más. Ebben az esetben a küszöbérték nulla, és ez a különböző forrásokat tekintve nem változik.

A másik módszer Pelly és Hoskins (2003) nevéhez fűződik, habár Green (1977) foglalkozott először a potenciális örvényességi mezők vizsgálatával a blocking jelenség témakörén belül. A PV-Θ eljárás során a 2 PVU-s potenciális örvényességi szinten vizsgáljuk a potenciális hőmérséklet északi és déli irányú gradiensét. A referencia földrajzi szélesség itt a Pelly és

Hoskins (2003) által meghatározott éves átlagos központi blocking szélesség, azaz a Φ_c =56,5°. A módszert a következő egyenletek írják le:

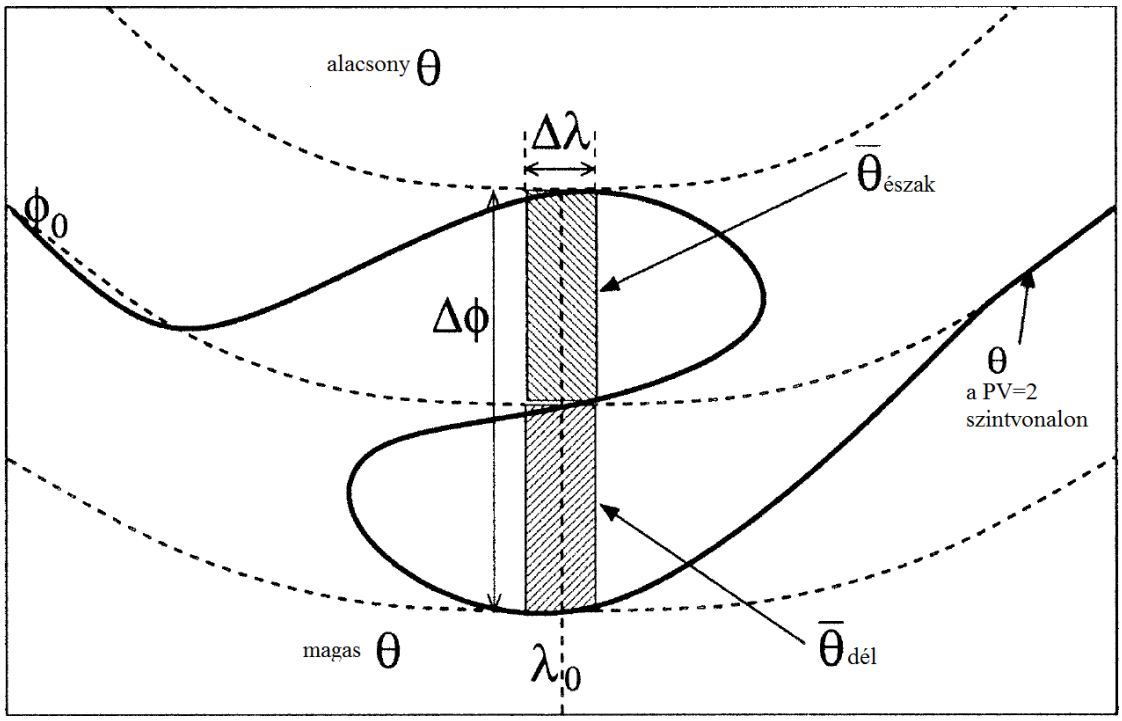
(9) $$\Phi_0 = \Phi_c \mp \Delta$$

(10) $$\Delta = 0, -4, +4$$

(11) $$B = \frac{2}{\Delta\Phi}\int_{\Phi_0}^{\Phi_0+\frac{\Delta\Phi}{2}} \Theta d\Phi - \frac{2}{\Delta\Phi}\int_{\Phi_0-\frac{\Delta\Phi}{2}}^{\Phi_0} \Theta d\Phi$$

(12) $$B > 0$$

Ahogyan az első módszer esetében is, itt is egy küszöbérték határozza meg a blocking esemény kritériumát, amit (12) fejez ki. Azaz a PV-Θ eljárás során akkor beszélünk blocking eseményről, ha az adott területen a „B" értékére nullától nagyobb értéket kapunk. A „B" értéke minden egyes földrajzi hosszúságra kiszámítható. A 2. ábrán a második módszer sematikus rajza tekinthető meg.



2. ábra: A PV-Θ módszer sematikus rajza
forrás: Pelly és Hoskins (2003)

A 2. ábrához kapcsolódó jelmagyarázat:

- λ_0 – Az adott hosszúsági fokot jelzi, melyre a vizsgálatot végezzük.
- $\Delta\lambda$ – Az adott hosszúsági foktól nyugati és keleti irányban vett eltérést mutatja.
- $\Delta\Phi$ – A vizsgálati terület legnagyobb és legkisebb szélességi foka közti különbség.
- $\Theta_{\text{észak}}$ – A vizsgált hosszúsági fok esetében a vizsgált terület északi részének átlagos potenciális hőmérsékleti értéke.
- $\Theta_{\text{dél}}$ – A vizsgált hosszúsági fok esetében a vizsgált terület déli részének átlagos potenciális hőmérsékleti értéke.
- Φ_0 – Az adott szélességi fok, mely elválasztja egymástól az északi és déli tartományait az adott hosszúsági fokhoz tartozó vizsgálati területnek.

A blocking jelenség ismertetése

A blocking a felső troposzférikus szélmezőben megfigyelhető anomália, ami néhány naptól több hétig is képes fennmaradni. A szokványos, hosszú idő átlagában vett, uralkodó nyugatias áramlás iránya drasztikusan megváltozik, deformálódik. Időnként olyan meridionális irányú perturbációk jönnek létre, melyek mentén az áramlás zonális komponense szinte teljesen megszűnik, és úgynevezett állóhullámok alakulnak ki. (Gyuró és Tóth 2008; Tóth, 2007) A troposzférikus szélmező deformációja megakadályozza a szinoptikus skálájú képződmények megszokott, keleti irányú áthelyeződését. Azaz a blocking nem más, mint egy a szinoptikus skálájú képződményeket blokkoló jelenség, mely jellemzően 3-5 napig, de némely esetben akár több hétig is fennáll. Szélsőséges időjárási események is kapcsolódhatnak hozzá.

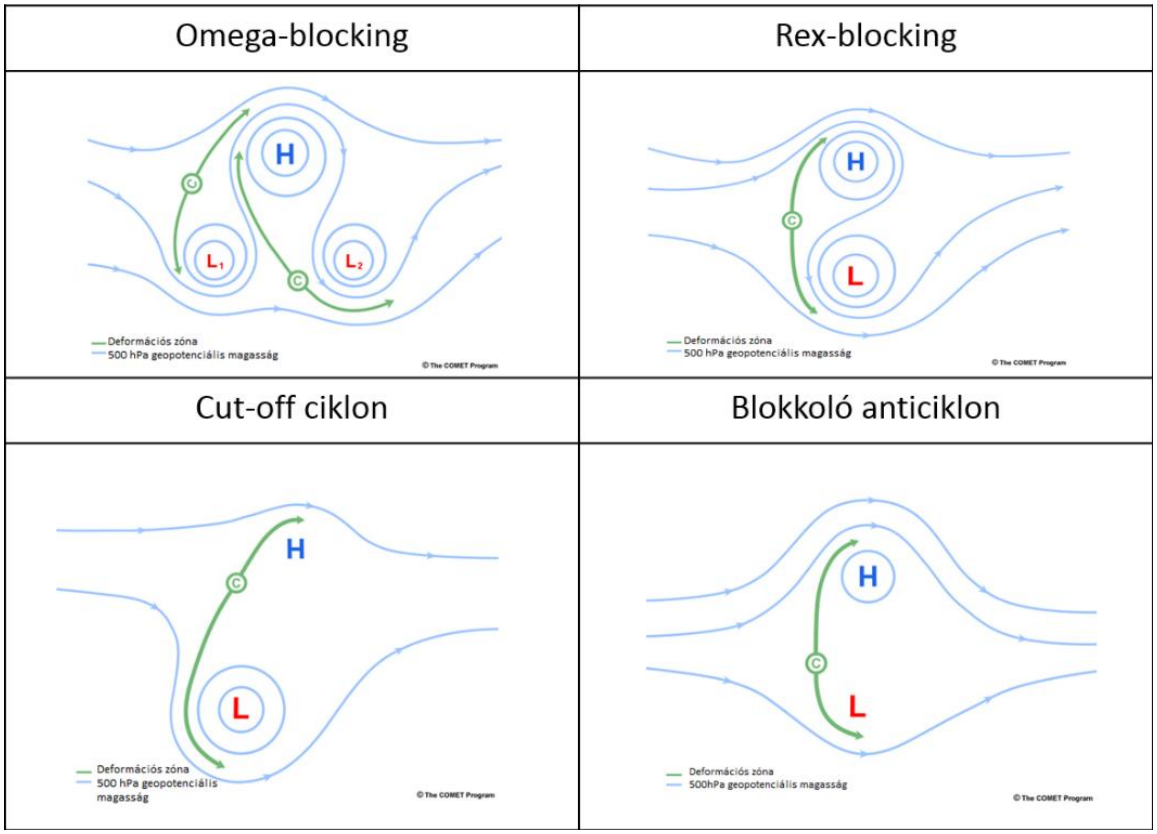
A blocking jelenség kritériumai:

- A magaslégköri futóáramlat több ágra szakad,
- Néhány napon, jellemzően 3-5 napon keresztül fennáll,
- Nagy területet, jellemzően 35-45 szélességi fok közötti zónát érinti.

Az anomáliák térbeli elhelyezkedése alapján, azaz hogy az 500 hPa-os geopotenciálmezőben milyen karakterisztikájú hullámhoz milyen hőmérsékleti mező párosul, többféle blocking struktúrát különböztethetünk meg:

- Omega-blocking
- Rex-blocking
- Cut-off ciklon
- Blokkoló anticiklon

A 3. ábrán a különböző blocking fajták, azaz a különböző anomáliák térbeli elhelyezkedése figyelhető meg.



3. ábra: A blocking helyzetek különböző típusai
forrás: UCAR community programs: COMET

A 3. ábrán látható különböző típusú blockingok mindegyike esetében ciklon és/vagy anticiklon konfigurációról van szó. E jelenség előfordulása homogén felszín fölött, azaz nagy kiterjedésű síkság vagy óceáni vízfelszín fölött lehetséges. Az északi féltekén a blockingnak két igen jelentős akciócentruma van, melyek mindegyike óceáni vízfelszínhez és ezzel együtt aktív ciklonpályákhoz köthető. Ezek az Atlanti- és Csendes-óceáni területek 40°-50° szélességi fokai közt terülnek el (Hoskins és Pelly, 2002).

Összefoglalás

Kutatásunk célja a blocking jelenséget leíró módszerek megismerése, összehasonlítása, és ezek felhasználásával az atlanti-európai térségben előforduló blocking események vizsgálata. Elemzéseinkhez az ECMWF ERA-Interim és ERA-20C adatbázisokat használjuk fel. Jelen tanulmányunkban bemutattuk a blocking jelenségkör tanulmányozására széles körben alkalmazott módszereket, melyek az 500 hPa-os geopotenciális magasság gradiensének meghatározásán, illetve a 2 PVU-s potenciális örvényességi szinten mért potenciális hőmérséklet gradiensének vizsgálatán alapulnak. E módszerek által leírt blocking indexek a vizsgált tartomány minden egyes hosszúsági körére meghatározhatók, így részletes képet kaphatunk a blocking jelenség havi, évszakos és éves eloszlásáról a teljes atlanti-európai térségre vonatkozóan, és vizsgálhatjuk annak Kárpát-medencére gyakorolt hatását is.

Irodalomjegyzék

1. Austin J. F. (1979): Tha blocking of middle latitude westerly winds by planetary waves. J. R. Met. Sec. (1980) 106, pp. 327-350
2. D'Andrea, F., Tibaldi, S., Blackburn, M., Boer, G., De'que', M., Dix, M. R., Dugas, B., Ferranti, L., Iwasaki, T., Kitoh, A., Pope, V., Stern, W., Van den Dool, H., Williamson, D. (1998): Northern Hemisphere atmospheric blocking as simulated by 15 atmospheric general circulation models in the period 1979-1988. Climate Dynamics (1998) 14 385-407, Springer-Verlag 1998
3. Green J. S. A. (1977): Some dynamical considerations of the drought. Royal Meteorological Society Volume 32, Issue 4 Pages 120–159
4. Gyuró Gy. és Tóth T. (2008): Blokkoló anticiklonok szerepe nagy csapadékmennyiséggel járó időjárási helyzetek kialakulásában. Légkör 2008. 3.
5. Lejenas H., 0kland H. (1983): Characteristics of northern hemisphere blocking as determined from a long time series of observational data Tellus (1983),35A. 35G362
6. Pelly J. L., and Hoskins, B. J. (2002): A New Perspective on Blocking. American Meteorological Society 743.
7. Luo D., Yao Y., Dai A. (2014): Decadal Relationship between European Blocking and the North Atlantic Oscillation during 1978–2011. Part I: Atlantic Conditions. JOURNAL OF THE ATMOSPHERIC SCIENCES VOLUME 72
8. Rex D. F. (1950): Blocking Action in the Middle Troposphere and its Effect upon Regional Climate. Manuscript
9. Tibaldi S., and Molteni F., (1990): On the operational predictability of blocking. Manuscript. Tellus (1990), 42A, 343-365
10. Tibaldi S., Tosi E., Navarra A. and Pedulli L. (1993): Northern and Southern Hemisphere Seasonal Varianility of Blocking. American Meteorological Society 1971.
11. Tóth T. (2007): Jelentős Csapadékhullással Járó Földközi-tengeri ciklonok klimatológiája blokkoló anticiklonok gyakoriságának függvényében. Diplomamunka, kézirat
12. Wiedenmann J. M. and Lupo A. R., Mokhov I. I. and Tikhonova E. A. (2002):The Climatology of Blocking Anticyclones for the Northern and Southern Hemispheres: Block Intensity as a Diagnostic. American Meteorological Society 3459.

PHILIPPE DE LA HIRE UNIVERZÁLIS ASZTROLÁBIUMA NAPÓRA ÜZEMMÓDBAN

Péntek Kálmán

NymE TTMK Matematika és Fizikai Intézet
9700 Szombathely, Károlyi G. tér 4.
pentek.kalman@nyme.hu

Összefoglaló: A dolgozatban a Nap éggömbön történő mozgását szemléltető szférikus csillagászati műszert mutatunk be, amelynek első változatát Philippe de la Hire (1640-1718) publikálta 1701-ben. E forgatható korong alakú eszköz, amely lényegében egy speciális típusú univerzális asztrolábium, alkalmas a szférikus csillagászat klasszikus feladatainak megoldására. A készülék modernizált változatát jelen dolgozat szerzője készítette el. Ez az eszköz kis kiegészítéssel alkalmas bármely földrajzi szélességű helyen néhány perces pontossággal a valódi napidő meghatározására is.

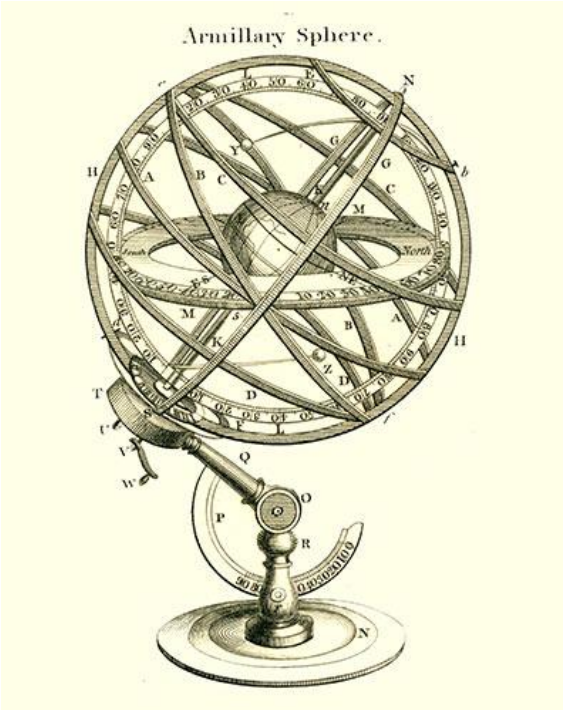
Bevezetés

A klasszikus asztrolábium a csillagos éggömb egy korong alakú működő modellje, egy több mint 2000 éves analóg számítógép. Felhasználásával egyrészt meghatározhatjuk az égitestek helyzetét magával az asztrolábiummal történő méréssel, másrészt mint számolóeszközzel megoldhatunk segítségével számos szférikus csillagászati feladatot. Alkalmas az asztrolábium továbbá geodéziai és egyéb mérnöki feladatok megoldására is.

Az asztrolábium minden valószínűség szerint az éggömb térbeli modelljének, az armilláris szférának, régies magyar nevén: gyűrűs tekének a síkbeli vetületeként született meg. Az armilláris szféra egy körgyűrűkből összeállított csillagászati eszköz. Neve a latin armilla szóból ered, amelynek jelentése: karperec, karkötő. Az első armilláris gömböt a Kürénei Eratoszthenész (Kr. e. 276 – Kr. e. 194) görög matematikus, földrajztudós és csillagász, az Alexandriában működő Muszeion (Múzsák Csarnoka) könyvtár és egyetem igazgatója alkotta meg. Kr. e. 255-ben. Megjegyezzük, hogy egyes szakirodalmi források Hipparkhosznak tulajdonítják az első armilláris gömb megalkotását.

Az armilláris szférát alkotó gyűrűk az éggömb legfontosabb köreit (égi egyenlítő, ráktérítő, baktérítő, ekliptika, napéjegyenlőségi és napfordulati kolúrok) jelenítik meg. A horizont, a meridián és az égi egyenlítő gyűrűjét szögek mérésére alkalmas skálabeosztással is ellátták. A szerkezet középpontjában a Földgömböt ábrázoló golyó helyezkedik el a geocentrikus világmodell szerint, amely a világtengelyt szemléltető pálcán keresztül kapcsolódik az éggömb gyűrűihez (1. ábra).

A sztereografikus projekciót, mint a gömbnek síkra történő szögtartó és körtartó leképezését már az ókori egyiptomiak is ismerték és használták a Kr. e. 3. században planiszférikus projekció néven. E leképezés felhasználásával az éggömb déli pólusába helyezve a vetítési centrumot, az armilláris szféra köreit az égi egyenlítő síkjára vetíthetjük, amelyet a továbbiakban sztereografikus ekvatoriális projekciónak nevezünk. Ezzel a vetítési eljárással megszületett az asztrolábium alapgondolata.



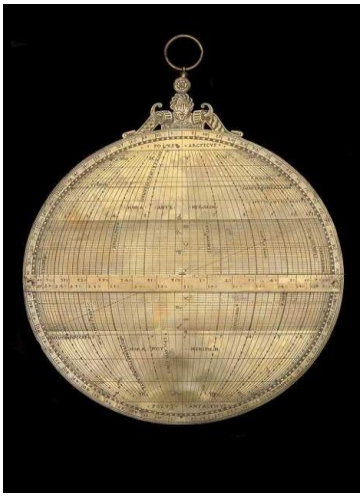
1. ábra: Az armilláris szféra

A planiszférikus asztrolábiumot a Pergai Apollóniosz (Kr. e. 265 – Kr. e. 190) Alexandriában tevékenykedő görög matematikus és csillagász alkotta meg. Megjegyezzük, hogy egyes szakirodalmi források az asztrolábium megalkotását is Hipparkhosznak tulajdonítják. Apollóniosz fő matematikai műve a 8 kötetes Konika (kúpelemek), amelyben olyan matematikai precizitással dolgozta ki a kúpszeletek elméletét, hogy már kortársaitól is méltán érdemelte ki a Megasz Geometrosz (nagy geométer) megtisztelő melléknevet. Bizonyosra vehetjük, hogy Apollóniosz munkáira támaszkodott Johannes Kepler is, amikor a 17. század elején kidolgozta híres bolygómozgási törvényeit (2. ábra).

2. ábra. A planiszférikus asztrolábium

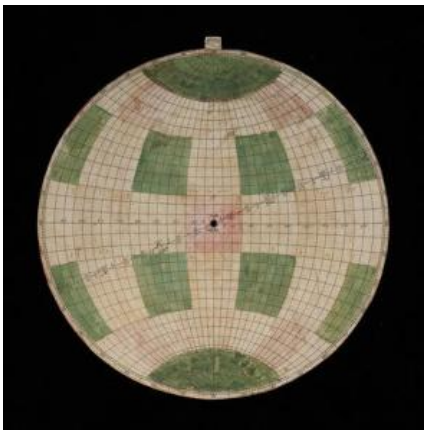
Fontos megemlékeznünk a Nikeai Hipparkhosz (Kr. e. 190 – Kr. e. 125) eredményeiről, aki az egyik legjelentősebb görög csillagász volt. Rodoszon és Alexandriában tanított, felismerte a precessziót, összeállította fényrendjük szerint az állócsillagok katalógusát, megalkotta az ortografikus térképi vetületet és tökéletesítette a planiszférikus asztrolábiumot.
A planiszférikus asztrolábium rögzített földrajzi szélességen ábrázolja az égboltot. Az asztrolábiumok tetszőleges földrajzi szélességen is használható változatát, az univerzális asztrolábiumot Abu Ishaq Ibrahim al-Zarqali (1029-1087) és később Gemma Frisius (1508-1588) dolgozta ki. Az al-Zarqali-féle asztrolábium „Saphea Arzachelis" néven vált ismertté Európában. E műszer vetületi rendszere szintén sztereografikus projekció, azonban a klasszikus planiszférikus asztrolábiummal szemben meridionális nézetben szerepel, amelyet a továbbiakban sztereografikus meridionális vetületnek nevezzük (3. ábra).

3. ábra. Az Al-Zarqali és Frisius-féle univerzális asztrolábium



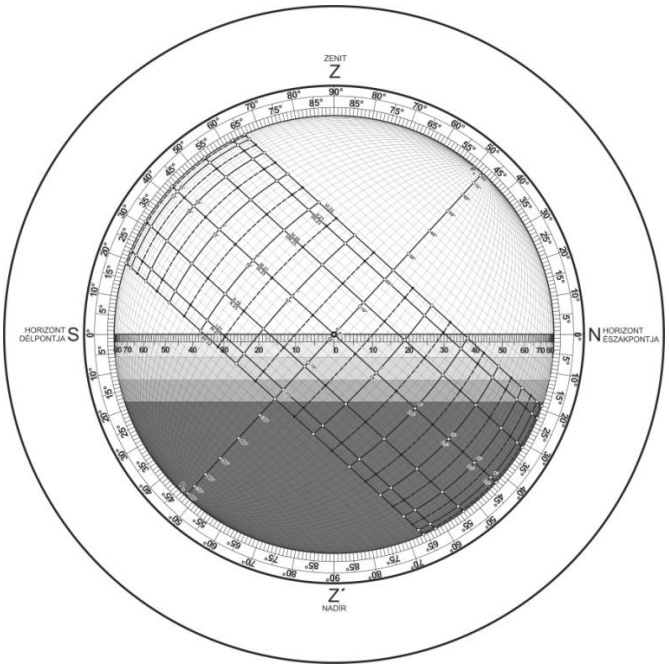
4. ábra. A Rojas-féle univerzális asztrolábium

Az univerzális asztrolábium egy másik változatát Juan de Rojas y Sarmiento fejlesztette ki és mutatta be 1551-ben megjelent művében. Műszerének megkonstruálása során a Hipparkhosz-féle ortografikus vetületi rendszert alkalmazta meridionális nézetben, amelyet a továbbiakban ortografikus meridionális vetületnek nevezzük (4. ábra).
Az univerzális asztrolábium mindkét változata a keleti, illetve a nyugati fél éggömböt a meridián síkjára vetítve kettős rétegben, mintegy oldalnézetben, ún. meridionális vetületben ábrázolja az égboltot. Az égi egyenlítő mentén elhelyezett szögskála sztereografikus projekció esetén az asztrolábium korongjának pereme felé ritkul, míg ortografikus projekció esetén a perem felé haladva sűrűsödik. A leolvasási pontosságot figyelembe véve azonban egy olyan asztrolábium használata lenne előnyös, amelynek égi egyenlítő menti skálázása végig jó közelítéssel lineáris.
E kvázilineáris skálázásnak a problémáját Philippe de la Hire (1640-1718) francia matematikus, csillagász és térképész oldotta meg sikeresen, amikor 1701-ben publikálta a meridionális projekció egy sajátos változatán alapuló univerzális asztrolábiumát. Magát az eszközt Nicolas Bion (1652-1733) francia műszertervező és finommechanikus készítette el (5. ábra).



5. ábra. A Philippe de la Hire-féle univerzális asztrolábium

A XIX. század második felében a közép- és felsőfokú oktatásban megjelentek az univerzális asztrolábiumok szerkesztési elvein alapuló, általában kartonból készült és nyomdai úton sokszorosított csillagászati taneszközök. Francia és német mintára hazánkban a Rojas-féle asztrolábiumon alapuló, ortografikus meridionális vetületi rendszerben működő forgatható korongot fejlesztett ki Lóskay Miklós 1904-ben, amelyhez útmutató füzetet Kövesligethy Radó (1862-1934) csillagász és geofizikus készített 1903-ban (*HOLLANDER*, 1999; *KÖVESLIGETHY*, 1899, 1903; *LÓSKAY*, 1904; *MORISSON*, 2010; *SNYDER-VOXLAND*, 1989) (6. ábra).



6. ábra. A Lóskay-féle forgatható korong modern változata

A Philippe de la Hire-féle asztrolábium

Az egységsugarú éggömb analitikus leírására alkalmazzunk 2. ekvatoriális koordinátákat, az α rektaszcenziót és a δ deklinációt. További számításainkhoz rögzítsünk olyan térbeli Descartes-féle koordinátarendszert, amelynek kezdőpontja az éggömb O középpontja, x-tengelye

az égi egyenlítőn a tavaszpontba, y-tengelye a nyári napforduló égi egyenlítőre eső vetületi pontjába, z-tengelye pedig az éggömb P_N égi északi pólusának irányába mutasson.
Az éggömb felületén levő tetszőleges $P(\alpha, \delta)$ pont Descartes-féle $P(x,y,z)$ koordinátái Gauss nyomán nyerhetők az

(1)
$$x = cos\delta \cdot cos\alpha$$
$$y = cos\delta \cdot sin\alpha\ ,$$
$$z = sin\delta$$

transzformációkkal, ahonnan a

(2) $$P(\cos\delta \cdot \cos\alpha, \cos\delta \cdot \sin\alpha, \sin\delta);\ \ (-90° \leq \delta \leq 90°,\ 0° \leq \alpha < 360°)$$

előállítást nyerjük.
Vetítsük ezután a (2) előállításban a $-90° \leq \delta \leq 90°,\ 0° \leq \alpha \leq 180°$ paraméterértékekkel jellemzett fél éggömb tetszőleges pontját a $C(0, -d, 0)$ $(d \geq 1)$ pontból centrálisan a koordinátarendszer $y = 0$ egyenlettel jellemezhető xz síkjára. A számítások eredményeként olyan $P'(x', z')$ vetületi pontot nyerünk, amelyre teljesülnek az alábbi alakú

(3) $$x' = \frac{\cos\delta \cdot \cos\alpha}{\frac{\cos\delta \cdot \sin\alpha}{d} + 1}\ , z' = \frac{\sin\delta}{\frac{\cos\delta \cdot \sin\alpha}{d} + 1}$$

leképezési egyenletek.
Teljesen analóg módon képezhetjük le az xz síkra a $C'(0, d, 0)$ $(d \geq 1)$ pontból történő centrális projekcióval az éggömb $-90° \leq \delta \leq 90°,\ 180° \leq \alpha < 360°$ paraméterekkel jellemzett kiegészítő félgömbjét. Az előző eljárással együtt a teljes éggömbről egy dupla rétegű képet nyerünk az éggömb meridiánmetszetének egységnyi sugarú körlemezén.
Megjegyezzük, hogy a $d = 1$ speciális esetben az éggömb két rétegű sztereografikus vetületét nyerjük a $C(0, -1, 0)$, illetve $C'(0, 1, 0)$ pontból vetítve. Ekkor a leképezési egyenletek alakja:

(4) $$x' = \frac{\cos\delta \cdot \cos\alpha}{\cos\delta \cdot \sin\alpha + 1}\ ,\ z' = \frac{\sin\delta}{\cos\delta \cdot \sin\alpha + 1}$$

Megjegyezzük továbbá, hogy a $d \to \infty$ határesetben az éggömb két rétegű ortografikus vetületét kapjuk. Ekkor pedig a leképezési egyenletek alakja

(5) $$x' = \cos\delta \cdot \cos\alpha\ ,\quad z' = \sin\delta\ .$$

A fentiekben említett két speciális esetben vizsgáljuk meg az égi egyenlítő gömbi főkörének vetületét. Láthatjuk, hogy e főkör fokban mért skálázása lényeges eltéréseket mutat a sztereografikus, illetve az ortografikus vetület esetén. Sztereografikus vetületben a skála a vetületi korong pereme felé haladva megritkul, míg az ortografikus vetületben a perem irányába haladva besűrűsödik.
Az égi egyenlítő vetületéről történő szögleolvasás akkor a legpontosabb, ha e vetületi skála lineáris, vagy jó közelítéssel lineáris. Megkíséreljük Philippe de la Hire nyomán a $d(\geq 1)$ paramétert úgy megválasztani a (3) leképezési egyenletekben, hogy a skála minél jobban lineáris legyen.
A probléma megoldásához tekintsük az éggömb égi egyenlítőjének azon negyedkörét, amelyet olyan $P(\alpha, \delta)$ pontok alkotnak, melyre $0° \leq \alpha \leq 90°$, $\delta = 0°$ teljesül. Ezen negyedkör (3) leképezés melletti képe

(6) $$x' = \frac{\cos\alpha}{\frac{\sin\alpha}{d}+1}, \quad z' = 0,$$

ahol nyilván még fennáll a $0 \leq x' \leq 1$ egyenlőtlenség is. Vizsgáljuk meg, hogy milyen d érték esetén képződik le az említett negyed körív $\alpha = 45°$, $\delta = 0°$ koordinátákkal jellemzett pontja a képszakasz felezőpontjára, vagyis mekkora d mellett áll fenn a

(7) $$\frac{\cos 45°}{\frac{\sin 45°}{d}+1} = \frac{1}{2}$$

összefüggés? A (7) egyenlet megoldásaként könnyen adódik a

(8) $$d = 1 + \frac{1}{\sqrt{2}} \approx 1{,}7071$$

érték.
Számítsuk ki ezen $x'(\alpha)$ értékeket 10°-os sűrűséggel, amelynek eredményét az alábbi I. táblázat tartalmazza:

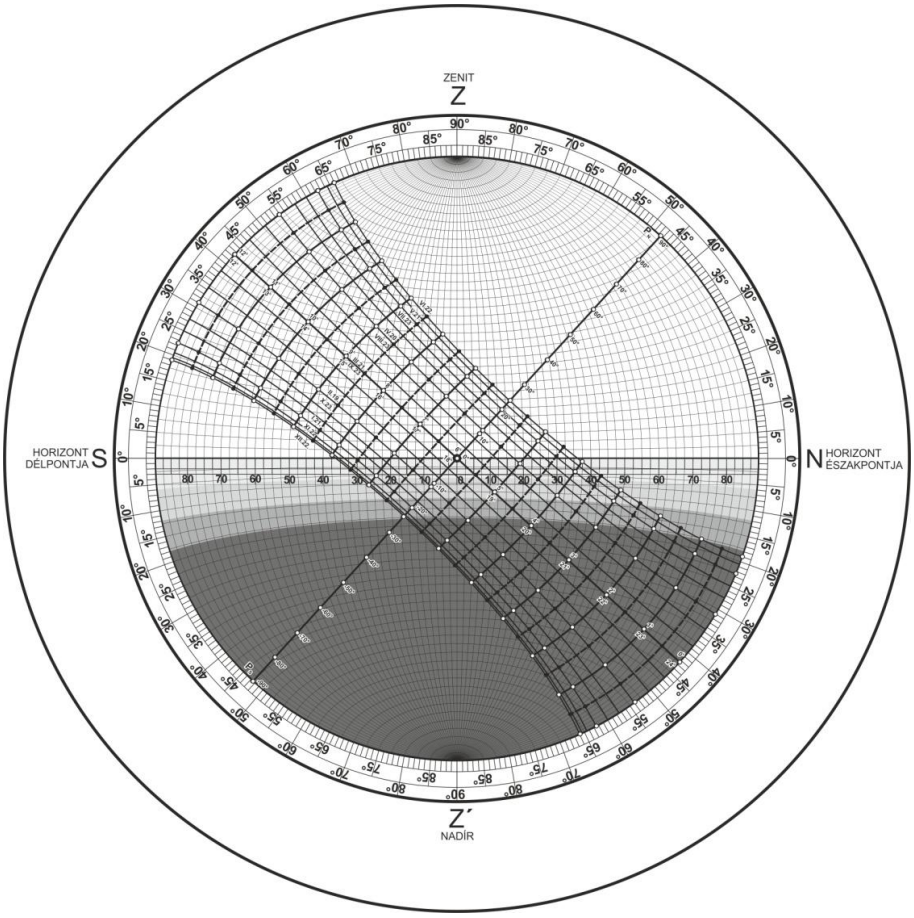
α[°]	$x'(\alpha)$
0°	1
10°	0,8939
20°	0,7829
30°	0,6698
40°	0,5565
50°	0,4437
60°	0,3317
70°	0,2206
80°	0,1101
90°	0

I. táblázat: Az $x'(\alpha)$ értékei

Az I. táblázat értékeit megvizsgálva megállapíthatjuk, hogy gyakorlatilag a skála 2 tizedesjegy pontossággal igen jó közelítéssel lineáris. A $d = 1 + \frac{1}{\sqrt{2}}$ értékhez tartozó, kvázilineáris skálázást eredményező perspektív projekciót, s a rajta alapuló univerzális asztrolábiumot alkotta meg 1701-ben Philippe de la Hire (*PÉNTEK*, 2010, 2012, 2014; *MARIK*, 1989; *SZENKOVITS*, 2007).

A Philippe de la Hire vetületén alapuló csillagászati korong

Az előző fejezetben ismertetett vetületen alapuló csillagászati taneszköz egy olyan két rétegből álló korong alakú készülék, amelynek rétegei a két összekapcsolódó körlemez középpontján átmenő, a korong síkjára merőleges tengely körül elforgatható módon vannak összekapcsolva.
A felső réteg merev fóliából készült, átlátszó, rajta megtalálható Philippe de la Hire-féle meridionális vetületben az éggömb 2,5°-os sűrűségű hálózatának képe arról az égi egyenlítői zónáról, amely mentén a Nap évi látszólagos mozgását végzi. A Föld tengelyferdesége jó közelítéssel 23°30’, ezért ezen említett égi egyenlítői zóna a [-23°30’, 23°30’] deklinációjú sávot öleli fel. Ezen a sávon belül megjelöltük azokat a Nappályákat, amelyek mentén a tavaszi napéjegyenlőségtől indulva a Nap jó közelítéssel 10-10 nap elteltével végighalad (7. ábra).



7. ábra. A Philippe de la Hire-féle vetület alapján készített forgatható korong

A korong alsó rétege kartonból készült, körkörösen a peremén tartalmazza a szögskálákat a meridián és a horizont mentén, a szürke 3 sötétedő árnyalatával feltüntettük a polgári-, a navigációs- és a csillagászati szürkület sávjait, rögzítettük a fő égtájak helyét, valamint a zenit és nadír pontokat. Az égbolt horizont fölötti, látható éggömbjének megfelel a korong felső körlemeze. A teljes körlemezen elhelyeztük a horizontális koordináta-hálózatot szintén 2,5°-os sűrűséggel La Hire-féle vetületben.

E csillagászati készülékkel megoldhatjuk a szférikus csillagászat számos fontos és érdekes feladatát. Könnyedén beállíthatjuk az eszközt a felhasználó helye földrajzi szélességének megfelelően. Ezután az év bármely napján meghatározhatjuk a Nap delelési magasságát, éjféli mélységét, a Nap kelési és nyugvási időpontját valódi napidőben, a napkelte és napnyugta irányát, a nappal és az éjszaka időtartamát, továbbá a polgári, a navigációs és a csillagászati szürkület időtartamát (*PÉNTEK*, 2010, 2012, 2014).

Ha a La Hire-féle vetületen alapuló korong hátoldalán kialakítunk egy egyszerű tengerészeti asztrolábiumot, akkor ennek segítségével a korongot alkalmasan felfüggesztve meghatározhatjuk bármely időpontban derült idő esetén a Nap horizont fölötti magasságát. Ismerve az észlelés dátumát, megkereshetjük a hozzátartozó Nappályát a vizsgálati hely földrajzi szélességének megfelelően beállított átlátszó korongon. Keressük meg továbbá a korong alsó rétegén a lemért Napmagasság ellipszis ívét. Határozzuk meg ezután e két görbe metszéspontját, s vetítsük ezt a metszéspontot az átlátszó korong égi egyenlítőjén elhelyezett időskálára. Ez szolgáltatja a valódi $T_{\odot}$ napidőt. Innen egyszerű korrekciós számítást alkalmazva meghatározhatjuk a T polgári időt is a dátum és az észlelési hely földrajzi hosszúságának birtokában.

A La Hire vetületen alapuló korong ezen napóra üzemmódjára egy illusztráló mintafeladatot mutatunk be. Tegyük fel, hogy szeptember 13-án, Szombathelyen a délutáni órákban $h = 42{,}5°$ Napmagasságot mérünk. Határozzuk meg a valódi napidőt, s ennek felhasználásával a közép-európai zónaidő értékét!
Tudjuk, hogy szeptember 13-án a Nap deklinációja $\delta_\odot = +4°$. Az analemma görbe felhasználásával az időegyenlítés értéke $E = +4^m$. Szombathelyen mérünk, így a város földrajzi helyzete miatt időben kifejezve $T_\lambda = +6{,}5^m$, mert ennyivel vagyunk keletre a közép-európai időzóna középvonalától. Ezen ismeretek és adatok birtokában a korongról leolvasott valódi napidő értéke: $T_\odot = 13^h 30^m$. A közép-európai zónaidő T értéke:

$$T = T_\odot - E - T_\lambda + 1^h \tag{9}$$

a nyári időszámítást is figyelembe véve, tehát

$$T = 13^h 30^m - 4^m - 6^m 30^s + 1^h = 14^h 19^m 30^s \tag{10}$$

a mérés pillanatában a polgári idő értéke. A kapott eredményt karóránk eredményével összevetve megállapíthatjuk, hogy a La Hire vetületen alapuló korong segítségével meghatározott polgári idő az eszköz korlátozott pontossága miatt legfeljebb csupán néhány perccel tér el a valóságos polgári időtől. Megjegyezzük, hogy finomabb mérésekhez és számításokhoz a korongon lineáris interpolációt alkalmazhatunk.

Irodalom

HOLLANDER, R. (1999): L'Astrolabe – Histoire, Théorie et Pratique, Institut Océanographique, Paris, 391 p.
KÖVESLIGETHY R. (1899): A mathematikai és csillagászati földrajz kézikönyve. Kogutovicz és társa Magyar Földrajzi Intézete, Budapest, 911 p.
KÖVESLIGETHY R. (1903): Használati utasítás Lóskay Miklósnak a Nap és a csillagok járását a Föld tetszőleges helyén feltüntető napi-ív-korongjához. Magyar Földrajzi Intézet Rt. Budapest, 15 p.
LÓSKAY M. (1904): A Nap és a csillagok járása a Föld tetszőleges helyén. Magyar Földrajzi Intézet Rt. Budapest, 2 p.
MARIK M. (1989): Csillagászat. Akadémiai Kiadó, Budapest, 867 p.
MORRISON, J. E. (2010): The Astrolabe, Ed. Janus, Rehoboth Beach, DE, USA, 437 p.
PÉNTEK K. (2010): Ábrázoló geometriai módszerek alkalmazása a szférikus csillagászatban: az ortografikus meridián projekció. NymE SEK Tudományos Közleményei XVII. Természettudományok 12. Szombathely, 27-49 p.
PÉNTEK K. (2012): Az ortografikus meridionális vetületi rendszeren alapuló csillagászati készülék: a Nap évi mozgását bemutató forgatható korong. NymE SEK Tudományos Közleményei XVIII. Természettudományok 13., 37-64. p.
PÉNTEK K. (2014): Egy érdekes térképi vetület matematikai és csillagászati alkalmazásai. In: Dimenziók: Matematikai közlemények II. kötet. NymE Erdőmérnöki Kar, Matematikai Intézet, Soproni Tudós Társaság, Sopron, 3-8. p.
SNYDER, J. P. – VOXLAND, Ph. M. (1989): An Album of Map Projections, U.S. Geological Survey Professional Paper 1453, Denver, 249. p.
SZENKOVITS F. (2007): Bevezetés a csillagászatba. Kolozsvári Egyetemi Kiadó, Kolozsvár, 226 p.

VALLEY-BASED TOWNS: THEIR SOCIO-ECONOMIC AND AIR-QUALITY SPECIFICS COMPARED TO THE PLAIN-LOCATED ONES IN HUNGARY

Zoltán Utasi, János Mika, Antal Tóth

Eszterházy Károly University, Institute of Geography and Environment
3300 Eger, Leanyka 6.
E-mail: utazo74@ ektf.hu, mikaj@ektf.hu, tantal@ektf.hu

There are 30 valley-based towns with >10,000 inhabitants in Hungary, representing 1.017.000 inhabitants, i.e. 10% of the population. Nine small towns are from agglomeration of Budapest. 114 socio-economic statistics and 5 air-quality indicators are analysed in comparison with selected plain-located towns, representing similar number of people. In 16 aspects considerable socio-economic differences are found, whereas the air-quality differences are not unequivocal.
Keywords: demography, communal supply, social conditions, air-pollution, Hungary

1. INTRODUCTION

Towns can be classified in several ways. One of them may be whether or not the settlement is located in a valley (Utasi et al, 2012). As we can see below, the proportion of such settlements and their inhabitants are not at all negligible even in Hungary. Ca. 10 % of the population live in the 30 settlements over 10,000 inhabitants.

These valley-based towns have originally been based mostly on mining and related industry, which activities are nowadays largely reduced in Hungary. This may lead to economical and social stresses that have not yet been deeply studied in our country, at least.

We also analyse effects of valley-based feature on the air quality, seeming two-fold, *a priori*. On one hand, the valleys may worsen the air quality since the surrounding hills form mechanical barriers to horizontal winds and also more frequent inverse stratification. On the other hand, the local hill-valley circulation may mix the air, which is especially important in anti-cyclonic situations, often accompanied with critical high concentrations elsewhere.

Problem of topography in high pollution events has already mentioned in early studies on air pollution (Martin et al., 1967, Arnold, 1964). The key aspect is occurrence of temperature inversions leading to weak mixing of pollutants, mostly relevant to towns located in large valleys (*http://www.arb.ca.gov/knowzone/students/airpollu/airpolpage/whyis.htm*, *http://www.bcairquality.ca/101/air-quality-factors.html)*. As concerns the air pollution monographs and textbooks, the mostly claim this aspect (e.g. Seinfeld and Pandis, 2006).

The paper is structured as follows: Section 2 deals with the applied definition of the valley-based towns and selection of plain-located control-towns. Socio-economic differences between the two groups are presented in Section 3. Section 4 introduces the differences in five air-pollution characteristics in this respect, which is followed by brief Conclusion.

2. VALLEY-BASED TOWNS WITH CONTROL SETTLEMENTS IN HUNGARY

It is not easy, how to define a valley-based town. In geography, the >120 deg view angle between the two sides as seen from the deepest point of the valley is an existing criterion, but it is not unequivocal if more than two hills embrace the town.

Hence, two parallel requirements will be used: (i.) Vertical difference between the lowest point of the town and the highest one around should be >100 m. At the same time, (ii.) the same difference on the opposing side should be >50 m.

Fulfilment of these requirements was studied in three steps: (1) Settlements over 10,000 inhabitants were selected according to the Central Statistical Office for 2014. Number of such settlements is 143 in Hungary. (2) Topography in and around these towns in a circle of 5 km radius was investigated, centred in the lowest point of the town. The data were taken from the open source SRTM model in 3'' (78 m) resolution. Finally, (3) the above conditions (i.) and (ii.) were controlled by the ArcGIS for Desktop 10.1 software.

Illustration of the selection and the resulted 30 towns are shown in *Fig. 1*. Of course, they are located in the relatively hilly parts of the country: As listed also in *Tab. 1*, there are 9 valley-based towns in North-East Hungary (NE), 8 in North-Transdanubia (NT) and 4 in South-Transdanubia (ST). Besides these 21 settlements, lifestyle of which is determined by their topography, there are 9 settlements which belong to agglomeration of Budapest (AB). They are treated separately in socio-economic respect, with no air-quality stations to compare.

Number of inhabitants living in these 30 valley-based towns is 1.017.000 (January 1, 2014), i.e. 10 % of the population in Hungary. Not considering Budapest, there are 2 towns (Miskolc and Pécs) in the first 5 cities, which is 40 %. In the 20 most populated towns there are 7 valley-based ones (35%). 26% of the first 50 towns fall into this category (13 towns), whereas in the first one hundred towns there are 21 valley-based towns. The list of 30 towns over 10.000 inhabitants finishes at the 143rd place of the list. Both thresholds contain 21-21% for the valley-based towns.

a) b)

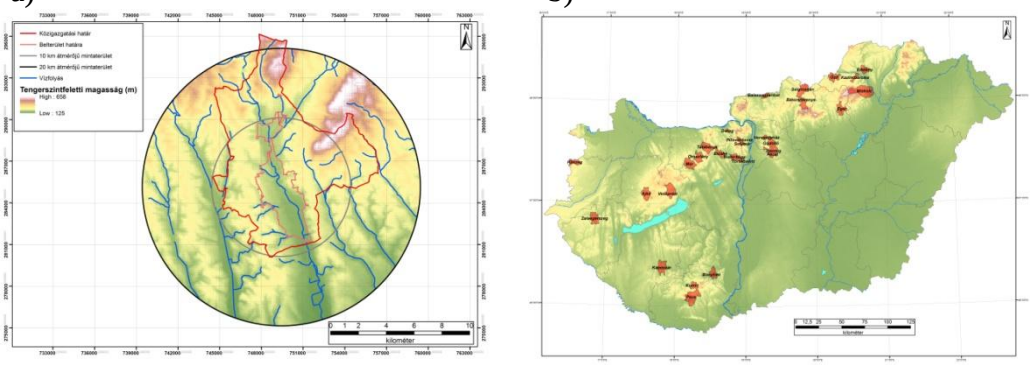


Figure 1 (a) Illustration of valley-based settlement (Eger in the example) with the 5 and 10 km radii from the lowest located point of the downtown. (b) The 30 settlements over 10,000 selected as valley-based in Hungary

Table 1 The valley-based towns over 10.000. Abbreviations NE, NT, ST and AB stand for North-East Hungary, North- and South-Transdanubia, Budapest Agglomeration. Those 16 with air-chemistry stations are underlined

Town	Inhabitant	Area (ha)	Region
Miskolc	161265	23666	NE
Pécs	146581	16277	ST
Tatabánya	67043	9142	NT
Kaposvár	64872	11359	ST
Veszprém	60788	12692	NT
Zalaegerszeg	59275	10241	NT
Eger	54527	9221	NE
Salgótarján	36497	10083	NE
Ózd	33944	9165	NE
Gödöllő	32588	6192	AB
Ajka	28775	9505	NT
Kazincbarcika	27892	3664	NE
Komló	23889	4655	ST
Oroszlány	18139	7586	NT
Veresegyház	16670	2856	AB

Town	Inhabitant	Area (ha)	Region
Balassagyarmat	15857	2356	NE
Pécel	15216	4363	AB
Mór	14319	10861	NT
Pilisvörösvár	13885	2430	AB
Bonyhád	13630	7213	ST
Törökbálint	13108	2940	AB
Biatorbágy	12723	4412	AB
Bátonyterenye	12629	7892	NE
Kistarcsa	12045	1102	AB
Bicske	12009	7708	NT
Dorog	11870	1154	NT
Kőszeg	11719	5466	NT
Isaszeg	11292	5484	AB
Solymár	10049	1786	AB
Edelény	10001	5684	NE

Two groups of control settlements are formed from those having >10,000 inhabitants. Both groups have identical numbers to the ones characterising the valley-based groups in the four regions (NE, NT, ST and AB) in Tab. 1. Altogether the control groups represent similar numbers of inhabitants to those characterising the main groups (*Tab. 2*).

Members of the first group are selected from the same region, wherever possible. This group is conditionally named „regional control" or „Control1" group. In the second group the settlements are all located in the two plains of Hungary, Great Plain (Alföld) or Small Plain (Kisalföld). One should mention that these two plain-located groups of towns may also differ from each other in their socio-economical characteristics that will be considered below.

The full list of the Hungarian towns can only be used for socio-economical analyses, since lack of observation station strongly reduces this possibility in the air-quality respects. Therefore, the control groups are strongly different in the two analyses as detailed below.

In addition to the 22 towns used as control settlements both in socio-economical and air-quality respect, there are 38 towns (not underlined in Tab. 2) used for control in the socio-economic comparison and 13 settlements (Baja, Dombóvár, Dunaújváros, Esztergom, Gyula, Komárom, Paks, Sajószentpéter, Százhalombatta, Székesfehérvár, Tapolca, Tiszavasvári, Vác) used only as plain-located controls the air-quality survey for one, or more contaminants.

Table 2 Settlements of the two selected control groups for socio-economic analysis with their regional sub-totals of inhabitants. Those towns used also in one or more air-quality comparison are underlined.

Region with valley-based settlements	Inhabitants valley-based	Control1 towns: mostly the same regions	Inhabitant Ctrl1	Control2 towns: mostly the Great Plain and Small Plain (Kisalföld)	Inhabitant Ctrl2
North-East HU (NE & controls: 8-8)	348 706	Debrecen Gyöngyös Jászberény Hatvan Mezőkövesd Tiszaújváros Sátoraljaújhely Sárospatak	340 208	Nyíregyháza Békéscsaba Hódmezővásárhely Hajdúböszörmény Orosháza Hajdúszoboszló Balmazújváros Tiszakécske Tiszafüred	346 977
N-Transdanubia (NT & controls: 9-9)	282 665	Szombathely Sopron Mosonmagyaróvár Pápa Tata Várpalota Sárbogárd Csorna Kapuvár	280 050	Győr Szentes Makó Békés Hajdúnánás Mátészalka Mezőtúr Kisvárda Csongrád	283 570
S-Transdanubia (ST & controls: 4-4)	246 802	Szeged Nagykanizsa Szekszárd Nagyatád	254 489	Kecskemét Szolnok Kiskunfélegyháza Kiskunhalas	241 489
Bp. Agglomeration (AB & controls: 9-9)	138 499	Szentendre Fót Monor Abony Nagykáta Albertirsa Maglód Pilis Tökö1	135 158	Törökszentmiklós Karcag Szarvas Kalocsa Berettyóújfalu Kiskunmajsa Lajosmizse Kisújszállás Mezőberény	132 475
ALL Valley-based	1.016672	ALL (Regional) Control1	1.009905	ALL (Great&Small plain) Control2	1.004511

3. SOCIO-ECONOMIC DIFFERENCES

In the followings we present those 16 indicators which represent considerable differences between the valley-based and two control groups. The indicators are chosen from the 79 original indicators issued by the Central Statistical Office (KSH, 2015), and additional 25 i.e. 104 indicators together derived to normalise some indicators by number of inhabitants or size of the settlement, etc. Those indicators differing in the valley-based and control towns are presented in four groups and tables (*Tab. 3-6*). The Budapest agglomeration statistics are also presented in the tables but their verbal evaluation is not given in each case for these data.

The first four differences are related to *demography* (*Tab. 3*). The first column, population still represents similarity of the compared groups, since it was the main driving intention for selection of the control groups both in the 21 real valley-based towns and 9 agglomeration-type ones. The areas, however, differ considerably. Not surprisingly, the real valley-based towns, inhabited by practically the same number of people, spread over much smaller areas than the regional control towns. Plain control towns have even more space to develop. Furthermore, the natural change of population (birth minus death) is much more negative in the valley-based towns than in the control groups. Finally, if adding also within-country migration to the natural changes of population we see even more unequivocal differences indicating that economical activity of the former group became reduced.

Table 3 Mean statistics for differences in demography in 21-21 valley-based and their control towns, together with the same statistics for 9-9 Budapest agglomeration settlements and their controls

Sample	Sub-sample	Population	Area (km^2)	Natural change birth – death (%)	Natural change + migration (%)
REAL (21)	Valley-based	878.173	88	-0.47%	-0.71%
	Regional control	874.747	130	-0.28%	-0.30%
	Plain control	873.693	232	-0.32%	-0.42%
Agglomeration (9)	Valley-based	138.499	35	-0.12%	0.63%
	Regional control	135.158	58	-0.04%	0.17%
	Plain control	132.475	183	-0.51%	-1.10%

The observed differences in *social conditions* are shown in *Tab. 4*. Higher proportion of retired and unemployed people remind at the less advantageous economical situation in the valley-based towns. At the same time, the better (smaller) proportion of people / medical doctors point at the higher amount of elderly people than in the control settlements. This statement is also supported by the higher annual number of patient-doctor meetings in the real valley-based towns. In the agglomeration, however, the situations are rather the opposite.

Table 4 Mean statistics for differences in social conditions in 21-21 valley-based and their control towns, together with the same statistics for 9-9 Budapest agglomeration settlements and their controls

Sample	Sub-sample	Retired (%)	Registered unemployed (%)	No. of people /med. doctor	Annual patient – doctor meeting
REAL (21)	Valley-based	27.8%	4.1%	1353	5.9
	Regional control	26.2%	3.2%	1411	5.3
	Plain control	26.3%	3.7%	1514	5.4
Agglomeration (9)	Valley-based	22.1%	1.8%	1710	4.2
	Regional control	23.2%	3.0%	1851	4.2
	Plain control	26.7%	5.7%	1540	6.0

Communal supply also indicates differences between valley-based and control towns (*Tab. 5*). Electricity and water consumption are both smaller in the valley-based towns, indicating less informatical activity, maybe higher level of with these resources (and their prices) and possibly poorer average comfort of the flats. This latter assumption is also supported by the difference in gas supply availability which is considerably smaller in the valley-based towns. Finally, in seemingly contradiction to the above statements on smaller consumption of the other communal services, the annual waste delivery is higher in the valley-based towns. This is probably connected to the average age of this community, i.e. diurnal waste is produced mostly in their homes (not in their work-places). One should also mention that in the agglomeration all kinds of communal supply are used in the valley based towns in unequivocally higher proportion than in their control groups.

Table 5 Mean statistics for differences in communal supply in 21-21 valley-based and their control towns, together with the same statistics for 9-9 Budapest agglomeration settlements and their controls

Sample	Sub-sample	Electricity kWh/household	Water use (m^3/capita)	Flats with gas supply (%)	Annual waste (kg/capita.yr)
REAL (21)	Valley-based	1.76	30.28	50.5%	250
	Regional control	1.84	35.25	60.3%	239
	Plain control	1.84	31.69	69.8%	228
Agglomeration (9)	Valley-based	2.92	36.08	84.6%	254
	Regional control	2.75	32.91	78.6%	234
	Plain control	2.11	28.78	71.7%	223

Finally, *Tab. 6* collects four considerable differences that can be comprehended as indicators of *economical and life activity*. All of them indicate lower level of activity in the valley-based towns.

Number of registered enterprises is smaller by 15% than in the regional control towns and by 25% compared to the lowland control group. The touristic capacity of our target group is also considerably smaller. One cannot be sure that this fact also means less interest from the visitors, as running of such capacities need strong managing potential which is not the strongest side of the old population. There are not less cultural values or bathing possibilities in the valley-based towns, either. Concerning life activity, there are more flats equipped with cable TV, which coincides with the elderly life-style, despite the bad economical conditions. Finally the much smaller amount of accidents also points at the slower life-style though this indicator is also affected by the topographical components of smaller available speed.

Table 6 Mean statistics for differences in economical and life activity in 21-21 valley-based and their control towns, together with the same statistics for 9-9 Budapest agglomeration settlements and their controls

Sample	Sub-sample	Registered enterprise	Touristic over-night capacity	% of flats with cable TV	Accidents with people hurt /yr
REAL (21)	Valley-based	126.386	25.732	70.5%	1270
	Regional control	144.610	34.368	68.5%	1562
	Plain control	157.114	30.227	57.5%	1795
Agglomeration (9)	Valley-based	22.883	1860	62.0%	178
	Regional control	20.209	1045	54.8%	198
	Plain control	22.322	3423	37.5%	266

4. AIR POLLUTION DIFFERENCES

Air quality measurements are performed by the National Air Pollution Monitoring Network (OLM, 2015), which now belongs to the Hungarian Meteorological Service. The evaluation was based on three components registered in the manual measurement network: daily mean nitrogen-dioxide (NO_2) and monthly deposition of particulate matters (PM_{10}). Besides that, automatically registered NO_2, sulphur dioxide (SO_2) and PM_{10} concentrations were also elaborated. The concentrations are expressed in $\mu g/m^3$ units, whereas the deposition is measured in $gm^{-2}(30\ days)^{-1}$. To reduce effects of weather specifics in the individual years, stations with same data existing for 2007, 2010 and 2013 are used. Strong reduction of the network in the recent years does not allow us to compare more air-quality components.

Density and distribution of the air pollution network is not equal (*Fig. 2*). For NO_2 it is still acceptable, but for PM_{10} is rather rare. Good in bad, that they are mostly located in valley-based towns, a part of which often suffers from smog. There are a few larger towns (e.g. Miskolc, Pécs, Győr and Debrecen) where more stations existed even in the three selected years of the 2007-2013 period. In such cases the very specific transport focused station was omitted, as these extremely polluted spots are not caused by the valley, but the very local features if the given town. In general, our aim is to identify possible effect of valleys on the urban background values which are larger than the rural ones. This aim would be distorted using data observed e.g. in specific points of street canyons or urban motorways.

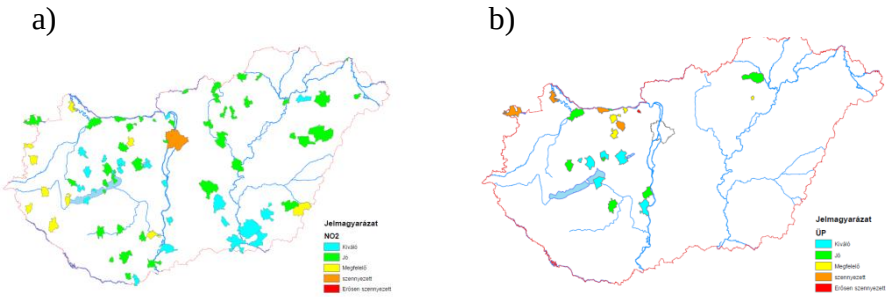


Figure 2 Network of air pollution stations for (a) NO_2 and (b) PM_{10} in 2013.

With these conditions, number of valley-based and control towns are rather limited (*Tab. 7*). Where possible, we tried to select control towns from the same regions where the valley-based town was located. This was possible only for the manual NO_2 measurements. In this case a second control group, selected from the Hungarian Great Plain was also analysed. In the other cases, spatial location could not be considered. In one or two control groups the only aim was to compile a group with similar total population to the valley-based group.

Table 7 The five samples used for analysis in the valley-based towns, the controls and the second (plain) control

Station/1000 inhabitants	**NO_2 manual**	**NO_2 automatic**	**SO_2 automatic**	**PM_{10} automatic**	**PM_{10} deposition**
Valley-based	14 st: 540	8 st: 583	7 st: 547	8 st: 583	6 st:348
Control1	14 st: 549	8 st:574	6 st: 470	7 st: 577	8 st: 171
Control2	14 st: 540	---	6 st: 537	7 st: 611	---
24 h limit*	85 $\mu g/m^3$	85 $\mu g/m^3$	125 $\mu g/m^3$	50 $\mu g/m^3$	10 $g/m^2 30d$

** According to the recent 4/2011. (I. 14.) VM rendelet = order of Ministry for Rural Development*

The analyses are limited to three years of the investigations, 2007, 2010 and 2013. As *Figs 3-5* indicate, there are considerable differences between the years both in the average values and in relative order of the valley-based town and the different control ones.

Going into the details, year 2013 behaved rather differently from the other two years as the valley-based towns showed the highest average concentrations of NO_2, together with the same highest peak in the 98 % threshold values, as well. In the two other years, 2007 and 2010 the valley-based towns were less polluted than the similarly located and the lowland control groups. Here, all subgroups counted 14-14 member settlements. This means, that according to the manual observations no clear difference has yet been established.

Automatic observations of NO_2 do not give similar results; from these measurements valley-based towns seem less polluted. This is surprising, as traffic emission could be higher in the denser population due to topographic limits in the valley-based settlements. Continuing with the low values of SO_2, there are both relative and absolute differences between the years. The valley-based towns have different serial numbers according to both characteristics. From these numbers it is rather difficult to establish any advantage or disadvantage by the valley-based location. Practically the same can be told about the observed indicators of PM_{10}, too.

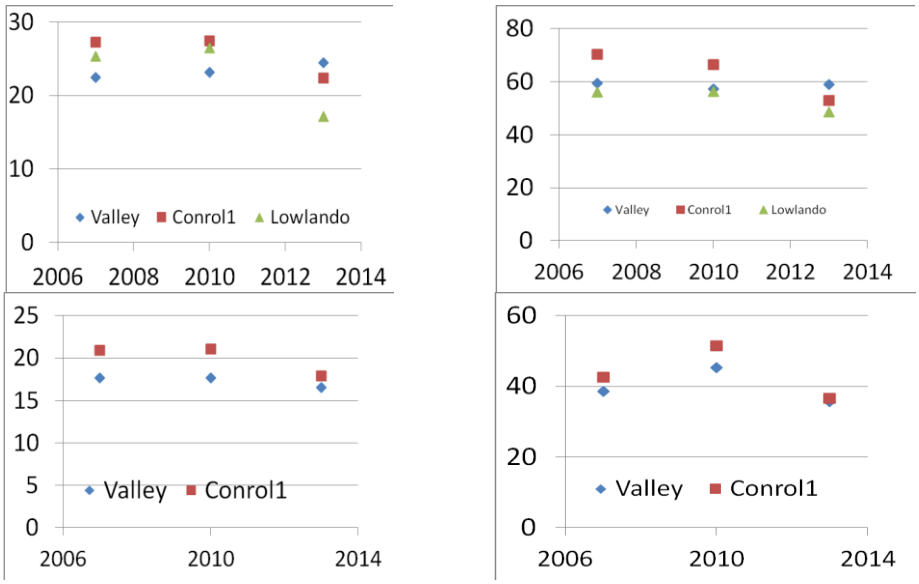


Figure 3 Annual mean values (left panels) and 98% thresholds (right panels) of NO_2, according to the manual (upper panels) and automatic measurements (lower panels) in 2007, 2010 and 2013. Means for the valley-based and control towns are seen in $\mu g/m^3$

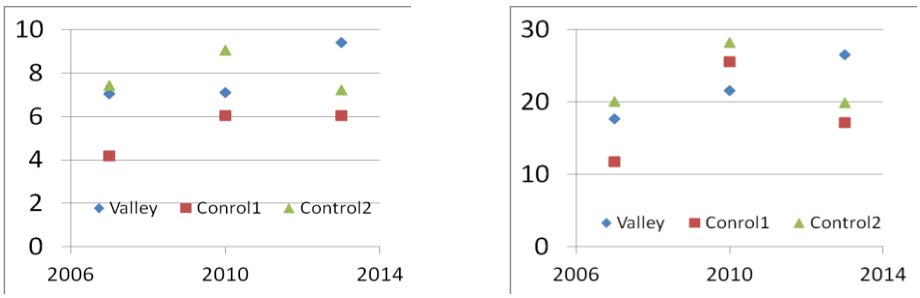


Figure 4 Annual mean values (left panel) and 98% thresholds (right panel) of SO_2, according to the automatic measurements in 2007, 2010 and 2013. Averages for the valley-based and control towns are seen in $\mu g/m^3$

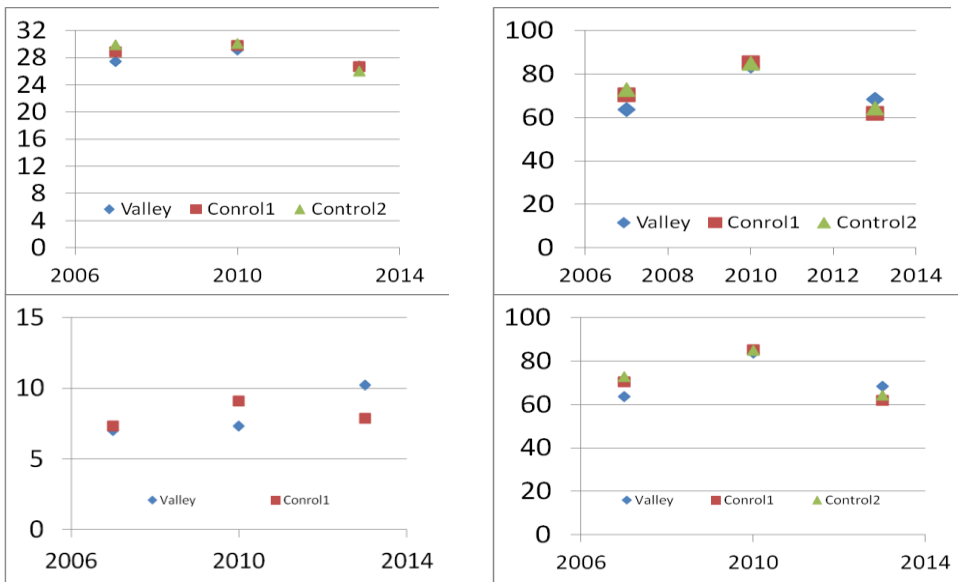


Figure 5 Annual mean values (left panels) and 98% thresholds (right panels) of PM_{10}. According to the manual observations, monthly aerosol deposition is seen (upper panels). From the automatic measurements the PM_{10} concentrations are presented (lower panels), both in 2007, 2010 and 2013. Averages for the valley-based towns and control ones are seen in $gm^{-2}(30\ days)^{-1}$ for the deposition and in $\mu g/m^3$ for the concentrations.

Let us finally analyse threshold step-over frequencies, as comprehended in *Tab. 8*. We can see four variables, only, as in case of sulphur dioxide not any step-over happened in the three investigated year. In majority of the years the valley-based towns exhibit the less frequent step-over which might be acknowledged to the slight valley-hill winds that cannot evolve in the settlements in a plain location.

Table 8 Frequency of limit (health threshold) step-over in the individual years. The thresholds are given in the last line of Tab 2. Lowest values of each year are set in italic. (No step-over happened in SO_2.)

Step-over frequency	**2007**	**2010**	**2013**
NO_2	**%**	**%**	**%**
Valley	*0,5*	*0,8*	*0,3*
Conrol1	1,8	0,9	0,4
Lowland	*0,5*	1,1	*0,3*
PM_{10} aut	**%**	**%**	**%**
Valley	*8,7*	*12,1*	9,4
Conrol1	10,7	13,9	*6,7*
Control2	12,7	12,9	7,5

Step-over frequency	**2007**	**2010**	**2013**
NO_2 aut	**%**	**%**	**%**
Valley	0,0	0,0	0,0
Conrol1	0,1	0,0	0,0
PM10 depo	**%**	**%**	**%**
Valley	0,0	*5,6*	0,0
Conrol1	0,0	15,5	0,0

5. CONCLUSION

Objective definition of valley-based towns is given by the paper. Ca. 10 % of population in HU lives in such towns, representing over 20 % of the settlements inhabited by over 10 000 people. Socio-economic indicators and air-quality measurements were compared for these towns vs. plain-located ones. For the statistical indictors all the 143 towns over the given population threshold could have been analysed, whereas the operational air-pollution stations allowed us to select 20-47 % of the valley-based towns, representing 35-60% of overall population living in such settlements. For statistics 114 indicators were used as of year 2014. For air-quality differences for five indicators were analysed and evaluated.

Considerable differences were found in 16 aspects from the 114 statistical indicators, pointing at the mostly non-advantageous conditions in the valley-based towns compared to the plain-located ones. Demographical data indicate decreasing population, higher numbers of pensioners and unemployment, lower level of communal supply and consumption, as well as less economical activity. At the same time, they are characterised by better medical support and less traffic accidents. All these differences are valid for the 21 real valley-based towns, whereas those in the agglomeration behave differently.

Air-quality analyses did not indicate unequivocal differences between the valley-based and plain-located settlements. There are so big differences between the assessed years both in absolute values and relative sequence of valley-based and control groups that the analysed there years is not enough to make any final conclusion. Based on majority of the years, the air-quality was found mostly better for NO_2, mostly worse for SO_2, whereas the relation for PM_{10} depends mostly on weather of the given years. For step-over frequencies, however, valley-based towns have some advantage, possibly due to the valley-hill wind system.

Due to the strong inter-annual fluctuation of the differences, we plan to perform our air-quality analyses in all years available since 2006. As concerns the socio-economic comparisons, they may also be interested to repeat for the previous years as well. In this respect however any difference in the years could be caused not by any weather effect but by the evolution of both valley-based and control towns after the economical changes after 1990.

REFERENCES:

Arnold, G.R. (1964): Local inversions, air currents and smoke pollution in Cahokia Bottom. Doctor of Science Dissertation. Washington University, St. Louis, Missouri, June 1964

KSH (2015): Megyei Statisztikai Évkönyvek 2014 Központi Statisztikai Hivatal, Budapest (County-level Statistical Yearbooks 2014, with attached data-supplement)

Martin, D.O., Humphrey P.A., Dicke, J.L. (1967): Interstate air pollution study Phase II Project Report, Section V. Meteorology and topography. 48 pp. *http://nepis.epa.gov/Adobe/PDF/2000QWPB.PDF*

OLM (2015): Országos Levegőminőségi Mérőhálózat (OLM) Nation-Wide Air Pollution Observing Network, Hungarian Meteorological Service. Annual Reports 2006-20014. *http://www.levegominoseg.hu/ertekelesek*

Seinfeld, J.H.; Pandis, S. N. (2006). *Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change* (2nd Ed.). John Wiley and Sons, Inc. ISBN 0-471-82857-2.

Utasi, Z., I. Pajtók-Tari, J. Mika, Cs. Patkós, A. Tóth (2012): Observed air pollution specifics of the valley-based towns. In: Air and Water Components of the Environment (G. Pandi, F. Moldovan, eds.). Cluj-Napoca, Romania 2012. 03.23-24, pp. 244-252

http://www.arb.ca.gov/knowzone/students/airpollu/airpolpage/whyis.htm

http://www.bcairquality.ca/101/air-quality-factors.html

GAZDASÁGELEMZÉS TUDOMÁNYOS OBJEKTIVITÁSSAL - FECSEG A FELSZÍN?

Palkovits István

Nyugat-magyarországi Egyetem,Földrajz és Környezettudományi Intézet
Szombathely, Károlyi Gáspár tér 4.
e-mail: palkovits.istvan@nyme.hu

Régi törekvése a tudósoknak, hogy olyan módszereket találjanak, amivel egzakt módon leírható a gazdaság, s pontosan mérhetővé válnak annak jelenségei. Bár e törekvések komoly eredményeket hoztak, a mai gyakorlat mégsem mentes a problémáktól. A tanulmány e kérdés néhány aspektusát veti fel, azzal a szándékkal, hogy rámutasson azokra a csapdákra, amiket még tudományosság pecsétjével ellátott információk is állíthatnak az azokat felületesen kezelők számára.
Kulcsszavak: gazdasági teljesítmény, mérhetőség, gazdaságstatisztika, mutatószámok

Mottó: „Minden valótlan tény felismerése egy lépéssel közelebb visz a való tényálláshoz" (R.J.)

Az objektivitás igénye

Információk áradatában élünk – többet is tudunk a világról ezáltal?
A minket körülvevő gazdaságról mindenkinek van véleménye, a személyes tapasztalások mellett mind több, és mind könnyebben elérhető adat és információ segíti a tájékozódást, mégis szélsőségesen polarizált álláspontok ütköznek nap mint nap. Eszerint nincs objektív helyzetkép, egzakt módszer, vitathatatlan értékelés, hiába a tudományok évszázados erőfeszítései? A tanulmány e kérdés néhány aspektusát igyekszik felvetni (kiemelt figyelemmel a szubnacionális szint sajátosságaira), azzal a szándékkal, hogy rámutasson azokra a csapdákra, amiket még a szakmaiság vagy tudományosság pecsétjével ellátott információk is állíthatnak, különösen az azokat felületesen kezelők számára.
Az *objektivitásra törekvés* a tudomány lényegi kritériuma, ez a társadalomtudományokra, benne a gazdaságtudományokra is érvényes, de annak *érvényesülése egyáltalán nem evidencia* (ZIMAN, 1996). Különösen komoly kihívásokkal néznek szembe a bonyolult szituációkat, meg nem ismételhető jelenségeket, vagy éppen egyértelműen nem is definiálható ideákat vizsgáló *társadalomtudományok*, ahol a természettudományokban akár évszázadok óta kézenfekvően alkalmazott „tudományos" megközelítések és módszerek nehezen alkalmazhatók.
Mindamellett a gazdasági jelenségek *mérése* és egzakt módszertannal történő kezelése régi törekvés. Ahhoz, hogy egyrészt a közgazdaságtudomány szembesíthesse eredményeit a valósággal, valós információkkal tölthesse meg, illetve verifikálhassa elméleteit, modelljeit, másrészt a gazdasági szereplői stabil fogódzókat kaphassanak üzleti döntéseikhez, harmadrészt a gazdaságpolitika művelésnek és megítélésének is legyenek támpontjai, módszertanilag megalapozott, rendszeresen számított, megbízható és széles körben elérhető *adatokra és mutatókra* van szükség - ennek igénye már akkor megvolt, amikor a megvalósulás lehetőségi még távolról sem. Az idők során egyre több számszerű információ keletkezett (már a 17-18. századtól) a köz- és magánszereplők széles körénél, s egy idő után (de csak a 20. századra) pedig a közgazdaságtan, mint tudomány is legyőzte – főleg elvi alapú – idegenkedését a kvantitatív megközelítéstől. Mindezek nyomán indult el az adatok rendszerezésének gyakorlata, kapott lendületet az – elnevezése szerint is a gazdaság mérését célzó – *ökonometria* diszciplínája, és

kezdett formálódni az információszolgáltatás intézményi háttere – új feltételek közé helyezve a közgazdasági gondolkodást és üzleti magatartást egyaránt. (HÜTTL, 2003)
Eleinte sem az információk minősége, sem a gazdaságtudományok uralkodó szemléletének és módszertanának igényei nem nyújtottak erős ösztönzést a valóság mérhető tényeihez szorosan kötődő, *kvantitatív alapú megközelítések főáramba kerüléséhez*, ez azonban a - gazdaságpolitika szükségességét felvető, a makroökonómiának új teret nyitó – világválság, majd a második világháború utáni időszak fejleményei nyomán megváltozott. Az adatgyűjtés jogi-módszertani megalapozása, intézményesülése, majd a nemzetközi szabványosítás elindulása először csak lökést adott az adatok széleskörű használatának, a számítástechnika fejlődése azonban kifejezetten berobbantotta a modellezési eljárásokat. E megközelítések nemcsak divatba jöttek, de, egy idő után *kifejezetten felsőbbrendűnek is igyekeztek mutatkozni* a verbális elemzési-módszertani irányzathoz képest:„a közgazdaságtudományban a sikeresség záloga a 'kemény' tanulmányok publikálása lett, azaz olyan dolgozatoké, melyek rigorózus, és lehetőleg bonyolult matematikát használtak." (KRUGMAN, 2011)
Amellett azonban, hogy *óriási módszertani előrelépések* történtek e kvantitatív áramlat megerősödésével, *számos kritika, illetve figyelmeztetés* is megfogalmazódott a folyamattal kapcsolatosan, így pl. az irrelevancia veszélye, egyes korszerű elemzési módszerek alkalmazásának öncéllá válása, vagy a közgazdaságtanban alkalmazott matematikai megközelítések esetenkénti meg nem felelése a matematika szigorú módszertani mércéjének (TÖRÖK, 2009). Krugman egyenesen úgy fogalmaz a makroökonómia újkeletű ellentmondásai kapcsán, hogy „a közgazdászok, mint csoport összetévesztette a lenyűgöző látványt nyújtó matematikába öltöztetett szépséget az igazsággal" (KRUGMAN, 2009). Különösen szembetűnővé tette a modellek kockázatait néhány évvel ezelőtti fájdalmas szembesülésük a valósággal: azok jellemzően semmilyen előrejelzését nem nyújtották[1] a 2008-ban kibontakozó nagy válságnak.[2]
A számok előbb teret nyertek tehát, a velük szemben támasztott komoly várakozások azonban sokakban csalódást keltettek – így az inga napjainkban visszalendülni látszik. Oda jutottunk, hogy a mai, „számokat, statisztikai adatokat fetisizáló világunkat" egyesek kifejezetten „számautizmussal" (vagyis a számokba történő megszállott belefeledkezéssel) vádolják, amivel szemben sokan – könyvekkel, mozgalmakkal - fel is lépnek (HAVASI, 2010). Az ésszerű persze az inga nyugalmi helyzetbe hozása/kerülése volna.
Ma már nem feltétlenül az a kérdés, hogy használjunk-e kvantitatív módszereket, illetve milyen matematikai eljárások alkalmazhatók a gazdaságtudományban (ahogy a konferencia egyik ajánlott témája sugallja), hanem legalább olyan mértékben az, hogy a jelenlegi gyakorlatban milyen hiányosságok és kockázatok jelennek meg, s melyek az objektívnak látszó, a valóságot megragadni szándékozó számokra épülő elemzésekből levont téves következtetések lehetséges forrásai. E kérdések áttekintése során az alábbiak kifejezetten arra fókuszálnak, hogy *a modellek alapjaival, az alapadatokkal és mutatókkal* kapcsolatosan milyen elméleti és gyakorlati problémák, ellentmondások merülnek fel, melyek értelemszerűen önmagukban gyengítik vagy akár érvényteleníthetik az *azokra épülő* konstrukciók eredményeit, következtetéseit.

Túl a puszta metodológián

A kvantitatív megközelítések működőképességét és lehetőségeit nem csupán módszertani szempontok érintik, azokkal kapcsolatos korlátként bizonyos általános (elméleti, társadalmi)

[1] Ez persze nem jelenti az előrejelzések általános elvetését, azok viszonylag jól teljesítenek, amikor a gazdaság belső mozgásai alakítják folyamatokat, de „a trend fordulóinak, s különösen a gazdasági válságoknak az előrejelzésére (ma még) nincsenek hatékony technikáink" (PAPANEK-PETZ, 2014)
[2] Az tudománnyal és módszereivel kapcsolatos helyzetértékelések persze eléggé változatosak a kifejezett elnézéskéréstől (brit közgazdászok az angol királynőtől) a követett gyakorlat további erősítésének sürgetéséig („az egyetlen valódi reform a matematikai eszközök fejlesztését vonná maga után") (vö. HARDT, 2010)

körülmények is felvetődnek.
Általános elméleti probléma a „*közgazdasági tények*” kérdése. Ahogy Török felhívja rá a figyelmet, a közgazdaságtanban a „tények” fogalma sokkal kevésbé kapott polgárjogot, mint más tudományterületeken, s „több közgazdaságtani fogalom vagy fogalomcsoport értelmezésében van [ugyan] szakmai összhang, de sokkal kevésbé látható, hogy a szakmai közvélemény hogyan kapcsolja ezeket a közgazdasági tényekhez”. Így egyebek mellett elfogadott elemei a szakmai közbeszédnek a legfontosabb, makro- vagy regionális gazdasággal kapcsolatos *folyamat- vagy állapotjelzők* (mint „növekedés”, „infláció” vagy „munkanélküliség”), de korántsem nyilvánvaló ezek viszonya a (statisztikai adatokban, vagy kérdőíves felmérések eredményeiben jelentkező*) közgazdasági tényekkel*. (TÖRÖK, 2009)
Nemcsak a megfelelő, a „jelenségeket” lefedő „tények” *azonosítása*, illetve az azokat pontosan megragadó, *számszerűsítő adatok* rendelkezésre állása azonban a kérdés, hanem olyan társadalmi vonatkozások is, mint a *jelenségek értékvezérelt kiválasztása*, valamint az egyes *jelenségekhez kötődő értéktartalmak*, értékválasztások divergenciája. Az olyan példák, mint hogy a szén alapú energiatermelés leállítása Skóciában fejlődés-e vagy leépülés, önmagukban is mutatják a társadalmi kontextus szerepét, de az olyan általánosabb szempontok, mint a témakört illetően különösen fontos *„a növekedés jó” paradigma* (COSTANZA et al. 2009) beágyazottsága és megítélése még inkább exponálja a metodológián túli dilemmákat.
A gyakorlaton, de még az értékválasztásokon is túlmutató probléma, hogy *mit mérjünk* és – nem mellékesen - hogyan. Ez *nemcsak technikai kérdést* jelent az alkalmazható skálákkal és mennyiségekkel összefüggésben, hanem a választás messze vezető következményeit is érinti, mivel az előálló számok lesznek *annak az alapjai* is, hogy a gazdaságot miként, *milyen szemmel is látjuk, miként kezeljük*. Ahogy azonban a korai, jobb híján naturáliákra (pl. adózó egységként kapu, porta, kémény) építő kísérleteknél nem volt igazán jó módszer a valóság megragadására, úgy a pénz széles körű elterjedésével adódó új mértékegység – bár az árakon történő összesítés lehetősége kétségkívül új perspektívát nyitott - sem bizonyult minden tekintetben kifogástalannak.
Fontos és közismert elméleti körülmény, hogy jelenlegi gyakorlat kulcseleme a *pénzbeli értékek* alkalmazása alapvetően *piaci* árak alapján. Ez, amellett, hogy elméletileg is *csak a piacgazdaság* körülményei közt adódnak valós adatok (pl. egy tervgazdaságban nincs meg hozzá a tranzakció szintű háttér), *szükségképpen töredékes*, már csak a piacon meg nem méretődő objektumok, jelenségek kezelhetőségére tekintettel is. A gazdasági folyamatok leírásának mai módja egyszersmind egy más jellegű elméleti ellentmondással is bír: a múlt század végére elkészült, egyébiránt kétségkívül átfogó és konzisztens elszámolási rendszer (az ún. nemzeti számlák rendszere) nem korszaktól független, az sok tekintetben inkább *a század közepének piaci gazdaságát leíró*, s az elvi kétségektől nem mentes általános egyensúlyelméleti modellre is erősen támaszkodó szisztéma, semmint egy jelenleg (is) maradéktalanul helytálló megoldás (HÜTTL, 2003).
Az idő szerepe – ahogy látható - nem elhanyagolható tehát. Amellett, hogy az évek előrehaladtával a tudás bővül, a módszerek finomodnak, a leírni kívánt (változó) jelenségek és az (adott, a változásokat csak lassan követni képes) eszköztár relevanciája közti versenyfutás állandó, s az jellemzően nem kedvező kimenetelű. Napjainkban is gyakori az adatokkal kapcsolatos *korszak-specifikus* kritika, mint pl. *a digitális gazdaságnak, a fejlődés mai motorjának a nem megfelelő megjelenése* a makromutatókban (MOULTON, 2000). Egy globális pénzügyi szolgáltató (UBS) elemzése kifejezetten általánosnak tekinti a megbízhatósági problémát, tanulmányuk nemcsak a hagyományos gazdasági adatok félretájékoztató voltára hívják fel a figyelmet, hanem felmérések (pl. fogyasztói és vállalati hangulatindexek) egyre kisebb megbízhatóságára is, miközben viszont az emberek (átlagemberek és befektetők egyaránt) egyre nagyobb bizalommal vannak a gazdasági médiából – a megbízhatóság látszatával - folyamatosan áramló gazdasági adatok iránt (BROWNE, 2015).

Az adattartalom bizonytalanságai

Amint látható, *elméleti* ellentmondások is nehezítik a gazdasági folyamatok egzakt megragadását, de a szakmai hétköznapok során sokkal inkább azokkal a *gyakorlati* problémákkal szembesülhetünk, melyek az alkalmazott eljárások és a tapasztalati valóság közt feszülnek. Bár ezek kezelése, mint alapvetően technikai feladat, elvileg egyszerűbb volna, de e téren is komolyak a kihívások.

Ha csak azt a legalapvetőbb kérdést vetjük fel, hogy *miként ragadható meg egy gazdaság teljesítménye* (vagy másképp: egy közösség gazdasági produktuma), nehézségek sokaságába, s szakirodalmi polémiák rengetegébe ütközünk. A mérceként leggyakrabban felbukkanó – az adott időszak alatt megtermelt és piacosított termékek, illetve ezekhez kapcsolódóan keletkezett jövedelmek mennyiségét összegző - GDP mutatót (egyúttal az azt magába foglaló SNA módszertant) elemzők és politikusok[3] hada szedte ízekre az elmúlt évtizedek során, miközben már a megalkotó Simon Kuznets a kezdetekkor rögzítette annak korlátait. Hangsúlyozta, hogy az „csak" a gazdasági aktivitást, pontosabban annak egy szeletét méri, annál többet (mint például az általános gazdasági és társadalmi jólétet, amit sokan bele szeretnének látni) nem; az olyan ügyek, mint a nemzet/ország határainak bizonytalanságai, vagy a mutatókba be nem kerülő szolgáltatások (pl. családon belüli tevékenységek, segítő és karitatív tevékenységek, saját tartós javak által nyújtott szolgáltatások, alkalmi munkák jövedelmei, vagy az illegális tevékenységek) torzítási a kezdetektől ismertek voltak, s kijelölték a számok értelmezési keretét.

Aki mindezek után elméleti síkon kritikát fogalmaz meg, annak azt a valódi kontextusban kell megtennie (nem azt számon kérni valamin, amit nem is próbál elérni), gyakorlati értelemben pedig csak arra érdemes vetíteni az információt, amire az vonatkozik (pl. az általános „jólét" vagy „fejlettség" mérésére nem) – egy *eszköz* félreértett, vagy szándékosan rossz irányú használata komoly elméleti és gyakorlati félreértések forrása. Maga a GDP mutató tehát semmiképp *nem eredendően rossz* (azt méri, amire tervezték), sokkal inkább a *nem megfelelő (eredeti céljaitól elrugaszkodott) használata és értelmezése* lehet félrevezető.

A kérdés azonban a gyakorlatban is oda vezet vissza (amire a közgazdasági tényekkel kapcsolatos elméleti probléma is utal), hogy *tudjuk-e mérni egyáltalán* a jelenségeket, s milyen módon és megbízhatósággal ragadhatjuk meg az általunk fontosnak tartott dolgokat, fejleményeket - utalva e problémakör kapcsán egyfelől a *közelítés módjára*, másfelől a *kivitelezés minőségére,* harmadsorban *a kapott információk/jelzőszámok interpretációjára*, s mindezek bázisán a továbbgondolás vagy komplexebb modellépítés megalapozottságára, relevanciájára.

Habár az gazdaságban zajló, igazán releváns és jellemzően összetett társadalmi-gazdasági jelenségek nem mérhetők teljesen, pontosan és egyértelműen (minél bonyolultabb, annál kevésbé), a társadalmi igény viszont erős azok számszerűsítésére. A kereslet által gerjesztett törekvések a megragadhatóvá tételre a nyugati országokban (módszertanilag többé vagy kevésbé megfelelő, egymással is versengő) *indikátorok sokaságát* állították az elemzések eszköztárába az elmúlt évtizedekben – mindazonáltal az azokkal kapcsolatos szakmai kihívások továbbra is komolyak. A rendszerváltó országokban ehhez képest még – bár egyre szélesebb körű a használat – az „eredeti indikátorfelhalmozás" korát éljük (HAVASI, 2007), s nem csak a kínálat és alkalmazás területén érzékelhető az élenjárókhoz képesti lemaradás, de az „indikátor*fogyasztás* eredeti tudásfelhalmozása" is zajlik egyidejűleg (az információk értelmezése, használata is tanulandó még), így térségünkben még több problémát vet fel a számok szerepe a gazdaságelemzésben.

A helyzet nemcsak földrajzi helyek vagy kulturális közegek szerint differenciált, hanem *diszciplínánként, vagy elemzési témánként is*. Egyes területeken, így a *szubnacionális szintű gaz-*

[3] Az elméleti kritikát gyakorlatilag minden közgazdaságtani kézikönyv megfogalmazza, a politikusi megnyilatkozások közt legismertebb Robert F. Kennedy 1968. márciusi beszéde a kansas-i egyetemen, a legutóbbi visszhangot kiváltó eset pedig Nicholas Sarkozy 2008-as fellépése az alternatívák szükségesség érdekében.

daságelemzésben a nehézségek, s ezzel a módszertani ellentmondások és veszélyek még erőteljesebben vannak jelen. Itt az elterjedt gyakorlatban egyrészt megjelennek a makroszinten elfogadott eljárások és mutatók alacsonyabb térségi szintre átültetett *analógiái*, másrészt (a regionalizmus körüli tudományágak fejődésével óhatatlanul) létrejöttek *saját, specifikus* megközelítsek, eszközök - de mindkét irányból támadtak veszélyek is. Előbbi esetében egyfelől a fent vázolt elvi kérdések reinkarnálódnak, másfelől az analógiák gyakran csak erős torzulásokkal születhettek meg (adathiányok, pontosan nem lehatárolható jelenségek), utóbbinál pedig sok esetben már a jelenségek (pl. életminőség, versenyképesség) tisztázatlan tartalma is komoly korlátját jelenti a mérésnek.

A térségi elemzés buktatói

A szubnacionális elemzés információs bázisa – a nyugati világban és Magyarországon egyaránt - kétségkívül jelentősen bővült az utóbbi időben, köszönhetően a megnövekedett elméleti és gyakorlati érdeklődésnek. Az erősödő kereslet kihívásaira az adatgyűjtési rendszerek és intézmények egyre több választ adtak (vö. Katona), de *továbbra is távol állunk még a nemzeti szinten adott lehetőségektől is*: a területi szintű adatgyűjtés szűkebb körű (lényeges adatok kifejezetten hiányoznak), az adattartalom bizonytalanabb, a mintavételes eljárásokból származó információk megbízhatósági szintje alacsonyabb – nem függetlenül természetesen az adatgyűjtés (és az egész ország) centralizáltságától. (E centralizáltság oldódása nélkül pedig nincs valódi objektív térségi helyzetkép, társadalmi vita, célképzés és politika – s ez fordítva is igaz.)

Mindezen körülmények közt kell – a *valóság* kellő szintű ismeretére, s *nem annak látszatára* alapozva – az elemzőknek érvényes értékeléseket adniuk, politikusoknak helytálló helyzet- és jövőképeket körvonalazniuk, a döntéshozóknak megalapozott döntéseket hozniuk, a polgároknak pedig környezetük realitásaival szembenézniük és érdekeiket hatékonyan artikulálniuk/érvényre juttatniuk. Számos – valós vagy látszólagos – kísérletet (elemzés, minősítés, állítás, álláspont) látunk erre mindennapjaink során, de gyakran nemcsak annak átlátása ütközik nehézségekbe, hogy összhangban áll-e valósággal egy-egy ilyen kísérlet, de még az sem mindig egyértelmű, hogy a realitás közelítésének szándéka valódi-e. Az alábbi lajstrom néhány olyan jelenséget emel ki (a teljesség igénye nélkül), mely a tájékozódást megnehezíti mindkét vonatkozásban.

[a] A legalapvetőbb probléma a valós gazdasági helyzet *átfogó és objektív megítélhetőségének* nehézsége, különös tekintette arra, hogy az e célra legáltalánosabban használt *területi GDP*, mint (a fentiek szerint önmagában sem kritika nélkül használható, valamifajta generális „jól-létet" mérését nem is célzó) mutató szubnacionális szinten különösen nem megbízható. Az olyan kérdések, mint az értéktermelés területi lokalizációjának nehézségei (székhely vs. termelés), országos hatókörű és a több-régiós gazdasági egységek kezelése, vagy az adatgyűjtések területi korlátai miatt a mutató megbízhatósága kisebb a nemzeti szintűnél, az „csak önmagában nem képes a gazdasági fejlettséget kifejezni" (vö. PUKLI, 2000).

A mutatók megbízhatósága persze *területi szintenként is erősen különbözik* – rendszerint az alacsonyabb szintek kárára: mind a GDP, mind a mintavételes eljárások esetében *módszertanilag* szükségképpen gyengébb az adatok relevanciája megyei és alacsonyabb szinteken, mint országosan, vagy az utóbbi években súlyukat vesztett régióknál.

Ez kiegészül azzal a *gyakorlati* körülménnyel, hogy az aggregáltság alacsonyabb (megyei, vagy még alsóbb fokán) *egy-egy kiemelkedő szereplő/esemény/jelenség önmagában* meghatározhatja az adatok pl. alakulását, elfedve egy térség egészének (mögöttes) alapfolyamatait. Az Audi Hungaria Motor Kft. Győr-Moson-Sopron megye GDP-jének 22%-át adja, jelenléte nélkül a legerősebb megye két helyet csúszna hátra az országos sorrendben. Hasonlóképpen: mivel Bük adja a vasi vendégéjszakák közel felét, így e település jelentős változásai a „megyét" is meghatározzák. A *„terület" így sok esetben fikcióvá válhat*, miként az „átlag" is – a

szám elfedi, hogy mondjuk Vas megye GDP szerinti „gazdagsága” milyen sok „szegény” települést is rejt.
Általános gazdaságierő-mutató gyanánt alternatívaként a *térségi jövedelem* kínálkozik. (Ezen alternatíva elméleti szinten *a mérés mögötti célképzés jelentőségére* is ráirányítja a figyelmet: ez esetben a sikeresség mércéje, ezzel a fejlesztéspolitika alapja a gazdasági értéktermelésről ill. a profitról a lakossági jövedelmek növelésére helyeződik.) A jövedelmi adatok megbízhatóságának ügye azonban különösen kényes, mert jóval erősebb *érdek (ezáltal a torzításhoz fűződő racionalitás) kötődik hozzá*: a kételyeket táplálja pl. Bük 88. helye (2013) a vas települések egy főre eső adóköteles jövedelem szerinti rangsorában.
Mind a GDP, mind a jövedelem esetében nyitott kérdés továbbá a *pénz vásárlóerejének* differenciálódása: a dinamikus térségekre jellemző magasabb árak mellett a nominális jövedelmi előny (ezzel *a „gazdagság”) jelentősen felülbecsült lehet*. A nemzetközi szinten alkalmazott vásárlóerő-paritás sem jelent tiszta megoldást a problémára, az országon belül áreltérések figyelembevételére pedig lényegében kísérlet sem történik. (A térségi összevetéseket az árak mellett más torzítások, pl. a gazdasági struktúra, az árnyékgazdaság, a munkamegosztás kiterjedtsége vagy az adatmegbízhatóság regionális eltérései is megnehezíthetik.)
A *munkanélküliség* (ill. foglalkoztatottság) terén sem egyszerű a helyzet, habár egy megbízható munkanélküliségi ráta ugyancsak alapvető jellemzője volna egy helyi gazdaságnak. Ismert, hogy az ILO kritériumoknak megfelelő, reprezentatív mintából származó adatok a naprakészség és regionális szint alatti megbízhatóság terén problémásak, a nyilvántartottak listája viszont az ILO ismérveknek nem felel meg. Utóbbi vonatkozásában további nehézség a *szabályozásra való érzékenység*: ahogy a *regisztrációhoz kapcsolt ösztönzők* változási nehezítik a számokból körvonalazódó tendenciák realitásának megítélését, úgy a *közmunkások* kategóriájának bevezetése, s a munkanélküliek ide terelése is átalakítja az elemzés kereteit.
A *szabályozásnak kitettség* problémája egyébiránt általánosságban is felvethető; az még a GDP esetében is felmerülhet: egy-egy kis „adóparadicsom” (pl. alacsony helyi adó, gépjárműadó), valódi gazdasági jelenlét nélküli cégek székhelyeinek vonzásával térségi növekedési pólusnak mutatkozhat (pl. Komlóska, Újlengyel). Az online pénztárgépek előírása és a kereskedelmi forgalom számainak emelkedése is hasonló gyökerű.
[b] Ha az alapvető mutatók nem tudják az elvárásoknak megfelelően betölteni szerepüket, akkor ***új megoldások*** bukkannak fel: új mércék, indikátorsorok, esetleg összetett indikátorok – hasonlóképpen sok veszélyt rejtve, amint azt az alábbiak mutatják.
Az új megoldások gyakran *új fogalmakhoz* kötődnek, mely fogalmak viszont (legyenek bár jól definiáltak) egyfelől rendszerint egy nehezen kezelhető *operacionalizálási kihívást* jelentenek, másfelől azok a mérhetőségtől függetlenül önálló életre kelhetnek (divatba jöhetnek). Különösen sajátos, hogy e „fogalmi innováció” termékei (a versenyképességtől az innovativitáson át a gazdasági potenciálig) az eltérő szándékolt tartalom dacára végül nagy átfedést mutatnak az azokat leíró mutatórendszerek terén (NEMES NAGY, 2005). Az egymással párhuzamos, versenyző mutatók (pl. élhetőségi rangsorok) közti választás is felvethet kérdéseket (értékválasztások, szubjektivitás, súlyozás, tendenciózusság). (A fogalmak és mutatók közti *választás* – fent már hivatkozott – stratégiai jelentősége pedig, összefüggésében a *közösségi célokkal* különösen érzékeny dolog.)
Ha *több adattal* dolgozunk, az a kétségtelen előnyök mellett hátrányokat is okoz. A – bonyolult valóság gazdagabb megragadását célzó – *indikátorsorok* esetében az alapadatok esetleges gyengeségei mellett az objektivitás próbájaként felmerül az adatok körének kiválasztása, azok súlyozása (önkényesség), s nem utolsó sorban az egyértelmű rangsorolások és viszonyítások lehetetlensége. A *többváltozós* statisztikai módszerekkel formált kategóriák ugyancsak tartalmazhatnak szubjektív momentumokat (kategóriák száma, határai, elnevezése). A több területről származó információk sűrítményeiként előállított, bizonyos szituációkban kétségkívül hasznos, *összetett indikátoroknak* (pl. a térségi szinten is felbukkanó HDI) viszont - Csaba L.

megfogalmazása szerint - „nem lévén dimenziója – értelme sincs”, az abban összeolvadó elemek közti átváltások elméletileg nehezen indokolhatók. (A GDP és az externáliák, vagy épp a fejlődés és fenntarthatóság párhuzamos kezelésének nehézségeit hasonló szempontok okozzák.)
[c] Bár nem a tudományos módszerről szól, de szót érdemel itt az is, hogy sok esetben nem is a valóság objektív megismerése a cél, *csak az egzaktság látszata*. Ezzel kapcsolatosan néhány problémát Szentes is kiemel: a tények elhallgathatók vagy elferdíthetők, az adatok célzottan (tendenciózusan) összeválogathatók, a belőlük képzett mutatószámok pedig alkalmasak lehetnek a (bonyolult és változó) valóság téves (félreértett, leegyszerűsítő vagy akár meghamisított) bemutatásra (SZENTES, 2013), a lehetséges veszélyek azonban sokkal változatosabbak. Ilyen lehet egyes nem kedvező mutatók célzatos (akár nem alap nélküli) módszertani megkérdőjelezése, a gazdaságban mért jelenségek összefüggésekből kiragadott értelmezése (szabályozás-érzékeny jelenség szabályváltozástól elvonatkoztatott kezelése), érdekhez kapcsolt mutatók kreatív számvitele, statisztikai kategóriák (akár manipulatív) átdefiniálása, de ide sorolható még a bázisév mondanivalónak alárendelt megválasztása, vagy az eredményeknek az alternatív költség elvet („mi lett volna …”) megkerülő interpretációja is.
Ez utóbbiak miatt a gyakorlatban különösen, de a korábbiak miatt még a szakmai kommunikációban is rendkívüli mértékben kiszolgáltatottá vált a társadalom a számoknak és a számokat közvetítő csatornáknak. E kiszolgáltatottságot azonban a *társadalom tagjai, mint befogadók jellemzői is erősítik*. Az adatokhoz való viszonyunk legalábbis ellentmondásos: bár a fontos társadalmi-gazdasági változók standard mérése és az általános közvélekedés között gyakran jól érzékelhető különbség, ami aláássa a hivatalos statisztikákba vetett hitet (vö. STIGLITZ ET AL., 2010), ugyanakkor akár *ismerethiány*, akár más ok miatt gyakran vakon hiszünk a szakmai köntösben megjelenő információknak (BROWNE, 2015), vagy (több-kevesebb szelektivitással) az ilyeneket közlő (köz)szereplőknek.

Összegzés

Az objektivitás igénye, egzakt módszerek (mérések, matematikai-statisztikai technikák) alkalmazására törekvés régóta jelen van a gazdaságtudományban – a huszadik század során jelentős eredmények is születtek, s vertek gyökeret elméletben és gyakorlatban egyaránt. Napjainkban azonban már nem csak az a kérdés, hogy miként lehet még tovább menni ezen az úton (ahogy az a konferencia javasolt témái közt is megjelenik), hanem az is, hogy milyen veszélyeket rejt az egzaktságra törekvés, vagy az objektivitás látszata egy olyan összetett rendszerben mint a gazdaság. Amint a fentiek mutatják, a nehézségek kiindulópontja az elmélet és a - globalizált világunkban különösen radikálisan – változó valóság viszonya: az új gazdaság releváns jelenségeinek megragadása, operacionalizálása, és azok összefüggései a társadalmi értékválasztásokkal sok feladatot adnak még a kutatóknak. Ezen elvi dilemmáknál közvetlenebbül érzékelhetők a szakmai gyakorlatban és a közéleti kommunikációban azok az adattartalmakkal kapcsolatos bizonytalanságok, melyek gyakran kifejezetten korlátját jelentik a valós szituációk pontos megértésének és a megfelelő politikák kialakításának is – e bizonytalanságok tartalmának világossá tétele, illetve egyre jobb megoldások keresése ugyancsak fontos, életminőségünk alakulását is érintő feladat. Fontos kiemelni, hogy e feladat megoldása nemcsak a módszertani szakemberek dolga, abban a társadalom számos szereplője érintett az állampolgárokig bezárólag. Mindamellett az is rögzíthető, hogy e komplex problémahalmaz rövid távon sem a „megbízhatatlan” indikátorokról szól csupán (azok rendszerint pontosan megragadják a valóság egy jól körülhatárolt szeletét), sokkal inkább azok helyéről, szerepéről és használati módjáról.

Irodalom:

Browne, C . (2015): Economic Data Is Less Reliable Than Ever: UBS. http://www.valuewalk.com/2015/11/economic-data-is-less-reliable-than-ever-ubs/, nov. 25,

Costanza, R. - Hart, M. - Posner, S. - Talberth, J. (2009): Beyond GDP: The Need for New Measures of Progress. The Pardee Papers / No. 4., Boston University The Frederick S. Pardee Center for the Study of the Longer-Range Future

Fox J. (2012): The Economics of Well-Being. Harvard Business Revew, January–February pp.

Havasi É. (2007): Az indikátorok, indikátorrendszerek jellemzői és statisztikai követelményei. Statisztikai Szemle, 85. évfolyam 8. szám, pp. 677-689.

Havasi É. (2010): David Boyle: „A számok zsarnoksága, avagy miért nem tesz minket boldoggá a számolás" című könyvének margójára. Statisztikai Szemle, 88. évfolyam 2. szám

Hardt Ł. (2010): Criticizing the critique. Some methodological insights into the debate on the state of economic theory in the face of the post 2008 crisis. Bank i Kredyt 41 (4), pp. 7–22.

Hüttl A. (2003): A gazdasági mérés történetéről. Közgazdasági Szemle, L. évf., febr. pp. 164–182.

Katona T (2000): Mérési és megbízhatósági problémák a területi statisztikában. In: Farkas B. – Lengyel I. (szerk.) 2000: Versenyképesség – regionális versenyképesség. SZTE Gazdaságtudományi Kar Közleményei. JATEPress, Szeged, pp. 205-217.

Krugman, P. (2009): How Did Economists Get It So Wrong? The New York Times Magazine, Sept. 2, http://www.nytimes.com/2009/09/06/magazine/06Economic-t.html?_r=0

Krugman, P. (2011): The Profession and the Crisis. Eastern Economic Journal 37, pp. 307–312.

Moulton, B. R. (2000): GDP and the Digital Economy, In: Brynjolfsson, E., Kahin, B: Keeping up with the Changes. Understanding the Digital Economy, The MIT Press, pp. 13-33.

Nemes Nagy J. (2005): Nemzetközi és hazai tendenciák a területi elemzésben. Területi Statisztika, 8 (45), 1. sz, pp. 3-14.

Papanek G. – Petz R. (2014):Mennyiben megbízhatók a magyar makrogazdasági előrejelzések? Pénzügyi Szemle, 1. pp. 63-83.

Pukli P. (2000): A gazdaságstatisztika regionális mutatószámai. In: Farkas B. – Lengyel I. (szerk.): Versenyképesség – regionális versenyképesség. SZTE Gazdaságtudományi Kar Közleményei. JATEPress, Szeged, pp. 235-244.

Stiglitz, J. E., Sen, A., Fitoussi J.-P. (2010):A Bizottság jelentése a gazdasági teljesítmény és a társadalmi fejlődés méréséről. Statisztikai Szemle, 88. évfolyam 3. szám, pp. 305-320.

Szentes T. (2003): Tények, adatok és mutatószámok felhasználásának anomáliái. Köz-Gazdaság 1., pp. 7-17.

Török Á. (2009): Társadalomtudományi tények és természettudományos módszerek. Közgazdasági Szemle, LVI. évf., december pp. 1067–1087.

Ziman, J. (1995): Is science losing its objectivity? Nature, vol. 362. 29. august. pp. 752-754.

ROBOTOK ALKALMAZÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI KATONAI MŰVELETEKBEN

Szegedi Péter[1], Békési Bertold[2]

[1-2]Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Katonai Repülő Intézet, Fedélzeti Rendszerek Tanszék, egyetemi docens 5008 Szolnok, Kilián u. 1.
E-mail: szegedi.peter@uni-nke.hu, bekesi.bertold@uni-nke.hu

A napjainkban is folytatódó információs forradalomnak köszönhetően a pilóta nélküli eszközök olcsóvá és egyre elterjedtebbé válnak. A technológiai fejlődés lehetővé tette az egyre kisebb és kisebb, de egyre nagyobb és nagyobb utasítás, és adat feldolgozási teljesítménnyel rendelkező számítógépek tömeges elterjedését. A nagy sebességű adatátviteli lehetőségek, a pontos navigációs képességek, a kisméretű digitális szenzorok megvalósítását lehetővé tette a 20 század végére jellemző technológiai fejlettség. Az elmúlt évtizedekben végbement technológiai fejlődés lehetővé tette, hogy az UAV-k hatékony fegyverrendszerekké váljanak.
A technológiák fejlődése, a kutatások eredményeinek felhasználása, a gépek megjelenése folyamatosan és gyökeresen változtatja meg életünket, így az általunk vívott háborúk sem tartoznak a kivételek közé. A katonai robotok megjelenése néhány éve, évtizede már nem csak a sci-fi írók által irt könyvekben lehetséges. Az autonóm fegyverrendszereket, ma már akár nevezhetjük mesterséges intelligenciáknak, amelyeket nem csak úgy képzelhetünk el, mint fegyvert viselő apokaliptikus humanoid kinézetű gépeket, amelyeket az az ember irányít, aki létrehozta. A megjelenésük a jelen három, "négy", vagy csak megközelítés kérdése hány dimenzióra bontott katonai, nem katonai, de hasonló céllal végzett műveletek helyszínén (pl.: városi környezetben, információs hadszíntéren, digitális harctéren) már nem fikció, hanem megkérdőjelezhetetlen tény. A felfegyverzett, csapásmérésre és egyéb funkciókra kifejlesztett robotok ma már részét képezik, képezhetik a haderők felszerelésének, fegyverzetének. Jellemző rájuk a feladat-optimalizáltság. A robotok felsorolása kezdődhet a kerekekkel, lánctalpakkal, vagy szárnyakkal rendelkező, repülési, úszási, stb. képességekkel rendelkező eszközöktől, amelyek távirányítva, vagy autonóm módon hajtják végre feladataikat, a láthatatlan méretű nano robotokig, amelyek akár az ember szervezetébe telepítve állapotáról, helyzetéről adhatnak információkat, végezhetnek el életmentő beavatkozásokat. Felépítésüket tekintve akár szerves, vagy szilícium alapú összetevőkből állhatnak. A jövő, jelenben csak megjósolható, új technológiáinak alkalmazása nem csak mérnöki feladat, az alkalmazóknak, a törvényhozóknak is el kell foganiuk jelenlétüket meg kell érteniük működésüket.
A cikkben, néhány példa bemutatásával a robotok által végzett feladatok sokrétűségére, és az alkalmazásukkal kapcsolatos új megoldandó feladatok összetettségére próbálunk rámutatni, illetve további gondolatokat ébreszteni a tisztelt olvasóban [1][3][4][5].
Kulcsszavak: haditechnikai újítások, fegyverrendszerek, katonai célú kutatások, robotok, UAV-k, drónok,

Bevezetés

A jelenben egy könnyen elképzelhető jövő, hogy a fegyveres konfliktusokat, háborúkat zsoldosok, és/vagy robotok vívják és nem csak nemzetállamok között törhetnek ki, hanem akár szélsőséges csortok, terrorszervezetek, nemzetközi bűnözők, stb. és államok, nemzetközi szervezetek között is. Van-e garancia arra, hogy a hadviselő felek, ellenfelek magukra nézve bármilyen törvényt, szabályt kötelező érvényűnek fogadjanak el? Ki, vagy mi lesz aki/ami

felügyeli, szabályozza a "harctér mindennapi rutinját" a RoE[1]-t? Az is elképzelhető-e, hogy a döntéseket a végrehajtók hozzák? Valós a veszély, hogy a nagypontosságú feladatvégrehajtásra tervezett és épített eszközök (preciziós fegyverek), vagy akár az NBC fegyverek[2] is terroristák, illetve lator államok (Rogue States) kezébe kerül, bővítve a rendelkezésükre álló fegyver arzenált (pl.: biológiai, vegyi, improvizált fegyvereket), amelyekkel jelentős károkat tundnak okozni. Ebbe a fenyegetésbe egyaránt bele kell értenünk, a precíz, akár egy személy ellen irányuló támadást és a tömegpusztító fegyverek széles arzenáljával végrehajtott válogatás nélküli célpontokra irányuló terror akciókat is. A nem hagyományos fegyverek, elsősorban kémiai, biológiai hatóanyagok és fegyverek további fejlesztése, újjak létrehozása valószínűsíthető [2][3][16].

Robotok katonai műveletekben

A műveleti sebesség növekedése egyértelműen magával hozza, hogy a megtámadott erőnek csökken a reagálásra az ideje. A védelem gyors válasza, egészen addig terjedhet, hogy megelőző „válasszá" váljon, annak érdekében, hogy elhárítsa, megelőzze a támadást, kivédje a nem kívánt hatásokat. A háború az élet kioltására specializálódott olajozottan működő rendszerré válhat. Minden kontrolált és megfigyelt lesz, a helyzet megköveteli a gyors, pontos döntések meghozatalát és precíz, hatékony végrehajtását. A változás az autonóm háború irányába olyan okok miatt is bekövetkezhet, mint, például: a gépek olcsóbbak az emberi éltnél; az információ feldolgozó képességük gyorsabb, kapacitásuk nagyobb; a reakció idejük rövidebb; nem szenvednek a környezeti hatásoktól; fáradhatatlanok; monotonitás tűrésük végtelen; nem éreznek félelmet; stb. De ne felejtsük el, nem energiafüggetlenek [3].

A védelmi kutatások talán legfontosabb projektjeinek egyike az évtizedben a robotok, pilóta nélküli (légi, földi, vizi) járművek, fejlesztése. Ahogy a technológia fejlődik, a drónok gyorsan veszik át azokat a feladatokat, amelyek megoldása közvetlen emberi erővel működtetett eszközöké voltak, illetve segítenek az emberekre nézve túl nagy kockázatokkal járó feladatok elvégzésében. A bombákat hatástalanító robotoktól a mini tengeralattjáróig, a hajófedélzetről indítható felderítő helikopterektől a nagy magasságban tevékenykedő precíziós támadásokat végrehajtó légi eszközökig. A teljes küldetés ideje alatt közvetlen emberi felügyelettel, irányítással hajtják végre feladataikat (nem szükséges, hogy a az eszköz és alkalmazója egy térben tartózkodjon, de az időben történő jelenlét szükséges feltétel). A feladatra történő felkészítésük jelenleg azonos térben (eszköz és karbantartó azonos helyszínen) mérnökök, illetve szakemberek által végzett szakfeladat.

A napjainkban is folytatódó információs forradalomnak is köszönhető, hogy a pilóta nélküli eszközök olcsóvá és egyre elterjedtebbé válnak. A fejlődés lehetővé tette az egyre kisebb tömegű és méretű, de egyre nagyobb utasítás, és adat feldolgozási teljesítménnyel rendelkező számítógépek tömeges elterjedését. A nagy sebességű adatátviteli lehetősége, a pontos navigációs képesség, a kisméretű digitális szenzorok (szenzorrendszerek) alkalmazása az automatizált rendszerekben 20 század végére elterjedt.

A jelenlegi katonai alkalmazások középpontjában a „várj", „tűzelj és felejtsd el" képességek vannak, amelyek a drónokat olyan feladatok elvégzésére is alkalmassá tették, mint például sokáig, órákon át elhúzódóan legyenek a cél közelében megfigyelést folytatva várják, hogy a kapott utasításnak megfelelően hajtsák végre küldetésüket [11][12].

A mesterséges intelligenciák és az automatizált, akár autonóm eszközök, robotok, fegyverrendszerek megjelenését tényként kell kezelnünk a jövő háborúiban, vagyis a jelenkor biztonsági környezetével kapcsolatosan átfogó értelemben nem felejtkezhetünk meg képességeikről, alkalmazhatóságukról. A széleskörű lehetőségek körvonalai már napjainkban is láthatók, pél-

[1] Rules of Engagement, a művelet-végrehajtás szabályai Varga Attila Ferenc:ROBOTTECHNOLÓGIA ÉS ERŐALKALMAZÁS, Hadmérnök, VIII. évfolyam 2. sz. 2013, 54. oldal

[2] Nuclear, Biological, Chemical, Nukleáris, Biológiai, Vegyi tömegpusztító fegyverek

dául: a nano méretű eszközök, amelyek a katonák szervezetében, folyamatos megfigyelés alatt tartják az életfunkciókat és információkkal látják el a parancsnokokat a beosztottak hadrafoghatóságáról; (2) az automatizál hajófedélzeti körkörös védelmi fegyverrendszerekig.
Az elmúlt évek fejlesztései már megváltoztatták a katonai erők alkalmazási módját. Az alkalmazott haditechnika elválaszthatatlan részét fogják a jövőben is képezni, a néhány kiragadott katonai robot példáján keresztül bemutatott, jelenleg fejlesztés alatt álló, illetve rendszeresített, vagy rendszeresítésre váró eszközrendszerek:

PD-100 Black Hornet
A PD-100 Személyi Felderítő Rendszer – az egész készlet (helikopter, alapállomás) – elfér egy zseb méretű tokban és 1 percen belül repülőképes állapotba hozható. A taktikai zsebrendszer tartalmaz egy alapállomást (kijelző, nyakpánt, joystick). A Black Hornet újratölthető elemekről működő, 203,2 mm hosszú (a rotor átmérő: 120 mm) és úgy néz ki, mint egy gyerek játék (1. ábra). Azonban ez egy kis méretű kb.: 15 g tömegű, (kamerával együtt 18 g) távirányított 3 kamerával felszerelt repülőszerkezet 25-30 perc repülési idővel (maximális repülési sebessége 22 km/h). A csendes üzemű, nehezen észlelhető (méret és festés) kis méretű elektromotorral hajtott jármű fedélzeti robotpilótájának köszönhetően, RC távirányított és autonóm repülésre is képes. GPS és vizuális navigáció segítségével képes a célpont közelében lebegni és megfigyelést folytatni. A kezelő kb 1 km-ről tudja távirányítani teljes rálátás esetén.
A nagy mobilitású szenzor rendszert a katonák közvetlenül irányítják, illetve előzetesen beprogramozzák, hogy repüljön a megadott koordinátákra, majd térjen vissza a bázisra, miután felderítette az ellenség pozícióját. E modell az afganisztáni bevetésekben is bizonyította képességeit. Hírszerzői és felderítési (kutatás, mentés, megfigyelés, felderítés zárt térben, stb.) támogatást biztosít a fegyveres erők számára.

1. ábra A Black Hornet [35]

A nanokopter bevetéseinek többségén egy katona irányítja, a számítógépes játékoknál használt joystichoz hasonló ezközzel. Amikor a drón az ellenség pozíciójának közelében repülve (rotorjaitól származó „zümmögés” néhány méterről már alig hallható) nagy felbontású álló és mozgó képeket sugároz a megfigyelő állomásra bizosítva azonnali taktikai hírszerzési, megfigyelési, és felderítési képességet. Például a civil lakosság között, falvakban, városokban megbúvó harcosok, terroristák fel sem tételezik, hogy egy drón őket nézi, mikor az operátor hangtalanul a célpontra zoomolva valós idejű információt szolgáltat a viselkedésükről, cselekedeteikről létszámukról, stb. a harcvezetés számára.
Alkalmazása nem jelent kockázatot más légijárművek, vagy személyek számára, így megelőző légtér használati koordináció nélkül is majdnem mindenhol és majdnem mindig működtethető a rendszer [17][26][35][36][37].

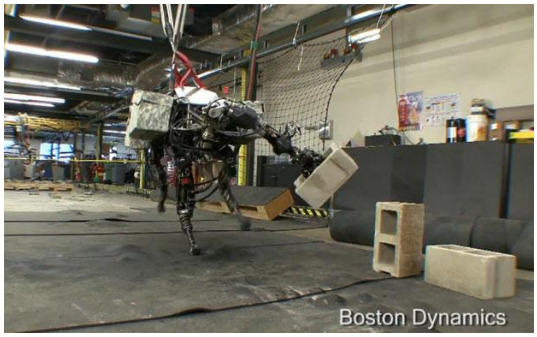
BigDog

A BigDog egy négylábú öszvérszerű robot (2. ábra), kb.: 0,91 m hosszú, 0,76 m magas és a tömege 110 kg. Alegységek logisztikai támogatására fejlesztik, olyan terepre, ahol hagyományos szállítójárművekkel nem tudják biztosítani az ellátást.

A hidraulikus vezérlésű lábak hasonló módon tagoltak, mint az állatok lábai és olyan csillapító elemekkel vannak felszerelve, amelyek elnyelik a lépésekből származó ütések energiáját és a következő lépéshez újrahasznosítják. Maximális sebessége 6,4 km/h, és 35 fokos emelkedőt képes leküzdeni. Hóban, vízben, egyenetlen, sziklás terepen keresztül megy, megmászik sáros természetes ösvényeket, és maximálisan 150 kg terhet szállít.

2. ábra A BigDog [29]

Fedélzeti számítógépe képes a kezelőjét adott távolságból követni és kontrolálni a mozgását, erőforrása egy kétütemű egyhengeres vízhűtéses motor. A fedélzeti mozgást biztosító szenzorok között fellelhető: GPS; giroszkóp; kamera (stereo vision system); LIDAR (követő rendszer); motor hőmérséklet, sebesség, fordulatszám; hidraulika nyomás, hőmérséklet; helyzet, erőmérő, a telep töltöttségét mérő érzékelők stb.

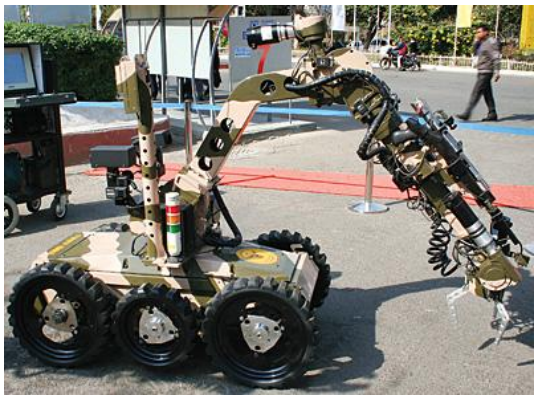


3. ábra A modifikált BigDog [28]

A modifikált verziójára robot kart is felszereltek (3. ábra), így képessé vált nehéz tárgyak emlésére. (pl.: egy 23 kg-os blokkot képes akár magamögé is eldobni). A kar alkalmazását a lábak és a törzs (a teljes test integrált mozgása), mint egy rendszer ereje is segíti, úgy ahogy ez az emberek, állatok esetén is történik [21][22][23][24][27][28][29].

Daksh

A Daksh egy elektromos meghajtású távirányított jármű[3], amely elsődleges funkciója veszélyes tárgyak[4] (pl.: autóbombákat, gyanús, elhagyott csomagokat) biztonságos lokalizálása, kezelésének megkönnyítése, megsemmisítése (4. ábra). (Nem ez az egyetlen ilyen fejlesztésű eszköz, pl.: [18][19][20] irodalmakban hasonló céllal kifejlesztett robotokról olvashatunk.)



4. ábra A távirányított jármű, Daksh [7]

Az 500 m-ről távvezérelhető eszköz hat szabadságfokú mozgásra képes robosztus robot, melynek kezelő karja kinyújtható, hogy távolról távolítsa el az IED-ket (pl.: 20 kg tömegű veszélyes anyagot 2,5 méterről, 9 kg tömegűt 4 méter távolságról képes kezelni). Olyan tömött gumi kerekeken közlekedik, amelyek ellenállnak a robbanótöltet által gerjesztett légnyomásnak. Az UGV képes lépcsőkön felmenni, zárt ajtókat berobbantani, átjutni meredek emelkedőkön, szűk helyeken manőverezni és elvontatni gyanús járműveket forgalmas helyszínekről. A járműre szerelt vízágyúval képes biztonságosan megsemmisíteni az IED-ket. Az operátornak rendelkezésére áll egy röntgengép, amellyel lehetősége van csomagok, gépjárművek átvizsgálására. Az IED-k azonosítása a röntgengép által készített képek alapján képszerkesztő, képfeldolgozó szoftvere segítségével történik.Fel van szerelve kamerával, IED kezelő felszereléssel; nukleáris, biológai kémiai anyagokat detektáló szenzorokkal, egy nagy kaliberű sörétes puskával.

Az irányító állomásról (MCS, master control station) egy operátor távirányítja a Daksh-t. Az állomás felhasználóbarát interfésszel és vezérlőberendezéssel (a billentyűzet az érintőképernyő és a botkormány biztosítja az operátor számára, hogy egyszerűen mozgassa és irányítsa a távirányított járművet) van felszerelve. A kommunikációs rendszer lehetőséget teremt a parancsvezérlésre és a képtovábbításra a Daksh és az irányító állomás között. Az érintőképernyő egyidejűleg 4 kamera jelét képes teljes képernyős üzemmódban megjeleníteni. Az NBC[5] felderítő rendszer rendelkezik (1) sugárzás mérővel, képes detektálni X és gamma sugárzást 60 keV-től 2 MeV-ig; (2) hordozható gázkromatográffal (PGC portable gas chromatograph) érzékeli a gáz jelenlétét és koncentráltság szintjét, a felhasználó által szabályozható riasztási funkcióval el van látva; (3) egy a felhasználó által programozható adatbankkal, amelyben a gázok tulajdonságai vannak rögzítve, biztosítva a gyors detektálás és szennyezési szint meghatározását.

A felszerelés része a szállító jármű, amelyet speciálisan alakították ki a Daksh, az irányító állomás, a hat fő kezelő személyzet és a bomba hatástalanításához szükséges eszközök, felszerelések (tartalék és pótalkatrészek) valamint a veszélyes anyag szállítására. Egy légkondi-

[3] Unmanned Ground Vehicle, UGV
[4] IEDs improvised explosive devices
[5] NBC Nuclear Biologycal Chemical

cionált fülkével rendelkezik, némi kényelmi berendezéssel felszerelve. Egy elkülönített fülke, a megfelelő felszereléssel áll rendelkezésre a hatástalanított bombák elszállítására. Zárható, 6 rekeszes fegyvertartó a kezelő személyzet személyi fegyvereinek a tárolásához. A jármű mindkét oldalán található lőréseket az önvédelem érdekében alakították ki. A járművet ellátták hűtőszekrénnyel, felhajtható feljáró rámpával, 1KVA -es generátorral, akkumulátortöltővel, GPS-el és hátsó kamera rendszerrel. A haderők bomba mentesítő egységek részére fejlesztett eszköz bevethető anti-terrorista műveletekben, katasztrófahelyzetekben, szükségesetén [3][6][7][8].

General Atomics MQ-9 Reaper

A légierő alkalmazásában is megjelentek a pilóta nélküli eszközök, mint például a Predator modernizált változata az MQ-9 Reaper, amely feladatai közé tartozik az információ gyűjtés, az ellenséges állások megfigyelése, légi támadó feladatok végrehajtása. Vagy a Global Hawk ami az elvégezhető feladatokat tekintve leváltotta a híres U-2 kémrepülőgépet. Nem utolsó sorban, de megjelentek a mikro, nano méretű repülésre alkalmas eszközök is.

Az MQ-9[6] Reaper egy közepes magasságú, nagy hatótávolságú, felfegyverzett, több célra alkalmazható, turbólégcsavaros[7] pilóta nélküli repülőgép, amely képes távirányított és autonóm repülésekre egyaránt. A jelentős repülési idő, illetve a fedélzetén található nagy hatótávolságú szenzorok és a multi mode kommunikációs rendszer, valamint a precíziós fegyverzet egyedül álló képességet biztosít, hogy autonóm módon hajtsa végre teljes megsemmisítési folyamatot, (keresés, meghatározás, követés, célpont meghatározás, végrehajtás és kiértékelés). Az elsődlegesen megsemmisítendő dinamikus célpontok ellen bevetett drón feladatai között szerepelhet pl.: hírszerzés, megfigyelés (adatgyűjtés), felderítés, vagy szárazföldi csapatok légi támogatása, harci kutató és mentő feladatok, precíziós csapás, konvoy felügyelet, célmegjelölés, légi vezetési állomás, stb. is. A fedélzeti fegyverei között szerepelhet például: GBU-12 Paveway II lézer irányítású bomba, az AGM-114 Hellfire II levegő-föld típusú rakéta, AIM-9 Sidewinder, vagy a GBU-38 JDAM, illetve a jövőben a AIM-92 Stinger is lehet hogy helyet kap a fedélzeti arzenálban.

5. ábra Az MQ-9 Reaper [14]

A Reaper egy UAV rendszer része, amely több mint egy repülőgép. A teljesen rendszer tartalmaz egy szenzorokkal, fegyverzettel felszerelt pilóta nélküli repülőgépet, egy földi irányító állomást (PPSL[8] műholdas kapcsolattal), tartalék felszereléseket, illetve operátorokat és mű-

[6] M multi-role; Q remotely piloted aircraft system; 9 the ninth in the series of remotely piloted aircraft systems.
[7] Honeywell TPE331-10GD turbólégcsavaros hajtómű
[8] Predator Primary Satellite Link

szaki személyzetet akár 24 órás időtartamú műveletek végrehajtásához. Az alapszemélyzet két fős földi személyzet, a pilóta és a szenzor operátor, aki működteti a szenzorokat és a fegyvereket [3][9][10][14][25].

Global Hawk

A Global Hawk egy nagy magasságú, és hatótávolságú pilóta nélküli légi jármű, amely a harcvezetés, a döntéselőkészítők és parancsnokok számára közel valós idejű felderítési, megfigyelési és hírszerzési információkat biztosít, illetve képes nagy kiterjedésű földrajzi területek felett történő járőrözés közbeni mozgó célpont detektálásra és célmegjelölésre. Méreteit tekintve egy 39,9 méter fesztávolságú, 14,5 méter hosszú, 4,7 m magas, 14628 kg maximális felszálló tömegű (hasznosteher 1360 kg) légijármű, amely maximális repülési magassága 18,3 Km, hatótávolsága pedig 22780 Km.

6. ábra A Global Hawk [33]

A Global Hawk rendszer lehetőséget biztosít az USA haderejének, hogy domináljon a kis intenzitású béketeremtő műveletektől kezdve a magas intenzitású háború műveletekig. A fedélzetén elhelyezett fejlett AN/ZPY-2 típusú (fázisvezérelt anntennával felszerelt) radarral (időjárástól függetlenül) képes megfigyelni földfelszinen lévő mozgó és álló célpontokat és valós idejű információkat biztosítani a harcvezetés számára [15][25][33][34].

Goalkeeper

Eredetileg 1979-ben fejlesztett és napjainkban is használt Goalkeeper egy teljesen automatizált fegyverrendszer, amit hadihajók közel védelmére alkalmaznak rakéták, repülőgépek és felszíni úszó járművek ellen (bármilyen víz felszín feletti fenyegetés ellen). A [31] irodalom hasonló rendszereket mutat be.

7. ábra A Goalkeeper védelmi fegyverrendszer [3]

A rendszer mindent elvégez a megfigyeléstől a detektáláson keresztül a megsemmisítésig. Kettős lokátor alrendszert használ, amelyek együttműködnek egymással, annak érdekében, hogy azonosítsák és priorizálják a célpontokat és támadják a legmagasabb prioritású fenyegetést. Azzal a GAU-8/A Avenger 30 mm-es Gatling típusú gépágyúval van felszerelve, mint az A-10 Thunderbold II repülőgép. A nagy pontosságú körkörös védelmet biztosító hét csövű gépágyú 4200 lövés/perc lövéskiváltására képes [3][30][32].

Összefoglalás

A rendszerbeállított és a fejlesztés alatt álló eszközök, robotok nem értelmes, érző lények az emberi értékek szerint, de a fejlett (szilícium alapú, vagy fejlettebb) számítástechnikai teljesítményük olyan lehetőségeket biztosíthat, amelyek a helyzet, szituáció előrejelző és felismerő, illetve alkalmazkodó és döntéshozó képességeiket is jelentősen megnövelheti.

Hovatovább, a harci szerepkörüket kiterjesztve, felruházni a robotokat élet-halál feletti döntések meghozatalának lehetőségével, helyettesítve a kiképzépzett katonákat, akiknek egészségét aggódó családjaik tekintete követ, egy egyszerű és logikus lépésnek is tünhet, aminek technolóiai akadálya nem lesz, és csökkentheti a fegyveres erő alklamazásának pszihológiai korlátját [13]. A tudósok szerint rövidesen, de ez talán még nem a közeli jövőben a mesterséges inteligencia fejlettsége eljut arra a szintre, hogy a drónok olyan az embertől független döntéseket hozzanak meg, amelyek kihatással lehetnek életre és halálra. Vagyis a másodperc törtrésze alatt döntsenek nem csak a csapásról, hanem a művelet lehetőségének bekövetkezéséről is.

A tanulási képességük (szoftver és hardver rendszerük fejlettsége által) fontos tulajdonsággá válhat, a megfelelő hitelesség, pontosság mellet, még ha a technológia fejlettsége nem is éri el az emberi szintet a hiányosságai kompenzálhatók az irányíthatóság, előreprogramozhatóság, és egyéb tulajdonságaikkal.

A néhány kiragadott példából is látható, hogy a mérnöki találékonyság és tudás mire lehet képes a jövőben is. Olyan lehetőségeket és képességeket adnak a döntéshozók kezébe, amelylyel jól átgondolt és felelősségteljes döntéseket csak azok tudnak hozni, akik előtt a jövő nem csak egy jelenlegi probléma kezelésének a helye, hanem a tudásuk fejlesztésének lehetőségét is magába foglaló felelősség [13].

Felhasznált irodalom

1. Sharon Gaudin: Robotics blast targets with M240 machines during live-fire demo at Fort Benning (online) url: http://www.computerworld.com/article/2486011/emerging-technology/machine-gun-toting-robots-may-soon-back-up-u-s--soldiers.html (2016.02. 19)
2. Hitoshi Nasu: 'Killer robots' are a reality in future battlefields. (online) url: http://www.abc.net.au/news/2015-10-26/nasu-'killer-robots'-are-a-reality-in-future-battlefields/6884250 (2016.02.06.)
3. Brad Merrill: Is the Future of War Autonomous? (online) url: http://www.makeuseof. com/tag/future-war-autonomous/ (2016.02.06)
4. Nanorobotics. (online) url: https://www.sciencedaily.com/terms/nanorobotics.htm (2016.02.19)
5. Nanorobots in Medicine. (online) url: http://www.understandingnano.com/ nanomedicine. html (2016.02.06)
6. Daksh Remotely Operated Vehicle (ROV), India. (online) url: http://www.army-technology.com/projects/remotely-operated-vehicle-rov-daksh/ (2016.02.06)
7. Army’s First Mobile Robot. (online) url: http://www.spslandforces.com/story. asp?id=157 (2016.04.01)

8. Parveen Kaswan: Daksh: Indigenous Bomb Slayer. (online) url: http://www.simplydecoded.com/2013/08/29/daksh-indigenous-bomb-slayer/ (2016.02. 19)
9. MQ-9 REAPER. (online) url: http://www.military.com/equipment/mq-9-reaper (2016.04.01)
10. The General Atomics MQ-9 Reaper maintains a role of hunter-killer for the United States Air Force. (online) url: http://www.militaryfactory.com/aircraft/detail.asp?aircraft_id=468 (2016.04.01)
11. Békési Bertold, Szegedi Péter: Gondolatok a jövőbeni fegyverek alkalmazási lehetőségeiről, XIV. Természet-, Műszaki- és Gazdaságtudományok Alkalmazása Nemzetközi Konferencia, Nyugat-magyarországi Egyetem, Szombathely, 2015. pp. 183-188. (ISBN: 978-963-359-053-9)
12. Békési Bertold, Szegedi Péter: Napjaink fegyverrendszer fejlesztési trendjei Economica (Szolnok) 2015: (4/2. szám) pp. 158-168.
13. Békési Bertold, Szegedi Péter: Napjainkban fejlesztett fegyverrendszerek megjelenése a jövő hadszínterein, tudás alkalmazás és fejlesztés szempontjából, Repüléstudományi Közlemények, Szolnok, 2015/3: pp. 105-116. (online) url: http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2015_3/2015-3-08-0223_Bekesi_B-Szegedi_P.pdf (2016.02.17)
14. Constantine H. Houpis, Stuart N. Sheldon: Linear Control System Analysis and Design with MATLAB®, CRC Press, Sixth Edition, 2014. (online) url: https://books.google.hu/books?id=R07OBQAAQBAJ&pg=PA27&lpg=PA27&dq=buddy-laser,+convoy/raid+overwatch&source=bl&ots=gMfQbdnYe5&sig=xHfcR59pB7Z9PhaJc_Kv3GmC3ds&hl=hu&sa=X&ved=0ahUKEwiViNG71ZLLAhVhCpoKHReJAdcQ6AEIIjAB#v=onepage&q=buddylaser%2C%20convoy%2Fraid%20overwatch&f=false (2016.02.19)
15. Weapons systems Introduced Since Desert Storm (1991) that are available now (2003) (online) url: http://www.iwar.org.uk/military/resources/ndu/systems-for-iraq.pdf (2016.04.08)
16. Varga Attila Ferenc: Robottechnológia és erőalkalmazás, Hadmérnök, VIII. évfolyam, 2. szám, 2013, (online) url: http://www.hadmernok.hu/132_06_vargaaf.pdf (2016.04.08)
17. Dr. Szegedi Péter: A pilóta nélküli repüléshez kapcsolódva... Tanulmány a pilóta nélküli légijárművek működésével és üzembentartásával kapcsolatban, p.: 80, ISBN 978-963-12-5224-8, 2016 https://ludita.uni-nke.hu/repozitorium/bitstream/handle/11410/10148/Tanulmany_Szegedi_P%C3%A9ter.pdf?sequence=2&isAllowed=y (2016.04.01)
18. Ministry of Defence: Latest counter-IED equipment showcased, (online) url: https://www.gov.uk/government/news/latest-counter-ied-equipment-showcased (2016.04.08)
19. iRobot 510 PackBot Multi-Mission Robot. (online) url: http://www.army-technology.com/projects/irobot-510-packbot-multi-mission-robot/ (2016.04.01)
20. Darren Quick: U.S military to field-test “throwable” robots in Afghanistan. (online) url: http://www.gizmag.com/us-military-throwable-robots/20052/ (2016.04.14)
21. Andrii Degeler: US military’s LS3 robotic mule deemed too loud for real-world combat. (online) url: http://arstechnica.co.uk/information-technology/2015/12/us-militarys-ls3-robotic-mule-deemed-too-loud-for-real-world-combat/ (2016.04.08)
22. Boston Dynamics: BidDog Overview, (online) url: http://www.bostondynamics.com/img/BigDog_Overview.pdf (2016.04.01)
23. Boston Dynamics: BigDog - The Most Advanced Rough-Terrain Robot on Earth (online) url: http://www.bostondynamics.com/robot_bigdog.html (2016.04.01)

24. Olivia Solon: The robot army of the future - from killer drones to cyborg super soldiers (online) url: http://www.mirror.co.uk/news/technology-science/technology/robot-army-future---killer-5053344 (2016.04.14)
25. Norman Friedman: Unmanned combat air systems. A new kind of carrier aviation, Naval Institute Press, Annapolis, Maryland, 2010. (ISBN 978-1-59114-285-0)
26. PD-100 Black Hornet Nano Unmanned Air Vehicle, United Kingdom, (online) url: http://www.army-technology.com/projects/pd100-black-hornet-nano/ (2016.04.14)
27. Rich McCormick: Boston Dynamics' newest robot has a dog's name but walks like a horse (online) url: http://www.theverge.com/2015/2/9/8008885/boston-dynamics-spot-robot-walking-bigdog (2016.04.14)
28. Evan Ackerman: BigDog Throws Cinder Blocks with Huge Robotic Face-Arm (online) url: http://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/military-robots/bigdog-throws-cinder-blocks-with-huge-robotic-facearm (2016.04.01)
29. Big Dog, (online) url: http://www.robothalloffame.org/inductees/12inductees/bigdog.html (2016.02.19)
30. Thales: Goalkeeper, (online) url: http://www.thales7seas.com/html5/products/313/GOALKEEPER.pdf (2016.04.01)
31. Tyler Rogoway: The Seven Deadliest Naval Close-In Weapon Systems, (online) url: http://foxtrotalpha.jalopnik.com/the-seven-deadliest-naval-close-in-weapon-systems-1568291678 (2016.02.19)
32. General Dynamics Ordnance and tactical systems: Goalkeeper - 30mm Close-in Ship Defense System, (online) url: http://www.gd-ots.com/armament_systems/ss_goalkeeper.html (2016.04.01)
33. Northrop Grumman RQ-4 Block 40 Global Hawk, (online) url: http://www.northropgrumman.com/Capabilities/GlobalHawk/Documents/Datasheet_GH_Block_40.pdf (2016.04.01)
34. Bill Kinzig, MacAulay-Brown: Global Hawk Systems Engineering Case Study (online) url: http://www.lboro.ac.uk/media/wwwlboroacuk/content/systems-net/downloads/pdfs/GLOBAL%20HAWK%20SYSTEMS%20ENGINEERING%20CASE%20STUDY.pdf (2016.02.19)
35. Marc Nicol: The Black Hornet - tiny spy drone that can follow enemy targets all the way home (online) url: http://www.dailymail.co.uk/news/article-2272590/The-Black-Hornet--tiny-spy-drone-follow-enemy-targets-way-home.html#ixzz2JpyDCbiL (2016.04.14)
36. Prox Dynamics: Personal Reconnaissance System PD-100 Black Hornet (online) url: https://adsinc.com/download/sell_sheets/Prox%20Dynamics%20PD-100%20Sell%20Sheet.pdf (2016.02.19)
37. Nano UAS PD-100 Black Hornet, (online) url: http://www.bssholland.com/#!en/products/nano-uas-pd-100-black-hornet.html (2016.02.19)

PILÓTA NÉLKÜLI LÉGIJÁRMŰVEK – BIZTONSÁG VAGY FENYEGETÉS

Békési Bertold[1], Szegedi Péter[2]

[1-2]Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Katonai Repülő Intézet, Fedélzeti Rendszerek Tanszék, egyetemi docens 5008 Szolnok, Kilián u. 1.
E-mail: bekesi.bertold@uni-nke.hu, szegedi.peter@uni-nke.hu

Az emberiség minden generációja szembesül különböző találmányokkal, amelyek bevezetése jelentősen befolyásolja az életmódunkat gondolkozásunkat és viselkedésünket is. Ez a biztonsági technológiák terén is megnyilvánul. Nem múlik el úgy év, hogy ne történne valamilyen katonai konfliktus, terror cselekmény, vagy környezeti katasztrófa. Nem olyan régen az UAV-kat a haditechnikai eszközök közé sorolták. Azonban az utóbbi tíz évben megjelentek a civil és az ipari UAV-k fejlesztői és megrendelői is. A pilóta nélküli járművek és rendszerek nemzetközi szövetsége[1] 2013 augusztusában Washingtonban konferenciát rendezett, 40 országból 80 000 résztvevővel. Itt olyan információk hangzottak el, amelyek szerint az Egyesült Államokban öt év múlva kb. tízezer pilóta nélküli légijármű fog repülni, használni a légteret [6][7].
A cikkben néhány kiragadott példán keresztül mutatjuk be a pilóta nélküli légijárművek alkalmazási területeinek sokrétűségét és a használatuk által felmerülő problémák összetettségét.
Kulcsszavak: UAV-k, drónok, polgári-, katonai alkalmazás

Bevezetés

Az Európai Bizottság közleményének tartalma szerint: *„2050-re a polgári légi közlekedésben várhatóan számos különböző kategóriájú légi jármű fog üzemelni, némelyiken még lesz pilóta, másokon nem. Ezért fontos egy európai piac létrehozása az RPAS-ek, vagyis a „drónok” számára.”*[33] Egy évszázaddal ezelőtt, a villamos jelek továbbítása irreálisnak és fantasztikusnak tűnt, fél évszázaddal ezelőtt és a videó megfigyelő rendszerekről sem hallott senki. Mi lesz az a következő jelenség, vagy eszköz, amely ilyen mértékben képes befolyásolni az információs szükségleteink kielégítését? Az egyik ilyen lehetőség lehet a pilóta nélküli légijármű. A repülőgépipar kis mértékű előrehaladása a robotika eredményeivel kombinálva a „drónokat” szédítő magasságba emelte. Nincs is olyan messze, amikor ezek a robotizált légieszközök például (1) elkezdik a sebesség korlátozásokat megsértőket (túllépőket) „elkapni” a közutakon, vagy (2) szórólapokat fognak terjeszteni, illetve (3) a lakott településektől távol élők részére termékeket szállítani, különböző szolgáltatásokat nyújtani.
Nem olyan régen az UAV-kat a haditechnikai eszközök közé sorolták. Azonban az utóbbi években megjelentek a civil UAV-k fejlesztői, megrendelői és alkalamazói is. Mivel maga a technológia rohamosan fejlődik és nem csak a katonai területeken használják őket, így *„Az RPAS-eknek ezért képesnek kell lenniük arra, hogy egy el nem különített légtérben repüljenek, vagyis részt vegyenek a rendes polgári légi közlekedésben. A technológiát egyelőre például fényképezésre vagy infrastruktúra-felügyeletre alkalmazzák, de a jövőben áru- vagy személyszállításra is fel lehetne használni.”*[2][33]

---

[1] Association for Unmanned Vehicle Systems International (AUVSI)
[2] Az Európai Parlament állásfoglalására irányuló indítványt nyujtott be Jacqueline Foster: a távirányított légijármű-rendszerek, közismert nevükön a pilóta nélküli légi járművek polgári repülésben való biztonságos felhasználásáról

A technológiák fejlődésének és a marketingesek tevékenységének köszönhetően a felhasználói piac folyamatosan fejlődik. A játék repülőgépeknek tűnő drónok megjelenése, működése a mindennapi életben a hétköznapi embereknek még mindig nehezen érthető. Mindenek előtt, a levegőből történő egyedülálló megfigyelési képességeiket kihasználva, videó, hőérzékelő kamerákkal és egyéb szenzorokkal felszerelve, valósidejű adatokat képesek továbbítani. Például előre meghatározott (beprogramozott) útvonalon infrakamerával felszerelt drónok járőröznek olyan területek felett, ahol az erdőtüzek által okozott veszteségek jellemzők. Az okozott károk csökkentésének egy költségkímélő megoldása lehet [6][7][8][9][30].

A drónok mérete „határtalan”

A repülő szerkezetek egyik legfontosabb paramétere, így a pilóta nélküli légi járműveké is, a repülőképesség, de azonnal a második helyre kell sorolni az időjárással szembeni érzékenységüket (nem csak a szél befolyásoló tényező a repülésben hanem az eső és a jég is). Ugyanakkor a felhasználók szempontjából a fő jellemzők, amelyek alapján jellemzően összehasonlítják és kiválasztják az UAV-kat: (1) a repülés időtartama, hatótávolság (2) a hasznos teher felhasználhatósága, alkalmazhatósága, illetve fizikai méretei.

A hasznos teher szállító kapacitás az az egyik olyan paraméter, amellyel sohasem elégedettek a felhasználók egyetlen légi jármű esetében sem. A múltban még szóbeszéd tárgyát sem képezte az, hogy egy drón teherszállító repülőgép megépíthető. Azonban a Lockheed Martin és a Piasacki Repülőgép Konszern évek óta közösen fejleszt egy UAV teherszállító repülőeszközt, amely képes felemelni a levegőbe és adott távolságra elszállítani egy gépjárművet. A légi-jármű képes lesz a függőleges fel- és leszállásra, a maximális repülési idejét alapvetően a fedélzeti energiaellátó rendszer tulajdonságai (pl.: kapacitás, energia visszapótlása stb.) határozzák meg. Feltételezve, hogy a légijármű hajtóműve folyékony tüzelőanyagot vagy akkumulátorokat fog használni, előzetes becslések szerint a működési idő inkább percekben és órákban mérhető, mint sem napokban [6][7].

Az újabb típusú hajtóművek energiaszükségletének kielégítésére napelemeket alkalmaznak, mint például a Titan Aerospace vállalat által fejlesztett Solara 50 nevű sztratoszféra repülésre tervezett[3], („légköri műholdnak” is nevezett) eszközön. A repülő eszköz szárnyfesztávolsága 50 m, hossza 15 m és 31 kg hasznos teher szállítására alkalmas, a repülési sebessége 104 km/h. Akár hónapokon keresztül is képes lesz a levegőben tartózkodni (15−20 km-es magasságokban) és ez idő alatt különböző katonai és polgári feladatokat fog végrehajtani.

A drónt elsősorban térképészeti és meteorológiai megfigyelésére tervezik alkalmazni. Az előzetes becslések szerint, a Föld felszínéről készült fényképek ára 5 dollár lesz négyzetkilométerenként, ez hetede, mint ha a műholdakról készítenék [1][2][4]

1. ábra A Titan Aerospace Solara 50 UAV-ja[4]

[3] A repülőgépet nagy magasságokra tervezték, valószínűleg azért, hogy a Napból érkező energiákat a lehető legjobban fel tudja fogni, és ne legyen hatással a repülésre az időjárás [3]

[4] http://assets.inhabitat.com/wp-content/blogs.dir/1/files/2013/08/Solar-Drone-e1377193046314.jpg (2016.04.14)

A Google a Solara 50 segítségével (Skybender projekt keretében) tervezi, hogy 5G-s internet kapcsolatot létesít olyan területeken is ahol eddig nem, vagy csak nagy költségek árán lehetett volna kiépíteni. A projekt már a tesztelési fázisban jár. Az egyetlen probléma, hogy az internetet továbbító mikrohullámú jelek a nagy távolság miatt fellépő csillapítás következtében kis szintűek lesznek mire elérik a földre telepített állomások vevő fokozatait.
További megoldandó feladatot jelent a napenergia felhasználásával való folyamatos repülés végrehajtása is. Jelenleg kérdéses, hogy mi történik akkor, ha meghibásodik a repülőgép, milyen gyorsan lesznek képesek kijavítani a hibát, illetve mennyi ideig marad internet nélkül az adott térség. Ha sikerül ezeket a problémákat megoldani, valószínűleg az első éles üzemeltetése a harmadik világ országaiban történik [5][6][7][37].
Ezek a sztratoszférikus nagy méretű drónok külső megjelenésükben a gólyára hasonlítank, de léteznek olyan akár centiméter méretű pilóta nélküli repülő eszközök, amelyek „a szúnyogokra és legyekre" emlékeztetnek. Az ilyen méretű UAV-k képesek a levegőbe emelni egy miniatűr kamerát és valósidejű adatokat biztosítani a cél objektumról. Ezeknek a drónoknak az építésére alkalmazott technológia bebizonyította, hogy képes a miniatürizálásra. Az egyik legfontosabb tervezési szempont, hogy megtartsuk az egyensúlyt a saját tömeg, a hasznos teher, az energiaforrások és a felhajtóerő terén [6][7].

Nano Hummingbird
A DARPA 4 millió dollárral járult hozzá 2006-óta az AeroVironment cég fejlesztéseihez, hogy egy Nano méretű légijármű (NAV) program keretein belül hozzanak létre egy „kolibriszerű" prototípust. Az új modell, a „Hummingbird", azaz kolibri tényleg megszólalásig hasonlít egy igazi, ide-oda repkedő kolibrire (2. ábra). Az eredmény egy kézzel készített repülőgép prototípus, melynek szárnyfesztávolsága 160 mm, tömege 19 g összesen, amely kevesebb, mint egy AA típusú elem. Ez magában foglalja a repüléshez szükséges rendszereket: akkumulátorok, motorok, kommunikációs rendszerek és a videokamera.
A felhasználóknak, a kívánt információk megszerezéséhez, nincs más dolguk, mint a kívánt személy ablakpárkányára leszállítani a robotmadarat, és a beépített kamera segítségével megfigyelni [10][11][12][13][14][15].

2. ábra Nano Air Vehicle „Hummingbird"[5]

Robo Raven
2007 óta a Marylandi Egyetem (USA) Robotikai központjában a drónok meghajtásának egy alapvetően más típusú fejlesztése folyik. Egy ilyen UAV képes színlelni, hogy egy madár, minek következtében álcázott módon képes megfigyelni a cél objektumot [6][7].
A marylandi mérnökök Robo Raven III néven egy napelem táplálású pilóta nélküli légi járművet hoztak létre. A napelemeket a szárny felső felületén helyezték el. A napelemek hatékonysága hat százalék. A napenergiát átalakító technológia fejlesztésével ez az érték növe-

[5] Forrás: https://tctechcrunch2011.files.wordpress.com/2011/02/darpa-hummingbird-spybot.jpg (2015.06.23)

kedni fog. A Robo Raven első változatát 2013 tavaszán mutatták be, amely még napelemek nélküli volt és egy független szárny mechanizmussal rendelkezett, amelyek mindegyike külön programozható. Ez a megoldás lehetővé teszi, hogy fenntartsák a repülési stabilitást [31][32][37].

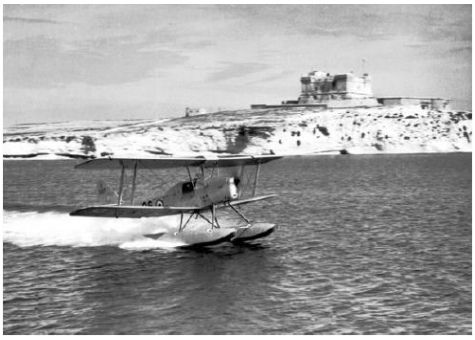
3. ábra Robo Raven III[6]

A felderítő és pusztító drónok

A legelső pilóta nélküli repülésre 1916-ban került sor, amikor az amerikai mérnök Elmer Sperry a levegőbe emelte a „repülő torpedó-t", melyet giroszkóp rendszerekkel irányított.

A haditengerészet megrendelésén dolgozva, Sperry hamarosan áttért a repülő bombákra – a modern rakéták prototípusára.

A rádióvezérlésű UAV-t a britek alkották meg – még a második világháború előtt, amikor az égen megjelent egy repülő célpont a Queen Bee. Ez volt az a repülőgép, amelyet elsőként neveztek drónnak és egy repülőgép-hordozóról indították katapult segítségével. A küldetésének befejezésekor a vízre szállt le [6][7][34].



4. ábra Havilland Queen Bee[7]

Ma is használnak UAV-kat repülőgép-hordozókon, különösen a „lopakodó" technológiát alkalmazó amerikai X-47B-t. Ez már nem egy különálló egység, hanem egy „repülő-rendszer" automatikus fel-, és leszállással, repülési eljárásokkal, légi utántöltéssel. Az ilyen eszközök akár egy hétig is a levegőben tartózkodhatnak, és ha szükséges, egymást is légi-utántölthetik. Ugyanakkor a fedélzeti eszközök öndiagnosztikai rendszerei időben képesek jelezni, ha az UAV-t javítani kellene.

Az amerikai hadsereg drónjai (Predator és Reaper) járőrözéseket hajtanak végre Jemen, Szomália, Irak, Pakisztán és Afganisztánban. Valós körülmények között tesztelik a technikát.

[6] http://www.umdrightnow.umd.edu/sites/umdrightnow.umd.edu/files/roboraveniii_cropped.jpg (2016.05.05)
[7] http://www.secnews.ru/upload/iblock/fff/Drone-Havilland-Queen-Bee.jpg (2016.05.05)

Amerikai földi állomásokról irányítják a brit UAV-kat Afganisztánban. Miután ez kiderült 2013 májusában kampányt indítottak a drónok használata ellen. Azonban a felháborodás gyorsan alábbhagyott, mivel a védelmi minisztérium PR-jai válaszul szintén marketing tevékenységbe kezdtek.
Egy német UAV, melyet NATO operátorok irányítottak kis híján összeütközött egy utasszállító repülőgéppel Afganisztán felett. A nagyközönség számára mindez csak a YouTube csatornákon vált ismertté miután feltöltötték a fedélzeti kamera által rögzített videofelvételt, amely szerint a lehetséges katasztrófa mindössze egy méteren múlott. Ugyanakkor az amerikai drónok továbbra is járőröznek a kabuli repülőtér felett, de a németeket úgy tűnik, hogy a történtek megdöbbentették, mert azonnal elutasították Németország részvételét a közös fejlesztésű európai UAV az „Euro Hawk" fejlesztésében.
A drónok komoly problémák forrásaivá lehetnek mind a levegőben és a földön is. A jogszabályok, melyek a pilóta nélküli légi járművek és rendszerek üzemeltetését szabályozzák még a civilizált országokban is túl „kiforratlanok".[8]
Halálos kimenetelű emberi áldozatokat követelő balesetekről nincs információ, de a drónok egyre több problémát okoznak a repülésben. A drónokhoz kapcsolható légi események rendszeresek, például: (1) egy régi szovjet gyártmányú UAV, melynek felületén orosz vörös csillagok voltak szinte halálra rémítette egy kazah falu Balkuduk lakosságát, amikor egy nagy puffanással a földbe csapódott, vagy (2) a közelmúltban olyan információ került a napvilágra, amely szerint egy német UAV Afganisztánban összeütközött egy teherszállító repülőgéppel, mely állóhelyén tartózkodott. Az UAV fedélzeti kamerája által felvett képek alapján azt gondolhatjuk, hogy egy „felbőszült robot"-ról van szó: a repülőgép felgyorsul, a megrémült állomány elfut, aztán előttünk feltűnik egy álló repülőgép profilja, csattanás, leáll a felvétel. Az összeütközéshez az eszközt nem az automatika vezette, hanem egy élő operátor. A kivizsgálások után kiderült, hogy a kezelőnek fogalma sem volt róla, hogyan kell lelassítani a drónt és a motorokat kikapcsolni.
A pilóta nélküli légi járművek kezelői számára a képzettség megszerzése, fenntartása egyre fontosabbá válik. Szakmaként a polgári szféra számára még mindig elég új. Egy pilóta, aki a polgári repülésben dolgozik, a következőket mondta az UAV kezelőiről: „Néhány generációnak el kell telnie ahhoz, hogy ezekben a fotelből irányítókban bízhassunk. Addig, sajnálom de az ég a miénk."

5. ábra Egy amerikai UAV „Predator" rakétaindítása[9]

Az ENSZ-ben az Emberi Jogok Bizottsága, a különböző katonai robotokkal történő műveletek szabályozásának minimumaként vetette fel, hogy az emberiségnek meg kell egyeznie abban, hogy az elektronikus eszközöknek nem szabad saját önálló döntést hozniuk az emberi

[8] Összehasonlítva a személy- és teherszállító járművekkel az UAV-k egy mopedre hasonlítanak az autópályán. Regisztráció nem szükséges, nagyságrenddekkel olcsóbb, lassan repül – ez a játékszer könnyen a komoly gépjárművek kerekei alá kerülhet, mellyel egy súlyos baleset esélyét kockáztatja.
[9] http://media.publika.md/ru/image/201602/oar_full/f0b1da3dcfa13d3e782a9a1f79000876_86757200.jpg (2016.05.08)

élet felett. Jelen állapotok alapján egyelőre csak a földi rendszerekről van szó, de logikus lenne kiterjeszteni ezeket a követelményeket a légi eszközökre is.
A fedélzeti és egyébb szenzoroktól érkező információk feldolgozásával a drónok elviekben képesek a levegőből felismerni, megkülömbözteni tárgyakat. Az automatika számára az eszköz autonómia fokától függően nem okoz akadályt, hogy parancsot adjon a megsemmisítésre – hacsak nem az Asimov-i robotika első törvénye, mely tiltja a robotok számára az ember megölését bármilyen körülmények között.
Asimov az író nem feltételezte azt a tényt, hogy a robotok fogékonyak lesznek a „betegségekre". Csak remélhetjük, hogy az operációs rendszerek és alkalmazott szoftverek, amely alapján megvalósított az UAV-szabályozása, stabilak és sérthetetlenek. A valóság azonban más, például: az amerikai Nevada állam creech-i repülőbázisán a számítógépeken futó szoftvert, amely ellenőrzi a Reaper és a Predator drónok mozgását, 2011 őszén egy billentyűzetfigyelő figyeli a leütött karakterek sorrendjét) alkalmazással fertőzték meg [6][7][8][9].

Békés és nem túl barátságos UAV-k
Az UAV-k civil felhasználási területein a katonai technika beolvad a „békés" eszközök közé, ahogy ez ma történik számos technológia területén, a határvonalak elmosódnak a speciális és a hétköznapokban alkalmazott eszközök képességei között.
A Parrot egy IP-kamerával, WiFi modullal és ingyenes iOS hozzáféréssel rendelkezik, de felszerelhető nagyobb felbontású fényképezőgéppel és egy nagyobb hatótávolságú RC eszközzel.

6. ábra Parrot AR.Drone[10]

A továbbfejlesztett AR. Drone 2.0 távirányítású quadrotor iPhone vagy iPad készülék segítségével távirányítható és többek között nagy felbontású kamerákkal és egy ultrahangos magasságmérővel rendelkezik. Repülés közben a fedélzeti kamera HD minőségű videót készít, amelyet a rendszer valós időben a kezelő készülékére továbbít. A felhasználóbarát készülék segítségével egyetlen kattintással feltölthető a videó az internetre. A pilóta-alkalmazással minden egyszerűen, vezeték nélkül, azonnal végrehajtható. A fejlesztők gondoltak azokra is, akik hosszabb videókat szeretnének készíteni, így egy USB bővítő modul is helyet kapott a quadrotoron [17][18][38]. Például: (1) a Paparazziknak többé nem kell az egészségüket veszélyeztetniük, várva a bokrokban és a kerítések falain lógva. Felemelve a drónt fedélzetén a kamerával máris a híresség villájában. Vagy (2) a drónok használatának tendenciája a műsorszolgáltatók és az újságírók részéről is növekszik. Például vannak precedens esetek a drónok fotó és videó használatára a különböző tiltakozó megmozdulásokon, például Argentínában, Lengyelországban, Moszkvában is a Bolotnaja téren. Ezeket nem a rendőrség, hanem a rajongók készítették. A világhálóra felkerült felvételek alapján egyértelműen látható, hogy mi a valóság.
Napjainkban a Parrot modellekhez elvben hasonló eszközök a német vasútvonalak mentén járőröznek, a műszaki infrastruktúrát figyelik meg. Az MD4-1000 Microdrones „helikopte-

[10] http://secnews.ru.images.1c-bitrix-cdn.ru/upload/iblock/fff/Parrot-AR.Drone-2.jpg?1384001663 (2016.05.03)

rek” jelenleg teszt üzemüket végzik a közlekedési utak felett. A drónok alkalmazásának fő célja a burjánzó vandalizmus megállítása, az épületek és szerkezetek eaeroszolos festékes palackokkal való rongálásának megakadályozása.
„Az AUVSI szerint a jövőben a felügyeleti feladatok mellett az RPAS[11]-ek fontos felhasználási területei lesznek a precíziós mezőgazdaság, a környezet felügyelete, a védelem és más ellenőrzési feladatok, valamint a biztonság. Az ipari berendezések, hálózatok és műtárgyak felügyeletére, valamint a veszélyes területek és a szántóföldek ellenőrzésére szolgáló repülőgépek és helikopterek helyét a piacon bizonyos mértékben átvehetik az RPAS-ek.”[33]
Az erdőgazdálkodás területén működtetett drónok a növényi kártevők terjedésének elemzéséhez biztosítanak információt, valamint megfigyelik avadon élő állatokat, észlelik az erdőtüzeket. Az ilyen és ezekhez hasonló feladatok állandó járőrözés fenntartását igénylik.

7. ábra Parrot AR 2.0 drón[12]

Ahhoz, hogy elkerülhetők legyenek a jelentős üzemanyag-, és egyéb költségek az Ausztráliai Queensland-i Egyetemen kifejlesztették a Polyplane vitorlázó-drónokat (8. ábra). Ezek az alacsony költségű egyszer használatos eszközök aránylag jó repülési tulajdonságokkal rendelkeznek; a megfelelő magasságból és a helyes irányba elindítva őket, biztosítható az alacsony költségű működtetésük, például tűz esetén [6][7][19][20]. Vagy képzeljük el, hogy a mobilszolgáltató a sztratoszférában található – ez szükségtelenné teszi a hálózat üzemeltetőjének a hálózati tornyok „elkerítését” a felszínen. A 20 000 m-es magasságban repülő „repülő állomás” lefedettsége mintegy 45 000 km^2. Ha sikerül biztosítani viszonylag kis sebességgel az UAV repülését vagy lebegését, akkor az ilyen szolgáltatást, mint egy jó kommunikációs lehetőség lehet értékesíteni, amely mellőzi a felhasználó tartózkodási helyének nyilvánosságra hozatalát.

8. ábra A Polyplane UAV[13]

[11] Remotely Piloted Aerial Systems – távirányított légijármű-rendszerek
[12] http://pannonvisual.com/wp-content/uploads/2015/02/AR.Drone-2.0-Elite-Edition-Snow-with-Outdoor-Hull.jpg (2016.05.05)
[13] http://www.themarysue.com/wp-content/uploads/2013/07/polyplane.jpg#geekosystem (2016.05.06)

Az egyik úttörő újítás, amely a biztonsági vállalkozáshoz közvetlenül kapcsolódik, a japán Secom cég szolgáltatása. A felhasználók számára felkínálja a lehetőséget, hogy drón-quadrokoptert béreljenek (9. ábra), amely automatikusan felemelkedik a levegőbe (azonnal bevetésre indul), ha a behatolásjelző berendezések riasztást adnak ki és nagy felbontású videofelvételt készít a későbbi nyomozói tevékenységhez [21]. A drón fényképeket készít a megfigyelt objektumokról – az emberek arcáról, illetve a járművek rendszámtáblájáról –, amelyeket elküld az üzemeltető biztonsági központjába, ahol értékelik. Több drón kamerákkal a fedélzetén járőrözik megtakarítva az ügyfeleknek, hogy nagyszámú megfigyelő rendszereket telepítsenek. Az eszköz alkalmazásának hátránya, hogy a csúcssebessége 10 km/h [19][22][23][35][36].
Kevésbé örömteli, hogy hackelési feladatokra létrehozott drónok is megjelentek. A WASP[14] UAV-t, az FQM-117B átalakítása révén hozták létre. Olyan elektronikával szerelték fel, amely lehetővé teszi, hogy a GSM és Wi-Fi-hálózatok jeleit érzékelje, azokat feltörje, illetve zavarja [24][25].

9. ábra A világ első biztonsági drónja[15]

A repülőgép hossza és a szárnyfesztávolsága 1,8 m, a tömege pedig 6,5 kg, amely tartalmazza a nagyfelbontású kamerát, GPS-t az autonóm navigációhoz, valamint számítógépet, amely elvégzi a „hackerelést”. A gyufás doboz méretű számítógép teljes értékű Linux operációs renszerrel működik. A beépített merevlemeze 32 Gb [6][7][26].
A drónok széleskörű felhasználhatóságának új bizonyítéka a pizzafutár quadrokopterek megjelenése. Nagyvárosokban, a csúcsidőben egy pilóta nélküli helikopter képes néhány percen belül kiszállítani az ételt. Ezt a szolgáltatást egy átalakított UAV-val biztosítják, amelyet eredetileg légi megfigyelésre terveztek. A professzionális kamera szétszerelése után a “Domicopter” egy hőálló táskában két pizzát szállított a megrendelőnek [27].

10. ábra Pizza a levegőben – inkább reklámfogás mint egy valós szolgáltatás[16]

[14] wireless aerial surveillance platform - vezeték nélküli légi felügyeleti Platform
[15] https://titkolthirek.files.wordpress.com/2015/12/levadassza_a_behatolokat_a_biztonsagi_dron_screenshot_20151211102937_1_nfh.jpg?w=700 (2016.05.06)
[16] http://i2.cdn.turner.com/money/dam/assets/130604155205-dominoes-pizza-delivery-drone-1024x576.png (2016.05.03)

A legkézenfekvőbb UAV alkalmazás - rendőrségi videó megfigyelés. Az ilyen felhasználási feltételekhez egy lassú, kis sebességű forgószárnyas eszközök szükséges. Az ilyen eszközökre a közeljövőben egy új elnevezés fog megjelenni – „Camcopterek” [28][29].

11. ábra Az orosz gyártású S-100 UAV[17]

Biztonság vagy fenyegetés?

Mivel az UAV-k ára hónapról hónapra csökken, és a rádió-távirányítású modellek otthoni használata előrehaladott, ezen „repülő játék”-ok illegális célú fenyegető alkalmazása egyre reálisabb fenyegetés. Misem bizonyítja ezt jobban, minthogy (1) a védett tanú Gaspare Spatutstsa vallomása szerint, a maffia még egy negyed évszázaddal ezelőtt, saját kutatásokat folytatott, hogy megtalálják a módját, hogyan lehetséges robbanószerkezeteket szállítani a légtérben. A „Cosa Nostra” szicíliai bűnszervezet főnökei a Graviano klán (Filippo és Giuseppe fivérpáros) [16] személyesen rendelték el Spatutstsa-nak, hogy foglalkozzon a rádióvezérlésű modellekkel, amelyek alkalmasak lehetnek kis mennyiségű robbanóanyagok „célzott szállítására”; (2) a német titkosszolgálatok azonosítottak egy terrorista hálózatot, akik támadásokat készítettek elő olyan drónok felhaasználásával, amelyek robbanóanyagot szállítanak a levegőben. Képzeljük el, hogy egy speciális mini-rakéta, amely „föld-drone” osztályú, milyen hatásokat képes kiváltani.

Az alkalmazó „jóügy” érdekében is használhatja az eszközt, mint például a fehérorosz igazságügyi szakértő A.Vnukovich.[18]. 2007-ben tervezett és épített egy rádió-távirányítású vitorlázót, amelyet felszerelt kamerával és útnak indította, hogy megkeresse az illegális szeszfőzdéket, amelyek menedékeként az erdők szolgáltak [6][7].

Befejezés

A drónok iránti egyre aktívabb érdeklődésnek köszönhetően számíthatunk arra, hogy a levegőben „háború” kezdődik. Mit kell tenni? Megtiltani ezen „játékszerek” eladását? Ez olyan, mint megállítani a túlzott gyógyszerfogyasztást, vagy az üzemanyagok eladását.

Ma egy működőképes drónt hobbi szinten házilag is meg lehet építeni. Hol van annak a garanciája, hogy az ilyen megoldásokhoz (döntésekhez) egy bizonyos idő után nem nőnek fel például a terroristák?

Az iparág folyamatosan növekszik, kívánatos minél hamarabb rendezni az UAV-k használatának szabályait, hogy minél gyorsabban legyünk képesek kihasználni ezen eszközök összes kényelmi szolgáltatását és ne kelljen szenvedni a hátrányaitól.

[17] http://i3.imageban.ru/out/2011/11/30/bf99f0a6687be11ead961b27a834567a.jpg (2016.05.03)

[18] Fehéroroszországban 2007-ben a hatóságok úgy döntöttek, hogy az illegális szeszfőzdék felszámolására bevetik a „légierőt”. Alexander Vnukovich hobbi repülőgéptervező, aki egyben igazságügyi szakértő munkáját tekintve, úgy döntött, hogy a hobbiját a gyakorlatban is alkalmazza. (online) url: http://m.ntv.ru/novosti/122072/ (2016.04.25)

Felhasznált irodalom

1. Timon Singh: Titan Aerospace Developing World's First Solar-Powered Atmospheric Satellite Drones (online) url: http://inhabitat.com/titan-aerospace-developing-worlds-first-solar-powered-atmospheric-satellite-drones/ (2016.04.01)
2. Солнечный беспилотник оставят в воздухе на пять лет. (online) url: https://lenta.ru/news/2013/08/19/solar/ (2016.04.30)
3. Békési Bertold, Juhász Márta: Pilóta nélküli légijárművek energia forrásai. Economica (Szolnok), 2014/1, pp. 92–100.
4. Diamonds In The Sky. (online) url: http://blog.ympact.me/diamonds-in-the-sky/#.V1Qzb_mLRdg (2016.05.13.)
5. Engadget: Google plans to beam 5G internet from solar drones, (online), url: http://www.engadget.com/2016/01/30/google-project-skybender/ (2016.03.03.)
6. Анатолий Ермаченко: Атака дронов. Беспилотные летательные аппараты – безопасность или угроза? (online) url: http://www.arms-expo.ru/articles/127/64596/ (2016.04.01)
7. Security Focus (Секьюрити Фокус): Атака дронов. Беспилотные летательные аппараты – безопасность или угроза? (online) url: http://www.secnews.ru/articles /19210.htm#axzz43HYTU7pM (2016.04.01)
8. Евгений Золотов: Атака дронов, (online) url: http://3d_print.jofo.ru/592584.html (2016.04.01)
9. Евгений Золотов: Атака дронов. Рынок гражданских и коммерческих беспилотников готовится к взлету. (online) url: http://b-mag.ru/2014/russia/ataka-dronov/ (2016.04.01)
10. AeroVironment Nano Hummingbird: http://en.wikipedia.org/wiki/AeroVironment _Nano_Hummingbird (2013.05.26)
11. A Pentagon kém kolibrije: http://idokjelei.hu/2011/02/a-pentagon-kem-kolibrije/ (2013.05.26)
12. AeroVironment Develops World's First Fully Operational Life-Size Hummingbird-Like Unmanned Aircraft for DARPA: http://www.avinc.com/resources/press_release/aerovironment_develops_worlds_first_fully_operational_life-size_hummingbird (2013.05.26)
13. Buch der Synergie Elektro- und Solarflugzeuge (2010–2012): http://www.buch-der-synergie.de/c_neu_html/c_11_16_02_mobile_anwendungen_elektroflugzeuge_3.htm (2013.05.26)
14. Ritzinger György: Már nem csak a természet tudja! http://www.mernokbazis.hu/cikkek/mar-nem-csak-a-termeszet-tudja (2013.05.26)
15. Békési Bertold: UAV fejlesztések, új alkalmazások. In: Békési Bertold, Bottyán Zsolt, Dunai Pál, Halászné dr Tóth Alexandra, Makkay Imre, Palik Mátyás, Restás Ágoston, Wührl Tibor; Palik Mátyás (szerk.) Pilóta nélküli repülés profiknak és amatőröknek. 321 p. Második, javított kiadás. Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2013. pp. 299-315. ISBN: 978-615-5057-64-9. (online) url: https://opac.uni-nke.hu/webview ?infile=&sobj=10140&source=webvd&cgimime=application%2Fpdf (2016.04.01)
16. MTI: A szicíliai maffiát is megviselte a válság (online) url: http://hvg.hu/vilag/ 20121123_A_sziciliai_maffiat_is_megviselte_a_valsa (2016.04.25)
17. Parrot AR.Drone 2.0 Power Edition (online) url: https://xlo.hu/rc-jatekok-dronok/parrot-ardrone-20-power-edition?mfp=5f-termek-tipus-szures (2016.05.03)
18. Parrot AR. Drone 2.0 Elite Edition. (online) url: http://www.arukereso.hu/taviranyitos-jatek-rc-jarmu-c4041/parrot/ar-drone-2-0-elite-edition-p216204408/?gclid=Cj0KEQjw x7u5BRC1lePz2biJpIYBEiQA-ZeDmtgHk-kQMql3huubtz1Of3H3hUje9MVV8wpr YKziF0kaAjMk8P8HAQ#termek-leiras (2016.05.03)

19. Maia Brown-Jackson: Disposable Paper Plane UAV Prototype Designed to Help With Forest Fires. (online), url: http://www.themarysue.com/disposable-uav/ (2016.05.06)
20. Steerable paper planes and maple seeds the basis for life-saving, disposable UAVs (online), url: http://www.gizmag.com/disposable-uav-paper-plane-maple-seed/28323/pictures#2 (2016.05.06)
21. Szűcs Péter: Drónok veszik el a biztonsági őr és kamera munkáját? (online), url: http://itcafe.hu/hir/dronok_veszik_el_a_biztonsagi_or_es_kamera_munkaja.html (2016.05.06)
22. Alan Adamu: Japan has new security drones that can even chase suspects. (online), url: http://interestingengineering.com/japan-has-new-security-drones-that-can-even-chase-suspects/ (2016.05.03.)
23. Németh Klaudia: Japán drón, amely képes követni a gyanús személyeket. (online), url: http://videoanalytics.today/?p=16443 (2016.05.06)
24. Evgeny Zobnin: WASP: беспилотный самолет с функциями взлома WiFi-сетей и перехвата GSM-сигнала. (online), url: https://www.opennet.ru/opennews/art.shtml?num=31347 (2016.05.06)
25. Pierluigi Paganini: Vespid is amongst most the important espionage artifacts based on the Wireless Aerial Surveillance Platform for the for the construction of a DIY Spy Drone. (online), url: http://securityaffairs.co/wordpress/31190/hacking/wireless-aerial-surveillance -platform-diy-spy-drone.html (2016.05.03.)
26. Михаил Карпов: Беспилотник WASP взламывает сети Wi-Fi и GSM. (online), url: http://www.mobiledevice.ru/wasp-richard-perkins-bespilotnii-samolet-vzlom-seti-wi-fi-gsm.aspx (2016.05.03)
27. Hugo Gye: Now that's a special delivery: Domino's builds DRONE to deliver pizzas by air and beat the traffic. (online), url: http://www.dailymail.co.uk/news/article-2336324/Dominos-builds-DRONE-deliver-pizzas-air-beat-traffic.html (2016.05.03)
28. ФСБ России заказывает беспилотные вертолеты Siebel Camcopter S-100 (online), url: http://bmpd.livejournal.com/309455.html (2016.05.03)
29. БАК Горизонт Эйр S-100. (online), url: http://www.gorizontrostov.ru/ (2016.05.03)
30. Dr. Szegedi Péter: A pilóta nélküli repüléshez kapcsolódva... Tanulmány a pilóta nélküli légijárművek működésével és üzembentartásával kapcsolatban, p.: 80, ISBN 978-963-12-5224-8, 2016 https://ludita.uni-nke.hu/repozitorium/bitstream/handle/11410/10148/Tanulmany_Szegedi_P%C3%A9ter.pdf?sequence=2&isAllowed=y (2016.04.01)
31. Jennifer Rooks, Rebecca Copeland: Robo Raven III Harnesses Solar Power. (online), url: http://www.umdrightnow.umd.edu/news/robo-raven-iii-harnesses-solar-power (2016.05.05)
32. Американцы создали робота-ворона на солнечных батареях. (online), url: https://lenta.ru/news/2013/10/17/roboraven/ (2016.05.05)
33. Jan Simons, Marcel Philippe: A légiközlekedési piac megnyitása a távirányított légijármű-rendszerek biztonságos és fenntartható polgári felhasználása előtt. Brüsszel, 2014. (online), url: https://www.google.hu/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwij7Lb78tHMAhXF8ywKHSTbDiQQFggaMAA&url=https%3A%2F%2Fwebapi.eesc.europa.eu%2Fdocumentsanonymous%2Feesc-2014-03987-00-00-as-tra-hu.doc&usg=AFQjCNFqSGzWaOa12PkE3e_B-INSn043sA&sig2=brakfwypB01F0HSy42ZXog&bvm=bv.121658157,d.bGg (2016.05.05)
34. Szegedi Péter: Pilóta nélküli repülő eszközök, Repüléstudományi Közlemények 16:(36/1) pp. 63-77. (2004)
35. Japan security firm offers private drone. (online), url: http://www.news.com.au/technology/japan-security-firm-offers-private-drone/story-e6frfro0-1226544403160 (2016.05.05)
36. Levadássza a behatolókat a biztonsági drón (online), url: http://computerworld.hu/computerworld/levadassza-a-behatolokat-a-biztonsagi-dron.html (2016.05.06)

37. Ellie Zolfagharifard: Is this the ultimate bird of prey?: 'Robo-Raven' so realistic it could become a weapon of war. (online), url: http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-2335600/Robotic-bird-used-future-war-agent-Robo-Ravens-extreme-aerobatics-fool-real-birds-prey.html (2016.05.05)
38. Parrot AR Drone Quadricopter, 2.0 Edition (online), url: http://www.amazon.com/Parrot-Drone-Quadricopter-Orange-Blue/dp/B007HZLLOK/ref=pd_sim_sbs_ 107 _2?ie=UTF8&dpID=41tg12I-SIL&dpSrc=sims&preST=_AC_UL160_ SR160%2C160 _&refRID=19WYYBWDXYPMRCV9YHED (2016.05.03)

AZ ŰRHAJÓZÁS TÉR-IDŐ MÉRTÉKE (METRIKÁJA, ÍV-ELEME) ÉS A MÁGNESES MONOPÓLUS SUGARA

Szőcs Huba László

fizikus, ny. egyetemi docens
e-mail: szocs.huba@gmail.com

Dolgozatunkban egy, a Texas-i Űrkutatási i Intézet igazgatója, Harold E.Puthoff által közzétett, az űrkutatás számára, a Reissner-Nordström metrikából levezetett metrikát felhasználva, a szerző levezette a fekete lyuknak tekintett elektron illetve mágneses monopólus felületi radiális gyorsulását, majd annak a feltételét, hogy az infinitezimálisnak tekintett részecske stabil legyen a fekete lyuk, azaz elemi rész felületén. Az említett metrikából (méretből) csak egy horizont vezethető le, melynek sugarát az elemi rész sugarának tekintjük. Így levezettük majd kiszámítottuk az elektron klasszikus sugarát, mely jól egyezik az irodalmi értékkel.
Kulcsszavak: módosított tér-idő metrika, a saját gyorsulás, villamos és/vagy mágneses töltés esetében, a dyon, illetve mágneses monopólus sugara

Bevezetés

Az űrhajózás fejlődésével felmerült az igény, hogy a relativitáselmélet (speciális és általános) eredményeit az űrkutatásban felhasználjuk, az eredmények pontosítása és finomítása szempontjából. Ma már nyilvánvaló, hogy nem csak a tömeg, hanem a villamos illetve mágneses töltés is görbíti a teret (Reissner-Nordström, Kruskal-Szekeres).
Az űrhajózásban eddig az ún. módosított téridő metrikát használják (altered spacetime metric), melyet töltetlen test esetében a Schwarzshild- illetve villamosan és/vagy mágnesesen töltött test esetében a Reissner-Nordström metrikából vezetnek le.
A továbbiakban ez utóbbit mutatjuk be és használjuk fel.

1. Az elektron sugara

1.1. A módosított Reisner-Nordström-féle metrika (Puthoff, E.Harold 2001)

(1)
$$ds^2 = \left[\frac{1-\frac{Gm}{r\cdot c^2}}{1+\frac{Gm}{r\cdot c^2}} + \frac{\frac{Q^2\cdot G}{4\pi\varepsilon_0 c^4}}{r^2\left(1+\frac{Gm}{r\cdot c^2}\right)^2}\right]c^2dt^2 - \left[\frac{1-\frac{Gm}{r\cdot c^2}}{1+\frac{Gm}{r\cdot c^2}} + \frac{\frac{Q^2\cdot G}{4\pi\varepsilon_0 c^4}}{r^2\left(1+\frac{Gm}{r\cdot c^2}\right)^2}\right]^{-1} dr^2 - \\ -\left(1+\frac{Gm}{r\cdot c^2}\right)^2\cdot r^2\cdot(d\theta^2 + sin^2\theta d\varphi^2)$$

Előbbi dolgozataimban (pl.'Magnetic monopoles in spacetime', stb.) kifejtettem a saját (radiális) gyorsulást megkapjuk, ha az időidifferenciál-négyzet együtthatóját (a zárójelben lévő kifejezést) deriváljuk a sugár, r, függvényében

(2)
$$\frac{d}{dr}ds^2 = \frac{-2Q^2\cdot G\cdot c^2 + 8\pi\cdot\varepsilon_0\cdot G\cdot m^2 + 8\pi\cdot\varepsilon_0 c^4\cdot r\cdot G\cdot m}{(r\cdot c^2+Gm)^2}$$

Így az elemi rész (elektron, monopólus stb.) felületén lévő infinitezimális, dm tömegű részre ható (elemi) erő

(3) $$dF = a \cdot dm$$

Ennek nullának kell lennie, ahhoz, hogy az infinitezimális tömegű részecske stabil legyen a felületen, ami csak akkor lehet nulla, ha a gyorsulás nulla,

(4) $$a = 0$$

A műveleteket elvégezve, kifejezzük (2)-ből a részecske sugarát:

(5) $$r = \frac{Q^2 - 4\pi \cdot \varepsilon_0 \cdot G \cdot m^2}{4\pi\varepsilon_0 \cdot m \cdot c^2}$$

ahol: $Q^2 = q^2 + g^2$, vagyis az össztöltés négyzete egyenlő a villamos q^2 és a mágneses g^2 töltésnégyzetek összegével, *G* a gravitációs állandó, *c* a fény sebessége vákuumban, *m* a test (részecske) tömege, ε_0 pedig a vákuum villamos permittivitása. Fontos megjegyzés: a továbbiakban a számszerű értékek kiszámítására az idézett mennyiségek geometriai, azaz CGS EU értékeit helyettesítjük be. Ebben az esetben a sugarat cm-ben kapjuk.

1.2. Számszerű eredmények

1. Az elektron klasszikus sugara. Most jó közelítéssel

az elektron töltése $Q = q = 4{,}803 \cdot 10^{-10}\ (cm^3 \cdot g^1 \cdot s^{-2})^{\frac{1}{2}}$

az elektron tömege $m = 9{,}109 \cdot 10^{-28} g$

a vákuum permittivitása $\varepsilon_0 = \frac{1}{4\pi}$ (Wikipedia: Permittivity of Vacuum)

a fény sebessége vákuumban $c = 3 \cdot 10^{10} \frac{cm}{s}$

a Newton-féle gravitációs tényező $G = 6{,}672 \cdot 10^{-11} cm^3 \cdot g^{-1} \cdot s^{-2}$

az elektron klasszikus sugara, pedig $r(\text{elektron}) = 2{,}81 \cdot 10^{-13} cm$

jó közelítéssel az irodalmi érték (Richard Cohen and Barry N.Taylor, 1986).

2. A mágneses monopólus sugara

A fenti (2) kifejezésben, célszerűen, a $4\pi\ \varepsilon_0$ tényezőt $\frac{1}{c^2}$–re, az *m* tömeget a Planck tömegre, $m(\text{Planck}) = 2{,}17 \cdot 10^{-5} gramm$, a *Q* töltést a $g = 6{,}897 \cdot 10^{-18} cm^{\frac{1}{2}} \cdot gramm^{\frac{1}{2}}$ értéket helyettesítjük, így a monopólus sugarára az

(6) $$r = \frac{g^2 - c^{-2} \cdot G \cdot m^2}{m}$$

kifejezés adódik. Tömegként a Planck-tömeget vettük tekintetbe, mint a monopólus legnagyobb lehetséges tömegét. A számításokat elvégezve, a monopólus sugarára a következő érték adódik

$$r(\text{monopólus}) = 1{,}7237681 \cdot 10^{-30} cm\ ,$$

ami jóval kisebb, mint az elektron sugara.

Látjuk, hogy a fekete-lyuk-szerű elemi rész (elektron, monopólus) esetében csak egy horizont adódik (mivel az ívelem négyzetének megfelelő deriváltja elsőfokú), ellentétben a Reissner-Nordström metrikával, amikor van egy külső-és egy belső-horizont is.

Összefoglalás

Dolgozatunkban az űrhajózásban használt téridő metrikából levezettük a fekete lyuk felületi, radiális gyorsulását, majd ebből a radiális gyorsulást. Ennek feltétele, hogy a fekete lyuk, azaz esetünkben az elemi (de véges) rész stabil legyen, az, hogy az infinitezimális rész e felületen ne hagyhassa el az elemi részt. Ennek viszont feltétele, hogy a gyorsulás nulla legyen. Ebből vezettük le az elemi rész (elektron, mágneses monopólus sugarát).

Köszönet: Szerző köszönetét fejezi ki a szombathelyi Savaria Egyetemi Központ Természettudományi és Műszaki Karának a dolgozat közléséért.

Felhasznált irodalom

Puthoff, E. Harold (2010) Advanced Space Propulsion Based on Vacuum (Spacetime Metric) Engineering, Harold E. Puthoff, Study of Institute for Advanced Studies at Austin, 11855 Research Blvd., Austin, Texas 78759, USA. JBIS, Vol. 63, pp. 82-89.

Richard, E. Cohen and Barry, N. Taylor (1994) The fundamental Physical Constants, Physics Today, August 1994.

ARCHAEOBOTANIKA ÉS A SZÁMÍTÓGÉP

Gyulai Ferenc

Szent István Egyetem MKK TTI Természetvédelmi és Tájökológiai Tanszék
2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.
e-mail: Gyulai.Ferenc@mkk.szie.hu

„… Ha mérhetővé teheted és számokkal kifejezhetővé azt amit mondani akarsz, akkor tudsz valamit, de ha azt nem tudod számokkal kifejezni, akkor a tudásod csak csírájában mutatkozik meg, ami kevés a tudományossághoz.”

Lord Kelvin

Summary: Archaeobotany (also known as palaeo-ethnobotany) is the science of the identification of plant macroremains mostly seeds and fruits. Its main area of investigation is the history of plant cultivation and vegetation history. Identification of seeds is a fundamental aspect of systematic botany with direct applications to research in archaeobotany. In the last decades by as developed computer assisted morphometry are available not for the better or automatic seed identification but also for the study of historical plant varieties.
Kulcsszavak: archaeobotanika, makromaradvány, képelemzés, morfogenetika, morfometria

Bevezetés

A régészeti feltárásokból származó magvak és termések vizsgálatával az archaeobotanika foglalkozik. Az archaeobotanika (magyarul: régészeti növénytan, angolul: palaeoethnobotany) interdiszciplináris tudományág, mely elősegíti a régészek, történészek számára az egykori életmód és a környezet rekonstruálását. A növényi leletekből következtet az egykori ember növénytani ismereteire, gazdálkodásának módjára, táplálkozási szokásaira, környezetére, illetve annak változásaira, a gyomtársulások fejlődésére és a vegetációban végbement változásokra.

Az archaeobotanika a botanika részterülete, a vizsgálatok során felhasználja annak valamennyi elemét. Az archaeobotanika több, mint a magvak és termések vizsgálata, hiszen tágabb értelemben ide soroljuk a régészeti feltárásokból származó növényi mikrofosszíliák (fitolit, pollen, spóra) és növényi makromaradványok (magvak, termések, fa, faszén, egyéb növényi részek, étel- és italmaradványok) vizsgálatát is. Minthogy ezen maradványok feldolgozása eltérő metodikát igényelnek, ezért lassan önálló tudományággá fejlődtek (palynológia, fitolitanalízis, xylotómia, antrakotómia), a mag- és termésmaradványok vizsgálatára továbbra is a kiinduló tudományelnevezést, az archaeobotanikát használjuk.

E nálunk már közel 140 évre visszatekintő interdiszciplina a Kárpát-medence növénytermesztésének és növénynemesítésének egyetlen forrása az államalapítás előtti 7000 évről, de a középkori írásos adatok megerősítésében és kiegészítésében is fontos szerephez jut. A régészeti feltárásokból származó növényleletek azt mutatják, hogy a hazánk területén élt kultúrák beköltözésükkor saját addig termesztett növényeiket hozták magukkal és termesztették tovább. Ezért a jelen korunkat megelőző időkben mindenképpen a termesztett növények kultúrafüggőségéről kell beszélnünk. Az idők folyamán számos, korábban egy-egy kultúrára oly jellemző kultúrnövény vált gyomfajjá, vagy tűnt el, szinte nyom nélkül. Éppen ezért az archaeobotanika az életmód és a történeti agrobiodiverzitás megismerésének egyik fontos

eszköze, a római korig az agrártörténet egyetlen forrása. Különösen akkor nő meg a jelentősége, ha az előkerült növények termesztésére semminemű, vagy csak igen kevés régészeti, írásos és ikonográfiai anyag áll rendelkezésre. Az archaeobotanika azonban nem foglalkozik a növénymaradványok korának meghatározásával.
Régészeti objektumok feltárásaiból számos esetben kerülnek elő magok. A földbe került növényi részek viszonylag ellenállóbb része a mag és a termés. A talajba természetes úton (eróziós, deflációs hatások, állatjáratok, bemosódás miatti eltemetődés, a helyi vegetáció maradványainak szedimentációja) és kultúrhatásra (művelés, deponálás, eltemetés) kerülnek. A növényi daspórák edafikus, klimatikus és biotikus tényezők hatására fennmaradhatnak: tőzegesedhetnek, ritkán nehézfém ionok hatására konzerválódhatnak, habarcsokba záródhatnak, vagy extrém száraz körülmények (pl. sírkamrák) vagy hideg (pl. gleccser jege) passziválják őket. Ezek részben szándékosan (készletezés, konyhai tevékenység, telephulladék, tüzelés, telepégés utáni takarítás, rituális szertartások, temetés során), részben véletlenül (elhullás, betaposás, szétszórás) történnek.
Földrajzi- és klímaviszonyaink közepette a régészeti korokból a magvak és termések leginkább tűz által szenülten (karbonizált állapotban) maradnak fenn, de kutakban és más folyamatosan vízborítás alatt álló helyeken nem szenült állapotban is fennmaradhatnak. A konzerválódás különbözőségét a leletek anyagának eltérő felépítése, talajtani és klimatikus tényezők, emberi tevékenység okozhatja, de a lelet kora is befolyásolja.
A növényi diaspórák többnyire gabonásvermekből és hulladékgödrökből, házakból, olykor kutakból származnak, és csak ritkán sírokból. Annak ellenére, hogy a magvak általában szenült állapotban kerülnek elő, határozóbélyegeik többé-kevésbé felismerhetők. Ezen valós vagy direkt növényleletek mellett nem valós vagy indirekt növényleletek is vannak (a beágyazó anyagba került magvak és termések különböző behatásra kioldódnak, kiégnek, esetleg mikroorganizmusok megemésztik, csak negatív képük marad fenn): lenyomatok, negatívok, kitöltések. Ezek feldolgozása eltérő technikát igényelnek.
A növényi makromaradványok gyűjtéséhez iszapolásra, majd iszapolásra, ritkábban szitálásra van szükség, meghatározásuk az összehasonlító morfológia segítségével, kiértékelésük menynyiségi és minőségi (ökoszociológiai) módszerekkel történik, interpretációjukhoz komplex tudománytörténeti ismeretekre van szükség. A régészeti feltárásoknál alkalmazott ökológiai vizsgálatok megnövelték a leletekből kiolvasható információk számát, lehetőséget biztosítottak a település egykori környezetének rekonstrukciójára, ami megkönnyítette a régészek, történészek számára az egykori kultúrák életmódjának tisztázását. Ezért akár egy szem mag is jelentős információ hordozója lehet.
Az archaeobotanika feldolgozó munka világviszonylatban másodikként Deininger Imre által az 1870-es években vette kezdetét hazánkban. Az eltelt közel 140 évben az ezzel foglalkozó 30 kutató ötszázötven lelőhely anyagát dolgozta fel a neolitikum legkorábbi időszakától az újkorig bezárólag. Ennek során közel 800 növényfaj 10,5 millió db magját és termését határozták meg, ami európai viszonylatban is páratlan eredmény. Ennek részletes adatbázisa 2003-ig már elkészült (Gyulai 2010). Kiegészítése folyamatban.

A növényhatározás alapja a taxonómiai

A mag- és terméslelet feldolgozásánál a morfológiai vizsgálatok döntő jelentőséggel bírnak, és bármilyen korábban tárgyalt módszert megelőznek, függetlenül a leletek konzerválódásától. A morfológiai bélyegek ugyanis az idő függvényében és konzerválódásuk mértékében is megváltozhatnak. Nem csupán területenként változhat valamelyik határozóbélyeg, hanem ugyanazon az elterjedési területen (areán) belül az idő függvényében sem marad változatlan. További nehézséget okoz, hogy e valós növényleletek színe, felületi mintázottsága az idők folyamán és a konzerválódástól függően is változik, ami zavaró.

Az archaeobotanika kezdetben a morfológiai vizsgálatokra helyezte a fő hangsúlyt, a 2. világháború után a figyelem központjába egyre inkább a növényleletekből levonható ökológia, ökonómiai, vegetációtörténeti és klímaökológiai következtetések kerültek. A számítógépet az archaeobiotanikai feldolgozásban EDV (Elektronische Daten Verarbeitung) néven először az 1980-as évek végén a Bazeli Egyetem Archaeobotanikai Laboratóriumában alkalmazták a lelőhelyek mintáinak nyilvántartására és azok mennyiségi és azok ökoszociológiai kiértékelésére.
Nemcsak a feldolgozási módszerek, hanem a feldolgozás eszközanyaga is fejlődött. A 19. századi nagyítóüvegen át történő munka után a 20. században megjelenő és az egyre tökéletesedő sztereó binokuláris mikroszkópok segítik a feldolgozó munkát. A mikroszkópos rajzfeltételek mára már átadták a helyüket a mikroszkópra telepíthető digitális kameráknak, melyekkel jó minőségű felvételek készíthetők.
Az archaeobotanikai vizsgálatokra a világ majd minden országában sor kerül. A folyamatos ásatások szinte ontják a mag és termésleleteket. Ezek meghatározását nemzetközi szervezetek által támogatott és összefogott szakemberek végzik. Részükről is alapvető igényként jelentkezik a magvak és a termések minél pontosabb meghatározása, metrikus nyilvántartása. Ennek hiányában nagyon sok feltételezés, hibás nézet születik. További előrelépést jelentene - és erre meg is van az igény - ha sikerülne a gabona és gyümölcs kultúrköröket is beazonosítani.
Európában egyedülállóként már a II. világháború előtt Magyar Királyi Magvizsgáló Állomás működött. Maggyűjtéssel és határozással foglalkozott. De csak az 1950-es években vetődött fel az önálló gyommaghatározó megalkotásának gondolata. Az 1967-ben megjelent Schermann kétkötetes (I. kötet határozó, fajok leírása, II. kötet: rajzok) Magismeret című munkája az addigi igényeket megfelelő módon kielégítette. 1800 növényfaj magját mutatja be: 120 mezőgazdasági, 80 kertgazdasági, fűszer és drognövényt, 50 egzotikusan termesztett fajt, 230 dísznövényt, 110 hazai és 100 külföldi fát és cserjét, 360 honos és 100 idegen származású gyomot, 650 vadon élő növényt. Ez európai szinten is kimagaslóan sok faj. A maghatározás nehézségét és bonyolultságát mutatja, hogy a közel 900 oldalas I. kötet fele határozókulcsot tartalmaz. A morfológiailag típuscsoportokba sorolt magvak meghatározását azok nagymértékű hasonlósága rendkívüli mértékben nehezíti.
A legtöbb kül- és belföldi maghatározó azonban csak 120-250 növényfaj (kultúrnövények és gyomok) magját mutatja be többé-kevésbe jól sikerült rajzokon vagy fotókon. A következő hazai mérföldkő Radics szerkesztésében (1998) kiadott Gyommaghatározó, ami már gyakorlatiasabb és lényegre törő határozókulccsal íródott, viszont csak 318 magot/magvas növényt ölel fel, ami a Kárpát-medencében lévő fajok 20-25%-a.
A maghatározók területén is látványos a fejlődés. A fekete-fehér rajzos határozókönyvek után mára már egyre több faj tartalmazó digitális felvételekkel illusztrált maghatározók léteznek (Neef et al. 2011). A mélységélesség megtartása érdekében készült rétegfelvételek mellett a kezdeti nehézségek ellenére a 3D technika is kezd tért hódítani. A különböző képelemző rendszerek terjedésével a magok/termések egyre több paramétere válik mérhetővé.
Közép-Európában mintegy 2600, a Kárpát-medencében mintegy 2300 magot adó virágos növényfaj él. Ha hozzávesszük a faj alatti taxonokat, úgy számuk több tízezerre tehető. A hazai maggyűjtemények bár számos fajt tartalmazzák, mégis hézagosak, és az adott intézmény profiljának megfelelően célirányosak, továbbá célszerű, hogy a meglévőket a taxonómusaink bizonyos mértékig revidiálják.

Morfogenetikai vizsgálatok

Számítógép vezérelte morfometria

A magvak és a termések alakja faji illetve fajtabélyeg. Ezért alapvető igényként jelentkezik a magvak és a termések minél pontosabb meghatározása, metrikus nyilvántartása. További előrelépést jelentene, ha sikerülne a gabona és gyümölcs kultúrköröket/tájfajtákat is azonosítani.

Bár számos ilyen megfigyelés létezik, de ezek felismerésére és nyilvántartására még nem sikerült eljárást kidolgozni. Pedig segítségükkel nyomon lehetne kísérni a kultúrfajok elterjedését. Ami a növények eredetére és származására, az egyes népek növénytermesztési kapcsolatainak más módon megoldhatatlan kérdéseire adna választ, mint pl. a növénytermesztés terjedése a neolitikumban, vagy hoztak-e honfoglalóink vetőmagvakat és gyümölcs-, esetleg szőlőfajtákat a Kárpát-medencébe? A sztereomikroszkóp adta mérési lehetőségeket kihasználva bizonyossá vált, hogy a Kárpát-medencében élt népek növénynemesítése révén fajták már a korai időkben léteztek (Gyulai 2004, Gyulai 2012, Gyulai, Kenéz & Pető 2014).
A képfeldolgozó rendszer a mintavételtől a feldolgozás egyes lépésein keresztül alapvetően segíti a magvizsgálatok minden fázisát. A vizsgálatot megelőző állapot pontosan rögzíthetővé – és a későbbiekkel egyeztethetővé, összehasonlíthatóvá válik. Emellett a vizsgálatok során képi információként jelentkező adatok – mikroszkópi kép, röntgentérkép, reagensek utáni felületmorfológiai változások stb. pontosan (numerikusan) értékelhetővé válnak. Különleges jelentősége van ennek mikronyomok, biológiai minták más módon szinte megoldhatatlan vizsgálatánál: termés- és magleletek meghatározása, fitolitok vizsgálata.
Egy mag akár 30 paramétere is mérhető, függetlenül attól hány magra terjed ki a vizsgálat. Ezzel a rendszerrel történő mérések gyorsak, pontosak és különösen jól használhatók populációk vizsgálatánál. Eddig mintegy 1500 db makrofossziliát is teszteltünk vele. Vizsgálataink eredményeit összehasonlítottuk a karpológiai meghatározások során használt maghatározóban (Schermann 1967) lévő információkkal (hosszúság, szélesség minimum és maximum adatok), és arra a megállapításra jutottunk, hogy ennek használata nehézkes, és már nem felel meg a modern archaeobotanikai meghatározások követelményeinek.
A számítógépes képelemző rendszer a magvak és termések digitális képi rögzítésén túl alkalmas azok intelligens, alak szerinti osztályozására is. A vizsgálatok során képi információként jelentkező adatok pontosan (numerikusan) értékelhetővé válnak. Mindezek eredményeképpen lehetőség nyílik a metrikus alapon történő faj és fajtameghatározásra. A képet color scannerrel, sztereomikroszkóphoz csatlakoztatható digitális kamerával felvéve vagy annak bármilyen más képi megjelenítéséből (pl. fénykép stb.) képanalizáló szoftverrel vizsgálva megvalósítható a kijelölt objektumok pontos mérése (terület, kerület, a részletek elemei, görbületek) és intelligens osztályozása (pl. alakfelismerés, szortírozás). A felvett képeket képi adatbázisban (optikai drive, cserélhető cartridge) tárolhatók.

Eloszlás-vizsgálatok
1997-2000. között referencia mag-adatbázist hoztunk létre, melyben 1400 taxon (faj és fajták) 150.000 db magja szerepel. A digitális képi felvételeken szereplő magtételeken a Prism képelemző programmal 3 millió alak és formamérést végeztünk el rajtuk (Rovner, Russ & Gyulai 2004).
A magméret a határozás fontos tényezője. A nagymagvúság általában domesztikációs bélyeg. A számítógépes vizsgálatok a változatok vizsgálatára és határozásra is alkalmasak. Jelentős intrataxon változások következnek be az ismételt/párhuzamos mag populációknál és ez hamis látszatot kelt azok vad vagy háziasítási formájánál. Ez bizonyítható lenne a szórási tartomány bemutatásával. Azonban a hagyományos kézi mérések hosszúság, szélesség és /vagy vastagság mérésére korlátozódnak, és tele vannak szisztematikus hibákkal. Alakmérés gyakorlatilag nem létezik.
Mindenekelőtt az volt a célunk, hogy megállapítsuk, hány darab, egy-egy populáció jellemzésére annak hány magjáról kell felvételt készíteni, azaz a Gauss eloszláshoz szükséges minimális magszámot megtaláljuk. Ennek során vad és kultúrnövények területét (mm^2) vizsgáltuk, többek között a *Chenopodium aristatum* (szálkás libatop) és a *Cucumus sativus* (uborka) három termesztett fajtáját. A szálkás libatop 10, 50, 100, 150, 200 db magjáról készült felvételeken futtatott méréseink nem hoztak eredményt, még az uborka esetében már 70 db mag adatai

kirajzolták a Gauss haranggörbét. Több vad és kultúrbúza tételt megvizsgálva hasonló megállapításra jutottunk
A számítógéppel támogatott morfometriai adatok lehetővé teszik a darwini variációs szintek összehasonlítását és elemzését. A várttal ellentétben a természet statisztikailag nem „normális”. A mért vad taxonok hisztogramjai multimodális, nem Gauss eloszlásokat mutatnak. Ezzel szemben a domesztikált növények magjai normális (Gauss) vagy hipernormális eloszlást mutatnak, nyilván azért mert itt emberi és természetes szelekcióról van szó. Ennek mérhetőségét és számszerűsítését dolgoztuk ki. (Rovner & Gyulai 2007).

Következtetéseink az alábbiak:

- A méret és alak átlagértékei nem stabilak az utódpopulációban.
- A folytonos változók morfometriai analízise esetében többváltozós normál eloszlást szokás feltételezni. A többváltozós normalitás tulajdonsága egy szükséges követelmény a hipotézisek vizsgálatánál, mivel az erre vonatkozó statisztikai elmélet a szükségszerű normalitás köré épül.
- A tipológia szubjektív leíró módszer, de nem hatékony a Darwini változatosság vizsgálatára.
- A természet nem „normális”. A vad fajok magjainak méretbeli eloszlása általában nem felel meg a Gauss-haranggörbének. A vad fajok magjainak méretbeli eloszlása általában multimodális. Átlagértékeik nem stabilak, nem nyújtanak megbízható összehasonlító elemzést.
- A domesztikált fajok magjai közelítenek a normál vagy hipernormál eloszláshoz, ami a magasabb fokú morfológiai specializációt jelzi, valószínűleg az emberi szelekciós tényezőnek köszönhetően.

Digitális magmorfometria az evolúció és domesztikáció kutatásában
A forma tényezők alaposabb vizsgálata újabb következtetések levonására volt alkalmas. Amennyiben három forma tényező: formfactor, konvexitás és Curl értékeket összeadjuk, úgy a kultúrfajoknál a 1,40 körüli tartományban, míg a vad taxonok értékei ettől jóval elmaradnak, ami a háziasítás metrikus bizonyítéka. Neve: Rovner-Gyulai index of (seed) Domestication (RGiD)

Rovner-Gyulai index of (seed) Domestication (RGiD) értékszám:
FormFactor (4π•terület/kerület$^{2)}$ + Convexity (domborúság) + Curl (csavarodás)

Triticum	aestivum var. lutescens	ae. var. icterium	ae. var. Transylvaticum	monococcum ssp. monoccoccum	turgidum ssp. turanicum var. Kamut	cartlicum	dicoccoides	turgidum ssp. turanicum	turgidum
n = szem	169	203	154	264	41	88	44	87	78
Form Factor	0.23	0.25	0.18	0.21	0.19	0.13	0.09	0.17	0.14
Convexity	0.7	0.71	0.71	0.71	0.69	0.53	0.47	0.59	0.55
Curl	0.52	0.52	0.57	0.53	0.55	0.39	0.34	0.44	0.42
RGiD	1.45	1.47	1.46	1.45	1.42	1.01	0.92	1.20	1.11

Szőlőfajták vizsgálata
A számítógépes morfometriai vizsgálatok a fajták eredetére és származására és azok elterjedésére adhatnak választ. Az ásatásokból származó szőlőmagok nem, vagy összehasonlításra már nem alkalmas mennyiségben és minőségben tartalmaznak örökítő anyagot, ezért a morfometriai vizsgálatok morfogenetikává növik ki magukat. A képfeldolgozó rendszer a szőlőmagvak begyűjtésétől a feldolgozásig nagymértékben segítheti a morfogenetikai munkát. A begyűjtött szőlőmagvak archiválhatóvá és más populációkkal összehasonlíthatóvá válhatnak, ami akár egyes népek szőlészeti kapcsolatainak más módon megoldhatatlan kérdéseire is választ adna. Igaz már jó ideje használatban vannak különböző indexek az ampelológiával foglalkozók körében a magok kultúrjellegének leírására: Facsar (1970) morfológiai vizsgálatai, Kotsakis formulák (Mangafa & Kotsakis 1996), Stummer index Terpó korrekcióval (Rivera *et al.* 2007). Ezek alapján Hallstatt kori (Facsar & Jerem 1985), római (Kenéz 2014), középkori (Mravcsik et al. 2015), kora újkori (Gyulai et al. 2013), valamint szkíta kori szőlőmagvakat (Pósa et al. 2014) sikerült azonosítani.
Szőlőfajták populáció szintű vizsgálatánál továbbmentünk. A begyűjtött régi szőlőfajták magjairól készült digitalizált felvételek tételenkénti 150-200 db magján az Adobe Photoshop alatt futó Fovea Pro 4.0 képelemző szoftverrel vizsgálva megvalósítottuk a magok pontos mérését (terület, kerület, a részletek elemei, görbületek) és intelligens osztályozását (pl. alakfelismerés, szortírozás). Az egyes fajták magpopulációinak metrikus jellemzése más módon nem nyerhető jelentőségű információt szolgáltat (Mravcsik et al. 2014). Bizonyos alak és formaértékek összevetése pedig alkalmas eljárásnak bizonyul a fajták szétválasztására. Nem utolsó sorban pedig lehetőséget jelent régészeti szőlőmagvak fajtaazonosítására is (Gyulai et al. 2015).

Alakor változatok és fajták vizsgálata
A világ legelső kultőrbúzása a diploid alakor (*Triticum monococcum* subsp. *monococcum*). A termesztésben eltöltött közel tízezer év alatt számos változata alakult ki, és újabban ide soirolják a progenitor vad fajokat (*Tr. boeticum, Aegilops*) is. A nagyfokú diverzitás jellemzése, elkülönítése taxonógiailag nem vagy csak alig lehetséges. A számítógépes képelemzési vizsgálatok segítségével ez a lehetetlennek látszó feladat is megoldhatóvá vált (Emődi et al. 2014). A magmintákat nagyfelbontású szkennerrel digitalizáltuk (pdf), majd a Fovea Pro 4.0 programmal (Russ 2005) elemeztük. A lehetséges 33-ból 20 magtulajdonságot vizsgáltunk. Az FA (Factor Analysis), PCA (Principal Component Analysis), DA (Discriminant Analysis) és CART elemzést az SPSS programcsomaggal végeztük.

Digitális magfelismerő rendszer
Mivel a számítógép alak és forma szerint csoportosít, lehetőség van arra, hogy „megtanítsuk” a számítógépet „felismerni” a vizsgált objektumot, ami azt jelenti, hogy a mért adatokat egy adatbázis már meglévő adathalmazából kiválogatja és hozzárendeli egy már meglévő adatsorhoz. Az általunk létrehozott Alaktani atlasz és a hozzá tartozó szoftver a magvak és termések meghatározása úgymond „automatizálható”, azaz gyorsabbá és biztosabbá válik.
Az általunk újonnan létrehozott intelligens magfelismerő rendszer bővíthető, jelenleg 1671 faj magtételeinek képi és mért adatait tartalmazó olyan mobil applikáció, mely képes digitalizált felvételek alapján felismerni és meghatározni a vizsgált magpopulációt.
A mintegy három évig tartó feldolgozó munka eredményeképpen nemcsak a magtételek digitalizálása és azok alak és forma mintegy 13 paraméterének mérése történt meg, hanem azok új alapra helyezett kategorizálása is. Mindezek eredményeképpen saját fejlesztésű (iMagKep v1.01) program született, amelynek alapja egy tovább bővíthető mag referencia adatbázis (Berke et al. 2013).

Felhasznált irodalom

1. Berke, J., Penksza, K., Gyulai, F., & Ferencz, Z. (2013): Intelligens magfelismerő rendszer az oktatásban. Kassa, June 13-14, 2013. 26-28.
2. Emődi A., Gyulai F., Mravcsik Z., Gyulai G., Sz. Vinogradov, Szabó T. A., I. Rovner (2014) Digitális magmorfometria I. A termesztett alakor fajták és tájfajták (*T. m.* ssp. *monococcum*) elemzése. Növénytermelés 63, 61-70.
3. Facsar G. (1970): Összehasonlító morfológiai vizsgálatok kerti szőlőfajták magjain. Botanikai Közlemények 57, 221–231.
4. Facsar, G. & Jerem, E. (1985): Zum urgeschichtlichen Weinbau in Mitteleuropa. Rebkernfunde von Vitis vinifela L. aus der urnenfelder-, hallstatt. und latenezeitlichen Siedlung Sopron-Krautacher. Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland 71, 121-144.
5. Gyulai F. (2004): A fajtahasználat legkorábbi bizonyítékai a Kárpát-medencében? Növénytermelés (Crop Production) 53/4, 305-401.
6. Gyulai F. (2012): Fajtahasználat és növénynemesítés az őskorban? In: Kolozsi B. (ed.): Őskoros Kutatók IV. Összejövetelének konferenciakötete. Debrecen, 2005. március 22-24. ΜΏΜΟΣ 4, Debrecen, 319, 299-311.
7. Gyulai, F. (2010): Archaeobotany in Hungary. Seed, Fruit, Food and Beverages Remains in the Carpathian Basin: an Archaeobotanical Investigation of Plant Cultivation and Ecology from the Neolithic until the Late Middle Ages. Archaeolingua, Budapest, 479 p.
8. Gyulai F., Emődi A., Mravcsik Z. & Pósa P. (2013): Az újkori mezőgazdasági kultúrkörnyezet rekonstrukciója a sárospataki ásatások példáján. Gesta 13, 67-71.
9. Gyulai, F., Kenéz, Á. & Pető, Á. (2014): Getreideökotypen oder Landsorten als archäobotanische Beweise für die prähistorische Sortennutzung. In: Heinrich-Tamáska, O. & Straub, P. (ed.): Mensch, Siedlung und Landschaft im Wechsel der Jahrtausende am Balaton / People, Settlement and Landscape on Lake Balaton over the Millennia. Castellum Pannonicum Pelsonense Vol. 4. Verlag Marie Leindorf GmbH, Budapest–Leipzig–Keszthely–Rahden/Westf., 2013. 440 p., 429-436.
10. Gyulai, G., Rovner, I., Vinogradov, S., Kerti, B., Emődi, A., Csákvári, E, Kerekes A., Mravcsik, Z. & Gyulai, F. (2015): Digital seed morphometry of dioecious wild and crop plants – developement and usefullness of the seed diversity index, Seed Science Technology 43/3, 1-15.
11. Kenéz Á. (2014): Keszthely-Fenékpuszta római kori régészeti-növénytani leleteinek feldolgozása, különös tekintettel az egykori környezeti állapot jellemzésére. PhD értekezés. Szent István Egyetem Környezettudományi Doktori Iskola Gödöllő, 2014. Kézirat.
12. Mangafa, M. & Kotsakis, K. (1996): A New Method for the Identification of Wild and cultivated Charred Grape Seeds. Journal of Archaeological Science 23, 409–418.
13. Mravcsik Z., Gyulai F., Emődi A., Gyulai G., S. Vinogradov, I. Rovner (2014): Magmorfometriai elemzés régészeti és mai szőlőmagmintákban (*Vitis vinifera*). *Kertgazdaság* 46 (4), 27-33.
14. Mravcsik, Z., Gyulai, Gy., Vinogradov, S., Emődi, A., Rovner, I. & Gyulai, F. (2015): Digital seed morhometry for genotype identification – Case study of excavated seeds (15th cent. Hungary) compared to current vinegrape (*Vitis v. vinifera*) varieties. Acta Botanica Hungarica 57(1-2): 169-182.
15. Neef, R., Cappers, R. T. J. & Bekker, R. M. (2011): Digital atlas of economic plants in archaeology. Barkhuis Publishing and the Groningen University Library, The Netherlands, 760 p.

16. Pósa P., Emődi A., Schellenberger J., Hajdú M., Mravcsik Z. & Gyulai F. (2014): Előzetes jelentés Miskolc-Hejő melletti szkíta kori kút növényi maradványainak feldolgozásáról. Gesta 13, 3-18.
17. Radics L. (1998): Gyommaghatározó. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 1998, 243 p.
18. Rovner, I. & Gyulai, F. (2007): Computer-Assisted Morphometry: A New Method for Assessing and Distinguishing Morphological Variation in Wild and Domestic Seed Populations. Journal of Economic Botany 61/2, 154-172.
19. Rovner, I. & Gyulai, F. (2007): Seeds of Doubt: The Mismeasure of Darwinian Variation in Archaeobotany. Layers of Perception. Advanced technological means to illuminate our pat. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology. CAA Berlin 2007 April 2-6. Abstracts, 205.
20. Rovner, I., Russ, J. C. & Gyulai, F. (2004): Applications of Computer-Assisted Morphometry I: Fundamentals. 13 th Symposium of the International Work Group for Palaeoethnobotany, Girona 16 th-22 th May 2004. Programme and abstracts, 139.
21. Schermann Sz. (1967): Magismeret I–II. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1967, 1070 p.

A CSERES HEGYSÉG (CEROVÁ VRCHOVINA) VÉDETT ÉS VESZÉLYEZTETETT EDÉNYES FLÓRÁJÁNAK JEGYZÉKE

Balázs Pál

Selye János Egyetem, Tanárképző Kar, Biológia Tanszék, Hradná 21, 945 01 Komárno, Szlovák Köztársaság; balazsp@selyeuni.sk

Összefoglaló
A természetvédelmet, így a flóra védelmét is, korunkban a célirányos emberi tevékenységek között tartjuk számon, melynek eredménye a természetes fajgazdagság megtartása kell, hogy legyen. A flóra védelme az érvényes jogi normákra alapoz. A szlovák természetvédelmi törvény definiálja úgy a fajok, mint a területek védelmét. A flóra diverzitásának, így genofondjának hatékony védelme is, csak a területek védelmével együtt valósítható meg. A flóra diverzitásának megtartása a szabad természetben a természetvédelem egyik alapvető célja. A ma érvényes jogi keret fajok százait védi törvényesen, melyek nagy számban ismertek a Cseres hegység (Cerová vrchovina) területéről is. A vörös listás, vagyis veszélyeztetett fajokkal együtt, mint azt a táblázat is bizonyítja, számuk jelentősen meghaladja a kétszázat.
Kulcsszavak: Cseres hegység (Cerová vrchovina), természetvédelem, a védett és veszélyeztetett edényes flóra táblázata

Abstract
The nature protection and thus the protection of flora in the contemporarysense belong to the purposeful human activities, which result should be to maintain the richness of species of native ecosystems. The protection of flora is based on the valid legal regulations, while the Act on nature protection in Slovakia defines the species protection and territorial protection too. The species protection of flora and thus the protection of the gene pool of wild plants should be achieved only in coordination with the territorial protection. The main objective of nature protection is to retain of biodiversity of plants in the wild. Actual legislative framework contains hundreds of legally protected taxon. Many of them are registered also in the territory of the Cerová vrchovina Highland (Cseres hegység). Their number together with endangered taxa listed in the Red List of flora of explored territory, as stated in the tabulated summary of endangered and legally protected taxa of vascular plants of Cerová vrchovina Highland, significantly exceeds two-hundred.
Key words: Cerová vrchovina Highland (Cseres hegység), nature protection, list of legally protected and endangered vascular plants

Bevezetés

A természetvédelem és annak keretében a flóra védelme is célirányos emberi tevékenység, amelyben a beavatkozás a természetes fajgazdagság megtartására irányul.
A flóra védelme minden, természetvédelmi törvényekkel rendelkező országban, az azokban érvényes jogi normákra alapoz. A szlovákiai természetvédelmi törvény definiálja úgy a fajok, mint a területek védelmét. Ismert, hogy a flóra diverzitásának hatékony védelme csak a két természetvédelmi irányvonal együttműködésével valósítható meg. Így őrizhető meg a legtöbb vadon élő faj az utókor számára.
Szlovákiában, a ma érvényes jogi előírások, az alacsonyabbrendű növényeknek tekintett algák, gombák, zuzmók és mohák mellett, az edényes flóra faji és alfaji szintű taxonjainak szá-

zait védik jogi értelemben vett „fajok“-ként. Még több taxon szerepel a jogi erővel nem bíró vörös listán.

Cél és módszer

A munka célja a politikai határral kettéosztott, Magyarországon Karancs-, és Medves hegységként ismert, míg Szlovákia területén Cseres hegység (Cerová vrchovina) néven jegyzett terület szlovákiai része védett és veszélyeztetett edényes flórája jegyzékének összeállítása. A fajlistát, az általam, az irodalomra és saját kutatásokra alapozott fajlista (Balázs msc.), és a vöröskönyves jegyzék, Feráková, Maglocký, Marhold (2001), a táblázat „VET“, oszlopa és a szlovákiában védett fajokról szóló 579/2008 számú törvényerejű rendelet, a táblázat „TÖV“ oszlopa, összevetésével állítottam fel.

A természet védelme a vizsgált területen

A Karancs-, a Medves- (Magyarország), és a Cseres hegységekben (Szlovákia) 1989-ben összesen mintegy 23000 hektár területen (Karancs-Medves TK 6709 hektáron, CHKO Cerová vrchovina 16 280 hektáron), az illetékes államok tájvédelmi körzeteket jelöltek ki. Megalapozták így a terület bilaterális védelmének lehetőségét, mely a Nógrád-Novohrad geopark, 2000-es évek elején történt nemzetközi elismerésével, bár nem azonos határok között, valamint NATURA 2000-es területek határmenti kijelölésével vált még szorosabbá.

A tájvédelmi körzet megalapítása a határ mindkét oldalán intenzívebbé tette úgy az élő-, mint az élettelen temészet kutatását. Az intenzívebb kutatás egyik eredménye például a Csiky (2004) által kutatott terület vörös listája, mely részleges fedésben van az általam kutatottal.

A szlovákiai terület veszélyeztetett és védett edényes flórájának jegyzéke, táblázatba foglalva a következő:

A CSERES HEGYSÉG (CEROVÁ VRCHOVINA) TÖRVÉNY ÁLTAL VÉDETT ÉS VESZÉLYEZTETETT (VÖRÖSLISTÁS) EDÉNYES FLÓRÁJÁNAK ÖSSZEFOGLALÓ TÁBLÁZATA

		VET	TÖV
Achillea asplenifolia	Vent.	CR	+
Aconitum anthora	L.	VU	+
Acosta biebersteinii	(DC) Dostál	LR	
Adonis aestivalis	L.	LR:nt	
Adonis vernalis	L.	VU	+
Agrostemma githago	L.	CR	
Aira caryophyllea	L.	EN	
Aira elegantissima	Schur	DD	
Ajuga chamaepitys	(L.) Schreb	LR:nt	
Allium angulosum	L.	EN	
Allium sphaerocephalon	L.	VU	
Androsace elongata	L.	VU	
Anemone sylvestris	L.	LR:nt	
Aphanes arvensis	L.	EN	
Aphanes australis	Rydb.	EX?	
Arenaria leptoclados	(Rchb.) Guss.	VU	
Artemisia austriaca	Jacq.	CR	+
Asplenium adiantum-nigrum	L.	EN	+
Asyneuma canescens	(Waldst. et Kit.) Griseb. et Schenk	EN	+
Batrachium rionii	(Lagger) Nyman	LR	+
Berula erecta	(Huds.) Coville	VU	
Bolboschoenus maritimus	(L.) Palla	LR	
Bromus arvensis	L.	VU	

Bromus commutatus	Schrad.	VU	
Bromus secalinus	L.	EN	
Buphtalmum salicifolium	L.	VU	
Bupleurum affine	Sadler	EN	+
Bupleurum rotundifolium	L.	EN	+
Butomus umbellatus	L.	VU	
Calamitha menthifolia	Host	LR:nt	
Callitriche cophocarpa	Sendtn.	DD	
Callitriche palustris	L.	LR:nt	
Campanula bononiensis	L.	LR:nt	
Campanula rapunculus	L.	EN	+
Carduus collinus	Waldst. et Kit.	LR:nt	
Carex buekii	Wimm.	EN	
Carex cespitosa	L.	VU	
Carex distans	L.	VU	
Carex fritschii	Waisb.	VU	+
Carex hordeistichos	Vill.	EN	
Carex melanostachya	M. Bieb. ex Willd.	VU	
Carex paniculata	Jusl.	VU	
Carex stenophylla	Wahlenb.	LR:nt	
Carthamus lanatus	L.	EN	+
Catabrosa aquatica	(L.) P. Beauv.	VU	+
Caucalis platycarpos	L.	VU	
Centaurium erythraea	Rafn.	LR:nt	
Centaurium pulchellum	(Sw.) Druce	VU	
Cephalantera damasonium	(Mill.) Druce	VU	+
Cephalantera longifolia	(L.) Firtsch	VU	+
Cephalantera rubra	(L.) Rich.	VU	+
Cephalaria transsylvanica	(L.) Schrad.ex Roem. et Schult.	LR:nt	+
Cerasus fruticosa	Pall.	VU	
Ceratophyllum submersum	L.	EN	+
Chenopodium murale	L.	LR:nt	
Chenopodium urbicum	L.	VU	
Chenopodium vulvaria	L.	VU	
Chrysopogon gryllus	(L.) Trin.	EN	+
Cleistogenes serotina	(L.) Keng	VU	+
Clematis integrifolia	L.	VU	+
Clematis recta	L.	LR:nt	
Colutea arborescens	L.	VU	
Convallaria majalis	L.	LR:nt	
Cotoneaster matrensis	Domokos	VU	
Crepis pulchra	L.	EN	+
Crupina vulgaris	Cass.	EN	+
Cyanus segetum	Hill	LR	
Cynoglossum hungaricum	Simonk.	VU	
Dactylorhiza majalis	(Rchb.) P. F. Hunt et Summerh.	VU	+
Dianthus collinus	Waldst. et Kit.	EN	+
Draba nemorosa	L.	LR:nt	
Echium russicum	J. F. Gmel.	EN	+
Eleocharis mamillata	H. Lindb.	DD	

Epipactis helleborine	(L.) Crantz	LR:nt	
Epipactis microphylla	(Ehrh) Sw.	VU	+
Epipactis pontica	Taubenheim	VU	+
Epipactis purpurata	Sm.	VU	
Eragrostis pilosa	(L.) P. Beauv.	EN	+
Erysimum crepidifolium	Rchb.	VU	+
Erysimum diffusum	Ehrh.	LR:nt	
Erysimum odoratum	Ehrh.	VU	
Erysimum repandum	L.	VU	
Filago lutescens	Jord.	CR?	+
Fritillaria meleagris	L.	CR	+
Gagea pusilla	(F. W. Schmidt) Schult. et Schult. f.	EN	+
Galium divaricatum	Pourr. ex Lam.	EX?	
Gentiana cruciata	L.	LR:nt	
Gentianopsis ciliata	(L.) Ma	LR:nt	
Geranium divaricatum	Ehrh.	VU	
Geranium rotundifolium	L.	VU	
Gnaphalium luteoalbum	L.	CR	+
Gratiola officinalis	L.	EN	+
Heliotropium europaeum	L.	EN	
Hibiscus trionum	L.	VU	
Inula germanica	L.	LR	+
Inula oculus-christi	L.	LR:nt	
Iris pumila	L.	VU	+
Iris sibirica	L.	VU	+
Iris variegata	L.	VU	+
Jacea indurata	(Janka) Soják	DD	
Jasione montana	L.	LR:nt	
Juncus gerardii	Loisel.	EN	+
Kickxia elantine	(L.) Dumort.	LR:nt	
Kickxia spuria	(L.) Dumort.	VU	
Koeleria glauca	(Schkuhr)DC.	VU	
Lactuca perennis	L.	LR:nt	
Lactuca quercina	L.	LR:nt	
Lactuca saligna	L.	EN	
Laser trilobum	(L.) Borkh.	LR:nt	
Lathyrus hirsutus	L.	VU	
Lathyrus nissolia	L.	VU	+
Leersia orysoides	(L.)Sw.	VU	
Leopoldia tenuiflora	(Tausch) Heldr.	VU	
Leucanthemum margaritae	(Gáyer) Zelený	LR:nt	
Lilium martagon	L.	LR:nt	
Limodorum abortivum	(L.) Sw.	EN	+
Limosella aquatica	L.	EN	
Linaria pallidiflora	(Lam.) Valdés	EN	+
Lindernia procumbens	(Krock.) Borbás	CR	+
Linum austriacum	L.	LR:nt	
Linum flavum	L.	LR:nt	
Linum hirsutum	L.	VU	+
Lychnis coronaria	(L.)Desr.	EN	+

Lycopus exaltatus	L. f.	LR:nt	
Lythrum hyssopifolia	L.	CR	
Marrubium peregrinum	L.	LR:nt	
Marrubium vulgare	L.	VU	
Medicago prostrata	Jacq.	EN	
Melampyrum barbatum	Waldst. et Kit. ex Willd.	VU	
Melampyrum cristatum	L.	LR:nt	
Melilotus altissimus	Thuill.	EN	
Menyanthes trifoliata	L.	EN	+
Minuartia viscosa	(Schreb.) Schinz et Thell.	EN	+
Misopates orontium	(L.) Raf.	VU	
Myosotis discolor	Pers.	LR:nt	
Myosurus minimus	L.	VU	
Nepeta pannonica	L.	VU	
Nigella arvensis	L.	VU	
Nuphar lutea	(L.) Sm.	VU	+
Onobrychis arenaria	(Kit. ex Schult.) DC.	VU	
Onosma arenaria	Waldst. et Kit.	CR	+
Orchis morio	L.	VU	+
Orchis pallens	L.	EN	+
Orchis purpurea	Huds.	VU	+
Orchis tridentata	Scop.	EN	+
Ornithogalum boucheanum	(Kunth) Asch.	EN	
Ornithogalum sphaerocarpum	A.Kern.	EX?	
Orobanche elatior	Sutton	VU	
Orobanche lutea	Baumg.	LR:nt	
Papaver dubium	L.	LR:nt	+
Peucedanum carvifolia	Vill.	LR:nt	
Phelipanche arenaria	(Borkh.) Pomel	EN	
Phelipanche purpurea	(Jacq.) Soják	VU	
Pilosella cymosa	(L.) F. W. Schultz et Sch. Bip.	LR	
Pilosella echioides	(Lumn.) F. W. Schultz et Sch. Bip.	EN	
Platanthera bifolia	(L.) Rch.	VU	
Polycnemum majus	A. Braun	VU	
Polypodium interjectum	Shivas	EN	+
Potamogeton gramineus	L.	VU	+
Potamogeton nodosus	Poir.	LR:nt	
Potamogeton trichoides	Cham et Schltdl.	VU	
Potentilla micrantha	Ramond ex DC.	VU	+
Potentilla patula	Waldst. et Kit.	VU	+
Potentilla rupestris	L.	EN	+
Pseudolysimachion longifolium	(L.) Opiz	LR:nt	
Pseudolysimachion orchideum	(Crantz) Wraber	LR:nt	
Pulicaria vulgaris	Gaertn.	LR:nt	
Pulsatilla grandis	Wender.	VU	+
Pulsatilla pratensis	(L.) Mill.	VU	+
Pycreus flavescens	(L.) Reichenb.	EN	+
Ranunculus arvensis	L.	LR:nt	
Ranunculus illyricus	L.	LR:nt	
Rhinanthus rumelicus	Velen.	LR:nt	+

Sagina nodosa	(L.) Fenzl		
Sagina subulata	(Sw.) C. Presl	LR:nt	
Sagittaria sagittifolia	L.	LR:nt	
Salvia austriaca	Jacq.	VU	
Saxifraga granulata	L.	LR:nt	
Scabiosa canescens	Waldst. et Kit.	LR:nt	
Scilla drunensis	(Speta) Speta	EN	
Scilla kladnii	Schur	VU	
Scorzonera purpurea	L.	VU	+
Scrophularia umbrosa	Dumort.	LR:nt	
Scrophularia vernalis	L.	VU	+
Scutellaria altissima	L.	CR	+
Scutellaria hastifolia	L.	VU	
Sempervivum matricum	Letz	VU	
Senecio erucifolius	L.	EN	
Silene borysthenica	(Gruner) Walters	CR	+
Silene dichotoma	Ehrh.	LR:nt	
Silene otites	(L.) Wibel	DD	
Silene viridiflora	L.	LR:nt	
Sorbus aria	(L.) Crantz	LR:nt	
Spiraea media	F. Schmidt	LR:nt	
Stellaria palustris	Retz.	VU	
Stipa joannis	Čelak.	VU	
Stipa pulcherrima	K. Koch	EN	+
Stipa tirsa	Stev.	EN	+
Succisella inflexa	(Kluk) Beck	CR	+
Teucrium montanum	L.	LR:nt	
Teucrium scordium	L.	VU	+
Thalictrum lucidum	L.	EN	
Thalictrum simplex	L.	EN	+
Thesium dollineri	Murb.	EN	+
Thesium ramosum	Hayne	VU	
Thymelaea passerina	(L.) Coss. et Germ.	LR:nt	
Tordylium maximum	L.	EN	+
Tribulus terrestris	L.	EN	+
Trifolium fragiferum	L.	LR:nt	
Trifolium striatum	L.	CR	+
Triglochin palustre	L.	VU	
Utricularia australis	R. Br.	DD	
Ventenata dubia	(Leers) Coss.	EN	
Veronica anagalloides	Guss.	EN	+
Veronica opaca	Fr.	EN	
Veronica scutellata	L.	LR:nt	+
Veronica triphyllos	L.	VU	
Vicia pisiformis	L.	LR:nt	
Viola kitaibeliana	Schult.	LR:nt	
Viola rupestris	F. W. Schmidt	LR:nt	
Waldsteinia geoides	Willd.	LR:nt	+
Xanthium strumarium	L.	VU	
Xeranthemum annuum	L.	LR:nt	

Befejezés

A Cseres hegység (Cerová vrchovina) edényes flórájának törvény által védett és vörös listás taxonjainak száma együttesen jelentősen meghaladja a kétszázat. Sokuk védett vagy veszélyeztetett az országhatár mindkét oldalán. Közös védelmi programok kidolgozásával és megvalósításával örökíthető át legtöbbjük a következő generációk számára.

Irodalom:

BALÁZS P.: Flóra Cerovej vrchoviny (msc.). 80s.

CSIKY J., 2004: A Karancs, a Medves vidék és a Cerová vrchovina (Nógrád-Gömöri bazalt-vidék) flóra és vegetációtérképezése. Pécs, 451 s.

FERÁKOVÁ V., MAGLOCKÝ Š., MARHOLD K., 2001: Červený zoznam papraďorastov a semenných rastlín Slovenska /december 2001/. In: BALÁŽ D., MARHOLD K., URBAN P., (eds.): Červený zoznam rastlín a živočíchov Slovenska, Ochr.Prír. 20: 48 – 81.

VYHLÁŠKA Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky 579 z 10. decembra 2OO8. ktorou sa mení vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky č 24/2003 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny v znení neskorších predpisov. Čiastka 200.

A MARIHUÁNA ÉS A SZINTETIKUS CANNABINOIDOK HASZNÁLATÁNAK VESZÉLYEI

Szalay Krisztina[1], Emri Zsuzsa[2]

[1]*Szent István Egyetem Alkalmazott Bölcsészettudományi és Pedagógiai Kar,*
5100 Jászberény, Rákóczi út 53.
email: sz.krisztina@invitel.hu
[2]*Eszterházy Károly Főiskola, Biológiai Intézet, Állattani tanszék,*
3300 Eger, Leányka u. 6.
e-mail: emri.zsuzsa@gmail.com

A marihuána és a szintetikus cannabinoidok tartós használata függőséghez vezethet. A szintetikus cannabinoid termékekhez sokszor amfetamint, benzodiazepineket, ópiátokat is kevernek, emiatt hatásuk kiszámíthatatlan. A genetikai adottságaik miatt skizofréniára hajlamos illetve a szociális vagy pszichikai problémáik elől szerhasználatba menekülő fiatalok a legveszélyeztetebbek, körükben végzett prevenció kiemelkedő jelentőségű.
Kulcsszavak: cannabinoidok, cannabis, függőség, prevenció

Bevezetés

A drogfogyasztás történelme messzire nyúlik vissza az emberiség történetében, sok népcsoport használt drogot leginkább kultikus céllal, de a drogok gyógyászati és teljesítmény fokozó hatását is ismerték és kihasználták (Mechoulam 2000). Manapság a klinikai és rekreációs alkalmazások jellemzőek, és a legtöbb országban az illegális drogok használatának terjedését észlelték (http://www.espad.org/). Az illegális droghasználók számának növekedésével párhuzamosan bővül azoknak a társadalmi csoportoknak a köre, akik közül a droghasználók kikerülnek, és egyre inkább jellemző a serdülőkori droghasználat (http://drogfokuszpont.hu/szakteruleteink/populacios-vizsgalatok/populacios-vizsgalatok-tenyek-es-szamok/).A kínálat és a népszerű szerek típusa is megváltozott az utóbbi évtizedben, hazánkban is megjelentek a marihuána (*Cannabis sativa*) mellett a cannabishoz hasonló hatásmechanizmusú designer drogok. Lisdahl és munkatársai szerint (2014) a kannabisz származékok a leggyakrabban használt drogok az alkohol után, végzős középiskolások 22,9%-a felsőoktatási intézményben tanulók 20 %-a használ ilyen típusú drogokat minden hónapban legalább egyszer, 15 végzősből 1 pedig naponta. (Lisdahl és mtsai 2014).

Különösen népszerű a biofű (herbal) használata a fiatalkorú fogyasztók körében, viszonylagos alacsony ára és könnyű beszerezhetősége miatt. A biofű név megtévesztő, növényi összetevőkön abszorbált mesterséges anyagkeverékről van szó (Spaderna és mtsai 2013), eredetileg az endogén cannabis rendszer vizsgálatára kifejlesztett mesterséges cannabis analógok kerülnek bele (Domino és mtsai 1971) sokszor amfetaminnal keverve, hogy a "pörgős" hatást fokozzák (Dumont és mtsai. 2009). Hatásmechanizmusa, hasonlít a marihuánáéra (Debruyne és Le Boisselier 2015), de mivel illegális laborokban előállított több komponensű szerről van szó, hatása kiszámíthatatlan a legalitást biztosítása céljából állandóan változó és sokszor pontatlan összeállítás, illetve a megbízhatatlan alapanyag minősége miatt. Ebben a cikkben a marihuána és a biofű hatását hasonlítjuk össze, és külön kiemeljük azokat a veszélyeket, amelyek a serdülő korú illetve fiatal felnőtt fogyasztóknál jelentkezhetnek. A cikk végén összefoglaljuk

azokat a személyiségjeleket, amelyeket eddig mint hajlamosító tényezőt kapcsolatba hoztak a cannabis-szerű szerek fogyasztásával.

Függőség

Ha definiálni szeretnénk a drog szót, talán a legpontosabb meghatározás az, hogy ide tartozik minden olyan kémiai anyag, mely az emberi szervezetbe bármilyen úton bekerülve módosult tudatállapotot hoz létre (http://www.oxforddictionaries.com/definition/english/drug). Ez egy viszonylag tág meghatározás. A drogokat sokféleképpen lehet csoportosítani, az egyik módszer, amikor klasszikus elnevezéssel illetjük a régebben használt drogokat, pl. ópium, heroin, kokain, az újabban használt szerek pedig a designer drogok, például a katinon származékok (amfetamin), és a szintetikus cannabinoidok (herbal, K2, spice).

Nestler tanulmánya szerint (2013) annak az esélye, hogy valakiből drogfüggő lesz csak fele arányban tulajdonítható a genetikai faktoroknak. A különböző környezeti faktorok ugyanilyen arányban vesznek részt a függőség kialakításában. Az öröklött hajlamosító tényezők jelenléte önmagában még nem elég a függőség kialakulásához, hiszen maga a drogfogyasztás az, ami kölcsönhatásban a genetikai faktorokkal alacsony rizikójú egyént drogfüggőségre erősen hajlamossá alakítja. A központi idegrendszerben molekuláris és sejtszinten is bekövetkeznek változások a drogfogyasztás hatására. Az agyban változások zajlanak limbikus rendszerhez tartozó számos struktúrában, és az agyi jutalmazó körben. A drogfogyasztás által érintett területek között van a ventrális tegmentális area, a nucleus accumbens, a hippocampus, az amigdala és a prefrontális kéreg (Lopez-Moreno és mtsai 2008). Ezeken az agyterületeken a drog hasonló változásokat indukál, mint amelyek egyéb információk tanulásakor is végbemennek, és ennek a molekuláris és sejtstruktúra szinten is zajló folyamatnak az eredménye lesz az az átalakulás, ami a drog hatására kialakuló érzetet felerősíti, más ingerek felfogását és feldolgozását viszont gyengíti. Az idegsejtek a droggal való találkozás után maradandóan megváltoznak, és ezután már más módon reagálnak a droggal való új találkozásra (Nestler 2013). Minden drog pozitív megerősítés alapján okoz függőséget, a drog típusától függetlenül ugyanaz a mechanizmus játszódik le az idegrendszerben. Nem számít, hogy serkentő vagy nyugtató típusú drogról van-e szó, használata fokozza a ventrális tegmentális areából felszabaduló dopamin mennyiségét és ez az "élmény" alakítja ki az igényt az újabb használatra. A kialakuló sóvárgás hasonló ahhoz az érzethez, amit az éhség idéz elő az étel után (Wise és Bozarth 1987). A droghasználat korai szakaszában a potenciális függő személynek, még úgy tűnik, van szabad választása, képes ellenállni a drog vonzó hatásának. Ennél az állomásnál döntő a genetikai adottság és a környezet hatása, ugyanis az ismételt droghasználatot bármelyik tényező elősegítheti, kikényszerítheti (Wise és Bozarth 1987). Az ismételt droghasználat hatására az idegrendszerben maradandó változások következnek be, kialakul a pszichikai illetve fizikai függőség és ezután már a folyamat csak nagyon nehezen fordítható vissza és általában a kialakult változások teljes mértékű visszaalakítása nem is lehetséges (Szutorisz és Hurd 2015).

Cannabis rendszer

Az első endogén cannabis receptor biokémiai sajátosságait Allyn Howlett laboratóriumában jellemezték 1988-ban (Devane és mtsai 1988). Felfedezésüket követően rövidesen megtörtént a receptor gén azonosítása (Matsuda és mtsai 1990), a cannabis receptorok eloszlásának feltérképezése a különböző agyi struktúrákban (Herkenham és mtsai 1990) és az első endocannabinoid, az anandamin azonosítása (Devane és mtsai 1992). Ezekkel a felfedezésekkel nyilvánvalóvá vált egy olyan endogén rendszer jelenléte szervezetünkben, amely cannabishoz hasonló molekulákat használ ingerületátvivő anyagként. Több típusú cannabis receptor van (CB1-3), közülük a CB1 típus felelős főleg a központi idegrendszeri hatásokért. Ezek a receptorok az idegrendszer gátló és serkentő neuronjainak is csökkenti az

ingerületátvivő anyag felszabadulását (Katona és mtsai 1999; 2001, Colizzi és mtsai 2016), különösen a hippocampus, amigdala, prefrontális cortex, nucleus accumbens területén (Debruyne és Le Boisselier 2015). Ez a rendszer nemcsak a cannabis hatás kialakítására szolgál, hanem számos fiziológiai folyamatot szabályoz szervezetünkben, köztük táplálkozási magatartásokat, kognitív funkciókat, félelmet, stressztűrő képességet és a fájdalom érzetet (Marsicano és mtsai 2002; Kathuria és mtsai 2003, Elphick 2012; Woodhams és mtsai 2015). Az endocannabinoid rendszerhez köthető eddig felfedezett funkciók azt mutatják, hogy az endocannabinoid rendszernek kritikus szerepe van az érzelmi reakciók kialakításában, és mivel az érzelmek alapvető meghatározói viselkedésünknek, emiatt az endocannabinoid rendszer viselkedésünk számos aspektusának fontos alakítója (Hill 2012).

A marihuána hatása és orvosi felhasználása

Marihuánának nevezik a *Cannabis sativa* nevű, kétlaki növény termős virágzatát kiszárított állapotban. Ezt sodorják cigarettává, sokszor dohánnyal keverve, ez a joint. A virágzatban több alkaloid található, ezek egyike a Δ^9-tetrahidrokannabinol, (THC), amely a fő pszichoaktív komponens, a CB1 receptorok kis affinitású parciális agonistája (Spaderna és mtsai 2013; Karlsen és mtsai 2014). A THC hangulat javító és stresszoldó hatását évszázadok óta ismerjük. Tartósabb használata, magasabb dózisai hipotermiát, analgéziát, katalepsziát okozhat. Hallucinációt ritkán figyelnek meg, bár a szenzoros működés megváltozhat. Előfordul a rövidtávú memória gyengülése, valamint a tér-idő érzékelés pontatlansága. Alacsony dózisnál, ha a beteggel egyszerűbb feladatokat próbálnak elvégeztetni, nem vehető észre számottevő hatás, magasabb dózisnál már igen. Szintén magas dózisnál figyeltek meg szorongást, nyugtalanságot, elszigetelődés érzést (Mechoulam, 2000). A rendszeres kannabisz használat kognitív veszteséggel jár, vagyis a fogyasztók esetében csökkent a figyelem fókuszálásának képessége és a verbális memória is. Vizsgálatukban szintén kimutatták, hogy bizonyos fokú esés tapasztalható az IQ értékében is a rendszeres fogyasztók esetében (Lisdahl és mtsai 2014). A marihuána a THC mellett egy másik cannabinoidot is tartalmaz a cannabidiolt (CBD). CBD a CB1 receptor antagonistájaként, illetve az endocannabinoid rendszer működését moduláló anyagként hatva megváltoztatja a THC hatását, csökkenti a paranoia kialakulását, a THC hatására bekövetkező memória romlást, szorongást (Sherif és mtsai 2016). A marihuána a humán gyógyításban is használatos, hányinger, émelygés és hányás ellen a kemoterápiával kezelt betegeknél, sclerosis multiplexnél pedig izomfájdalom, remegés, egyensúlyzavar kezelésére. Az USA-ban 1985-ben vezették be gyógyszerként Marinol néven, kemoterápia mellékhatásainak kezelésére, ill. AIDS-es betegek étvágyának javítására. Kanadában és az Egyesült Királyságban ezt a készítményt Nabilon néven anyakönyvezték (Stott és mtsai 2004).

Biofű hatása, biofű fogyasztás veszélyei

A biofű vagy szleng nevén herbál, olyan, kereskedelmi forgalomban elérhető pszichoaktív termék, mely egy vagy több szintetikus cannabinoidot tartalmaz. Legális szerként árulják, további összetevői (gyógynövények, egyéb növényi alkotórészeket, ízesítők stb) szerepe ismeretlen a hatás kialakításában, és ráadásul a legalitás megőrzése érdekében az összetétel folyamatosan változik (Spaderma és mtsai 2013). A szintetikus cannabinoidok a CB1-es receptorok erős hatású, teljes agonistái, sokszor 30-40-szer erősebben kötődnek a CB1 receptorhoz, mint a THC, és az egyéb adalékanyagok között lehetnek függőséget kialakító vegyületek, jellemzően benzodiazepinek, ópiátok (Dresen és mtsai 2010). A benzodiazepin típusú gyógyszerek szorongásoldók (Xanax, Seduxen, Dormicum), a központi idegrendszerben a gátló pályák aktivitását fokozzák, kis dózisban alig vagy nem álmosítanak. Fizikai és pszichés függőség egyaránt kialakul szedésük során (de las Cuevas és mtsai 2000). Ezen tények után nem szorul magyarázatra, miért nagyon veszélyes a biofű akár egyszeri használata. A szintetikus cannabinoidok hatása fedésben van a THC hatásaival, de általában nem tartalmaznak

CBD-szerű vegyületeket, emiatt a fiziológiai és pszichoaktív hatások sokkal erősebbek, sokkal többször fordul elő a szenzoros érzékelés olyan szintű megváltozása, amely már pszichózisra utal (Sherif és mtsai 2016). Előfordult a klinikumban agyvérzés, ájulás, akut veseelégtelenség, kardiogén sokk. A szintetikus cannabinoid mérgezésnél THC hatására is előforduló tünetek mellett (vérnyomás emelkedés, hányás, alacsony káliumszint), benzodiazepin és ópiát intoxikációra jellemző tünetek (nehézlégzés, fulladás, izombénulás) is megfigyelhetőek, és gyakori a hallucináció is (Baumeister és mtsai 2015). Nincs specifikus kezelés vagy antidotum a szintetikus cannabinoid mérgezésre, tüneti terápiában tudják csak részesíteni a beteget (Fattore, 2016).

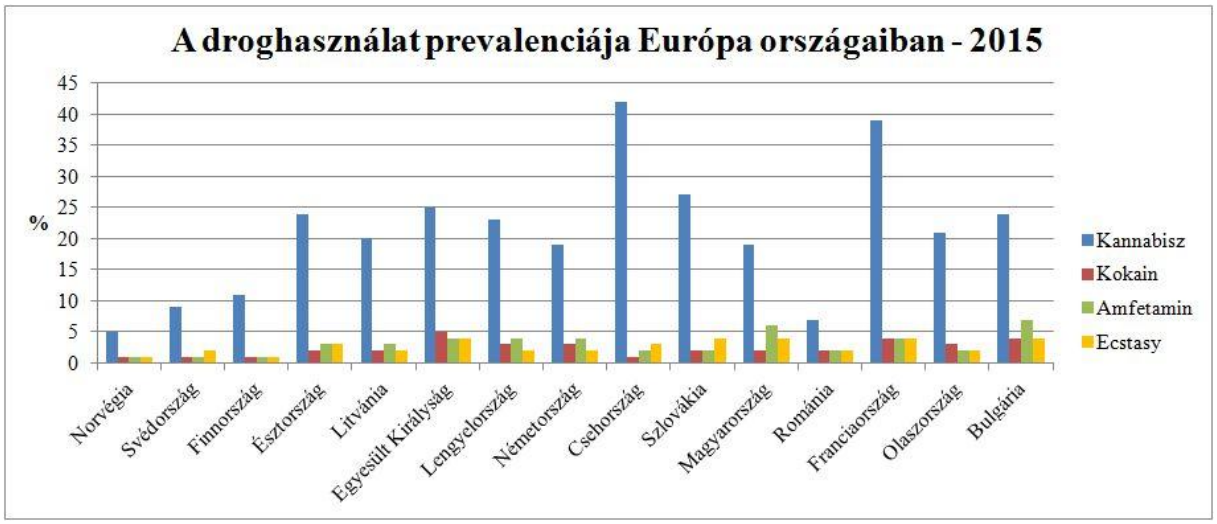
Fogyasztásra hajlamosító tényezők

Teljes populáción végzett számos vizsgálat megerősítette, hogy a cannabis használat és a szabálysértő viselkedés között általában nincs szoros kapcsolat (McGee és mtsai 2000), de ha a vizsgálatokat leszűkítjük a fiatalok körére, akkor már a rendszeres cannabis használat a bűnelkövetés kockázatát jelentősen növeli (Charbol és Saint-Martin 2009). Nagyon fontos a prevenció szempontjából a veszélyeztetett populáció felismerése. Problémás cannabis használat kialakulhat biológiai, pszichológiai és szociális okok miatt is (Chabrol és mtsai 2006). Az első és részben a második csoportnál a cannabis használat káros következményeinek (pszichózis, skizofrenoid tünetek) gyors kialakulása a várható, míg az utolsó csoportot a droghasználat kárpótolja családjuk és környezetük negatív hatásaiért vagy egyszerűen életük sivárságáért (Chabrol és mtsai 2006), emiatt náluk a szerhasználat korábban kezdődik és nagyobb valószinűséggel válik tartóssá (Brodbeck és mtsai 2007). Egyes pszichopatológiai jellemzők egyrészt elősegíthetik a függőség kialakulását, másrészt a droghasználat előidézheti a genetikai hajlam kifejeződését. A gyermekkori figyelemhiányos hiperaktivitás szindróma például jelentős rizikófaktor a függőség kialakulásánál (Brodbeck és mtsai 2007), másrészt a skizofrénia kialakulását elősegíti a droghasználat (García Montes és mtsai 2013). Cannabis hatására kialakuló problémák ritkábbak azoknál, akik csak a társaság kedvéért fogyasztjanak cannabist, mint azok között akik cannabis-szal a mindennapi élethelyzetekkel való megküzdési nehézségeiket akarják kompenzálni (Brodbeck és mtsai 2007).

Drogfogyasztással kapcsolatos tendenciák, prevenció szerepe

Az USA-ban végeztek egy nagy mintaszámot érintő vizsgálatot. 1976-tól 1996-ig vizsgálták a végzős középiskolásokat, illetve 1991-től 1996-ig 8. és 10. évfolyamos diákokat is. (Bachmann és mtsai 1998). Megkérdezték őket jegyeikről, igazolatlan hiányzásaikról, esetleges részmunkaidejű fizetett elfoglaltságukról, jövedelmükről, vallási és politikai irányultságukról, az otthonon kívül töltött esték számáról. 1976-tól kissé nőtt a droghasználók száma 2 évig, majd 1992-ig csökkent. Ezzel jól korrelál a drogot elutasítók száma. 1992 után viszont emelkedett a droghasználók száma, ennek okát nem tudták visszavezetni a kérdőív kérdéseire, vagyis nem találtak olyan tényezőt, mely megmagyarázta volna az 1992-ig történő csökkenés és az azt követő növekedést. Ezért arra a következtetésre jutottak, hogy a drogokkal szembeni attitűd, vagyis a használat elutasítása, a használattal járó kockázat helyes észlelése okozta az átmeneti csökkenést és nyilván ennek a folyamatnak az ellentéte a drogfogyasztók számának emelkedését. Az 1980-as években a marihuána használat csökkenése miatt a kormány, az oktatási intézmények, a média és maguk a családok is abban a hitben voltak, mely szerint, ha csökken a függők száma, a probléma véglegesen megszűnik. Azóta számos vizsgálat megerősítette, hogy az úgynevezett parti droghasználat elfogadottságának növekedésével párhuzamosan nemcsak az eseti, hanem a tartós droghasználat is emelkedik (García Montes és mtsai 2013) Véleményem szerint pontosan ezek az adatok bizonyítják, hogy a helyes prevenció, a veszélyek realisztikus és hihető bemutatása igenis használ és legfőképpen állandó feladata kellene, hogy legyen a kormánynak, közoktatási intézményeknek, pedagógusoknak, médiának

és nem utolsósorban a szülőknek. A Nemzeti Kábítószer Adatgyűjtő és Kapcsolattartó Központ 2011-es adatai (http://drogfokuszpont.hu/szakteruleteink/populacios-vizsgalatok/populacios-vizsgalatok-tenyek-es-szamok) alapján a magyar 16 éves fiatalok 24,9%-a fogyasztott már életében droghasználati céllal valamilyen tiltott szert. A lefoglalt kábítószerek tekintetében messze vezet a marihuána (marihuána termékek és a cannabis növény), valamint a növényi anyagok szintetikus cannabinoidokkal. Ezt támasztja alá az EMCDDA jelentése alapján készült grafikon, melyen jelentős mértékben vezetnek a fogyasztott drogok között a cannabisz származékok (1. ábra)



1. ábra A cannabis származékok használata a legnagyobb mértékű az összes európai orszában (http://www.emcdda.europa.eu/countries/prevalence-maps adatai alapján)

A prevenció hazai helyzete

A Drogfókuszpont két részre bontja a prevenciót, általános prevencióra, mely a populáció összességének szól és a drog- és alkoholfogyasztás megjelenését kívánják megelőzni, illetve a célzott prevenció, mely csak a populáció veszélyeztetett csoportjaira irányul, pl. fiatalkori bűnelkövetők, iskolából kimaradók, stb. http://drogfokuszpont.hu/szakteruleteink/prevencio/.
Az általános drogprevenció színtere az oktatási intézmény. A programok egy része a diákoknak szól, a másik rész a pedagógusoknak. A tanulóknál elsősorban a droggal kapcsolatos ismeretek terjesztése és a droggal kapcsolatos szociális készségek, kortárscsoport negatív hatásának ellensúlyozása, egyéb segítő pszichés stratégiák ismertetése a cél. Ez a típusú prevenció akkor hatásos, ha vannak megfelelő szakemberek a feladat ellátására és ők rendszeresen eljuthatnak a célközönséghez. Paksi Borbála „A drogprevenció hazai helyzete a kutatási adatok tükrében" című cikkében (http://drogfokuszpont.hu/szakteruleteink/prevencio/prevencio-kapcsolodo-dokumentumok/) arról számol be, hogy az iskolai prevenció nem minden iskolában hozzáférhető, a külsős szakembereket sok esetben be sem engedik az iskolákba. Az intézmények motiválatlanok, a problémát takargatják és letagadják, mert úgy érzik, hogyha az iskolában drogprevenció folyik, akkor nyilvánvalóvá válik, hogy ott drogosok vannak.

Összegzés

A droghasználat az utóbbi években jelentősen átrendeződött, egyre magasabb arányú a cannabis és a cannabinoidok használata. A cannabinoidok mesterséges CB1 receptor agonisták sokszor amfetamin, benzodiazepin, ópiát származékokkal és egyéb ismeretlen hatású adalékanyagokkal keverve. A cannabinoidok olcsón és könnyen beszerezhetőek, és használatuk gyakrabban vezet maradandó károsodáshoz, akutt mérgezéshez, mint a klasszikus drogok

használata. Zacher Gábor toxikológus szerint a ezek az új szerek több szempontból is veszélyesebbek mint a klasszikus drogok, amelyeknél a szakemberek azonosítani tudják, hogy mit fogyasztott a beteg, és ezért a megfelelő ellenszerek terápiák kiválasztása jóval egyszerűbb. A designer drogoknál sokszor a díler sem tudja, mit ad el, egy szerencsétlen kombináció egyszeri fogyasztása is halált vagy maradandó egészségkárosodást okozhat, nem beszélve a pszichés és testi függőség kialakulásáról. Különösen veszélyeztetettek a fiatalok, közülük is azok akik genetikai okok miatt hajlamosabbak a pszichózisra, skizofrenoid tünetekre, illetve azok, akik akár szociális akár pszichikai okok miatt a drogoktól várnak segítséget ahhoz, hogy problémáikkal megbirkózzanak.

Felhasznált irodalom

1. Bachmann JG, Johnston LD,O'Malley PM (1998) Explaining Recent Increases in Students' Marijuana Use: Impacts of Perceived Risks and Disapproval, 1976 through 1996 American Journal of Public Health 88. évf. 6.sz. pp.887-892
2. Baumeister D, Tojo LM, Tracy DK (2015) Legal highs: staying on top of the flood of novel psychoactive substances. Ther Adv Psychopharmacol. 5. évf./2. pp. 97-132.
3. Brodbeck J, Matter M, Page J, Moggi F (2007) Motives for cannabis use as a moderator variable of distress amongyoung adults. Addict. Behav. 32. évf. pp. 1537-1545.
4. Chabrol H, Saint-Martin C (2009) Cannabis use and delinquent behaviours in high-school students. Addict. Behav. 34. évf. pp187-189.
5. Chabrol H, Chauchard E, Mabila JD, Mantoulan R, Adèle A, Rousseau A (2006) Contributions of social influences and expectations of use to cannabis use in high-school students. Addict Behav. 31. évf./11. pp. 2116-9.
6. Colizzi M, McGuire P, Pertwee RG, Bhattacharyya S. (2016) Effect of cannabis on glutamate signalling in the brain: A systematic review of human and animal evidence. Neurosci Biobehav Rev. 64. évf. pp. 359-381.
7. de las Cuevas C, Sanz EJ, de la Fuente JA, Padilla J, Berenguer JC (2000) The Severity of Dependence Scale (SDS) as screening test for benzodiazepine dependence: SDS validation study. Addiction 95. évf./2. pp. 245-50.
8. Debruyne D, Le Boisselier RE (2015) Emerging drugs of abuse: current perspectives on synthetic cannabinoids. Subst Abuse Rehabil. 20. évf./6 pp. 113-29.
9. Devane WA, Dysarz FA 3rd, Johnson MR, Melvin LS, Howlett AC (1988) Determination and characterization of a cannabinoid receptor in rat brain. Mol Pharmacol 34. évf. pp.605–613.
10. Devane WA, Hanus L, Breuer A, Pertwee RG, Stevenson LA, Griffin G, Gibson D, Mandelbaum A, Etinger A, Mechoulam R (1992) Isolation and structure of a brain constituent that binds to the cannabinoid receptor. Science 258. évf pp. 1946–1949.
11. Domino EF, Hardman HF, Seevers MH. (1971) Central nervous system actions of some synthetic tetrahydrocannabinol derivatives. Pharmacol Rev. 23. évf./4 pp. 317–336.
12. Dresen S, Ferreirós N, Pütz M, Westphal F, Zimmermann R, Auwärter V. (2010) Monitoring of herbal mixtures potentially containing synthetic cannabinoids as psychoactive compounds. J Mass Spectrom. 45. évf./10 pp. 1186-94.
13. Dumont GJ, Kramers C, Sweep FC, Touw DJ, van Hasselt JG, de Kam M, van Gerven JM, Buitelaar JK, Verkes RJ. (2009) Cannabis coadministration potentiates the effects of "ecstasy" on heart rate and temperature in humans. Clin Pharmacol Ther. 86. évf./2 pp. 160-6.
14. Elphick MR (2012) The evolution and comparative neurobiology of endocannabinoid signalling. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci. 367. évf/1607 pp. 3201-15.
15. Fattore L (2016) Synthetic Cannabinoids - Further evidence supporting the relationship between canabinoids and psychosis. Biol. Psychiatry. 79. évf. pp.539-548.

16. García Montes JM, Zaldívar Basurto F, Moreno Montoya M, Flores Cubos P (2013) Relationship between drug use and psychopathological variables of risk in university students. Psicothema 25. évf./4. pp. 433-9.
17. Herkenham M, Lynn AB, Little MD, Johnson MR, Melvin LS, de Costa BR, Rice KC (1990) Cannabinoid receptor localization in brain. Proc Natl Acad Sci U S A 87. évf. pp.1932–1936.
18. Hill MN (2012) Introduction to specil issue on stress, emotional behavior, and the endocanabinoid system: a decade of research. Neuroscience 204. évf. pp. 1-4.
19. Karlsen M, Liu H, Johansen JE, Hoff BH (2014) Molecules 19.sz. pp.13526-13540.
20. Kathuria S, Gaetani S, Fegley D, Valińo F, Duranti A, Tontini A, Mor M, Tarzia G, LaRana G, Caliganano A, Giustino A, Tattoli M, Palmery M, Cuomo V, Piomelli D (2003) Modulation of anxiety through blockade of anandamide hydrolysis. Nat Med 9. évf. pp.76–81.
21. Katona I, Sperlágh B, Sík A, Kőfalvi A, Vizi ES, Mackie K, Freund TF (1999) Presynaptically located CB1 cannabinoid receptors regulate GABA release from axon terminals of specific hippocampal interneurons. J Neurosci. 19. évf./11 pp. 4544-58.
22. Katona I, Rancz EA, Acsady L, Ledent C, Mackie K, Hajos N, Freund TF (2001) Distribution of CB1 cannabinoid receptors in the amygdala and their role in the control of GABAergic transmission. J Neurosci. 21. évf./23 pp. 9506-18.
23. Lisdahl KM, Wright NE, Medina-Kirchner C, Maple KE, Chollenbarger S (2014) Curr Addict Rep. 1.pp.144-156.
24. López-Moreno JA, González-Cuevas G, Moreno G, Navarro M (2008) The pharmacology of the endocannabinoid system: functional and structural interactions with other neurotransmitter systems and their repercussions in behavioral addiction. Addict Biol. 13. évf./2 pp. 160-87.
25. Marsicano G, Wotjak CT, Azad SC, Bisogno T, Rammes G, Cascio MG, Hermann H, Tang J, Hofmann C, Zieglgänsberger W, Di Marzo V, Lutz B (2002) The endogenous cannabinoid system controls extinction of aversive memories. Nature 418:530–534.
26. Matsuda LA, Lolait SJ, Brownstein MJ, Young AC, Bonner TI (1990) Structure of a cannabinoid receptor and functional expression of the cloned cDNA. Nature 346. évf. pp.561–564.
27. Mechoulam, 2000. A cannabis tale. Science Spectra 21.sz.pp.45-51.
28. McGee R, Williams S, Poulton R, Moffitt T (2000) A longitudinal study of cannabis use and mental health from adolescence to early adulthood. Addiction 95. évf. pp. 491-503.
29. Spaderna M, Addy PH, D'Souza DC (2013) Spicing things up: synthetic cannabinoids. Psychopharmacology (Berl). 228. évf./4 pp. 525-40
30. Sherif M, Radhakrishnan R, D'Souza DC, Ranganathan M (2016) Human Laboratory Studies on Cannabinoids and Psychosis. Biol Psychiatry. 79. évf./7 pp. 526-38.
31. Stott CG, Guy GW (2004) Euphytica 140. sz. pp.83-93.
32. Woodhams SG, Sagar DR, Burston JJ, Chapman V (2015) The role of the endocannabinoid system in pain. Handb Exp Pharmacol. 227. évf. pp. 119-43.
33. Szutorisz H, Hurd YL (2015) Epigenetic effects of Cannabis exposure. Biological Psychiatry 79.évf.pp.586-594

A HÉVÍZI-LEFOLYÓBÓL SZÁRMAZÓ *Nymphaea* POPULÁCIÓK LEVÉLSZÖVETTANI ELEMZÉSE

Dani Magdolna, Filinger Petra, Skribanek Anna

Nyugat-magyarországi Egyetem, Biológiai Intézet
9700 Szombathely, Károlyi Gáspár tér 4.
e-mail: dani.magdolna@nyme.hu

A Hévízi-tó és a lefolyó termálvize által létrehozott helyi éghajlati viszonyok jó életfeltételeket biztosítanak az őshonos *Nymphaea alba* mellett még jó néhány betelepített tündérrózsa faj és hibridjei számára. Egyes hibridfajok kiváló szaporodási stratégiával rendelkezve agresszíven terjeszkednek, veszélyeztetve ezzel más fajok életterét, így populációik tanulmányozása több szempontból időszerű kérdés napjainkban is.
Vizsgálataink célja, hogy kimutassuk, van-e összefüggés a kifolyó közvetlen közeléből és az egyre távolabbi helyszínekről származó *Nymphaea* levélminták szövettani felépítése és a víz egyre csökkenő hőmérséklete között. A levélmintákból készült keresztmetszeteken a paliszád sejtsorok számát, a szivacsos parenchimát, a szklereidák típusait és gyakoriságát, a sejt közötti járatokat, a szállítónyalábokat és a szilárdító szövet típusát tanulmányoztuk.

A KUVIK [*Athene noctua* (Scopoli, 1769)] GERINCES- ÉS ROVARTÁPLÁLÉK ÖSSZETÉTELE A KISKUNSÁGBAN

Hámori Dániel

Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Roth Gyula Erdészeti- és Vadgazdálkodási Tudományok Doktori Iskola
9400 Sopron, Ady Endre út 5.
e-mail: hamoridanielkoe@gmail.com

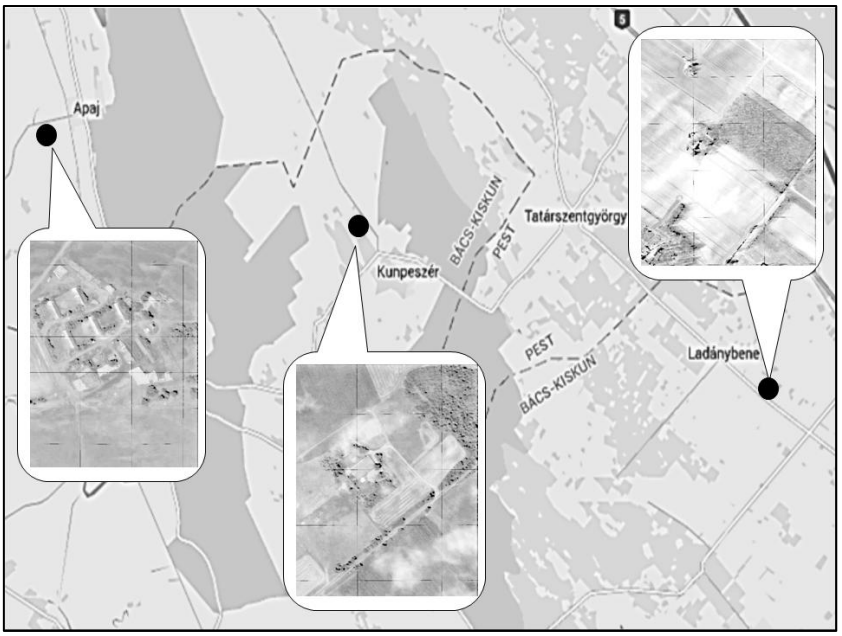
A vizsgálat célja egy közép-magyarországi alföldi, tanyavilági területen 2005-ben gyűjtött kuvik (*Athene noctua*) köpetanyagok utólagos kiértékelése, táplálék-spektrumának élőhelyi adottságokkal történő összevetése. A gyűjtött 661 köpetből 361 gerinces és 130 ízeltlábú zsákmány kiválogatása és meghatározása történt. A határozás alapján a kuvik táplálékösszetételét 40 rovar és 21 gerinces állatfaj alkotja a vizsgálati területen.
Kulcsszavak: kuvik, *Athene noctua*, táplálkozás, köpetelemzés, Magyarország

Bevezetés

A kuvik állománya számos európai országban csökkenő tendenciát mutat (Bird Life International 2015). A Magyarországon élő törzsalak (*Athene n. noctua*) állományváltozási trendje pontosan nem ismert, a közölt párszámok csak szakértői becsléseken alapulnak (Šálek et al. 2013). A feltételezett állomány 1500-4000 pár közötti lehet (Gorman 1995, Hadarics & Zalai 2008, BirdLife International 2015). Az állománycsökkenés felismerése révén a faj védelme és kutatása egyre nagyobb természetvédelmi prioritássá vált. A faj védelmét célzó stratégiák kialakításához elengedhetetlenek a részletes táplálkozásbiológiai vizsgálatok. Egyes szerzők már rámutattak, hogy az állománycsökkenések a táplálkozási lehetőségek szűkülésével összefüggésben állnak (Génot & Van Nieuwenhuyse 2002; Zmihorski et al. 2006; Thorup et al. 2010). A kuvik nagy elterjedési területe, valamint a változatos vadászati módja miatt, meglehetősen sokféle táplálékot fogyaszt (Angelici et al. 1997). Fő táplálékát kisemlősök és gerinctelenek alkotják, ezek mellett madarakat, ritkán kétéltűeket, hüllőket és halakat is zsákmányol (Glutz von Blotzheim & Bauer 1980). Az európai és közel-keleti köpetelemzésekből is kiderül, hogy többségében rovarokat fogyaszt, de táplálkozási szokásai horizontális és vertikális értelemben is eltérnek az egyes élőhelyeken (Obuch & Kristin 2004). Az egyetlen bagolyfaj, amely növényi táplálékot is fogyaszt (Lanszki 2006). A kuvik táplálkozási szokásairól Nyugat-Európában, a Földközi-tenger térségében és a Közel-Keleten már számos vizsgálatot végeztek (e.g. Alivizatos et al. 2005; Van Nieuwenhuyse et al. 2008). A kárpát-medencei kutatások e téren rendkívül hiányosak (Andrési és Sódor 1986, Lanszki 2006).

Anyag és módszer

A vizsgálat az észak-kiskunsági terület 3 ismert kuvik revírterületén zajlott, Apaj, Kunpeszér és Ladánybene települések vonzáskörzetében, a Kiskunsági-, valamint a Duna-Ipoly Nemzeti Park működési területén. Összesen 3 revír- és egyben köpetelő-körzetet (**1. ábra**) jelöltünk ki a területen: Petőfi juhhodályok-**Apaj** (1), 39-es odú-**Kunpeszér** (2), 57-es odú-**Ladánybene** (3)



1. ábra: Vizsgálati terület a kuvik revírekkel
Figure 1. Study area with the Little Owl territories

A kijelölt 3 revírben (körzet) összesen 8 gyűjtési ponton végeztük a gyűjtést 2005 februárjától 2005 szeptemberéig. Az első gyűjtéseket megelőzően a helyszíneken a korábbi köpetek eltávolítása megtörtént. A gyűjtőpontok a fészekaljakban felhalmozott köpetanyagok (2 esetben kihelyezett mesterséges kuvikodú), valamint az egyéb fellelt köpetelő helyek (eresz alatt, kémény mellett, pihenő és nappalozó helyen) voltak. A gyűjtött minták közül a fészekaljban felhalmozottak a legteljesebbek (tetőszerkezet alatti fészekalj, apaji és ladánybenei fészekodvak), hiszen ezek a fiókák kikelésétől az odúból történő kirepülésig az összes, a fiókák, és részben a szülők által egészében fogyasztott, valamint a csak széttépett zsákmányállatmaradványokat is tartalmazták. A körzetekben összességében 11 alkalommal gyűjtöttünk köpeteket (**1. táblázat**).

1. táblázat: A gyűjtött kuvik köpetanyagok összesítő táblázata
Table 1: Sampling sites and characteristics of the collected Little Owl pellets

Körzet *Site*	**Pontos helyszín** *Location*	**Gyűjtések száma** *Number of collection*	**Gyűjtés időszaka** *Date of collection*	**Gyűjtött köpetek száma** *Number of collected pellets*
(1) Apaj	***Tetőszerkezet alatti fészekalj és a közvetlen köpetelő pontok***	5	02.03-09.01.	221
(2) Kunpeszér	***Kihelyezett kuvikodúban felhalmozott anyag és a közvetlen köpetelő pontok***	3	02.03-09.01.	248
(3) Ladánybene	***Kihelyezett kuvikodúban felhalmozott anyag és a közvetlen köpetelő pontok***	3	02.03-09.01.	192

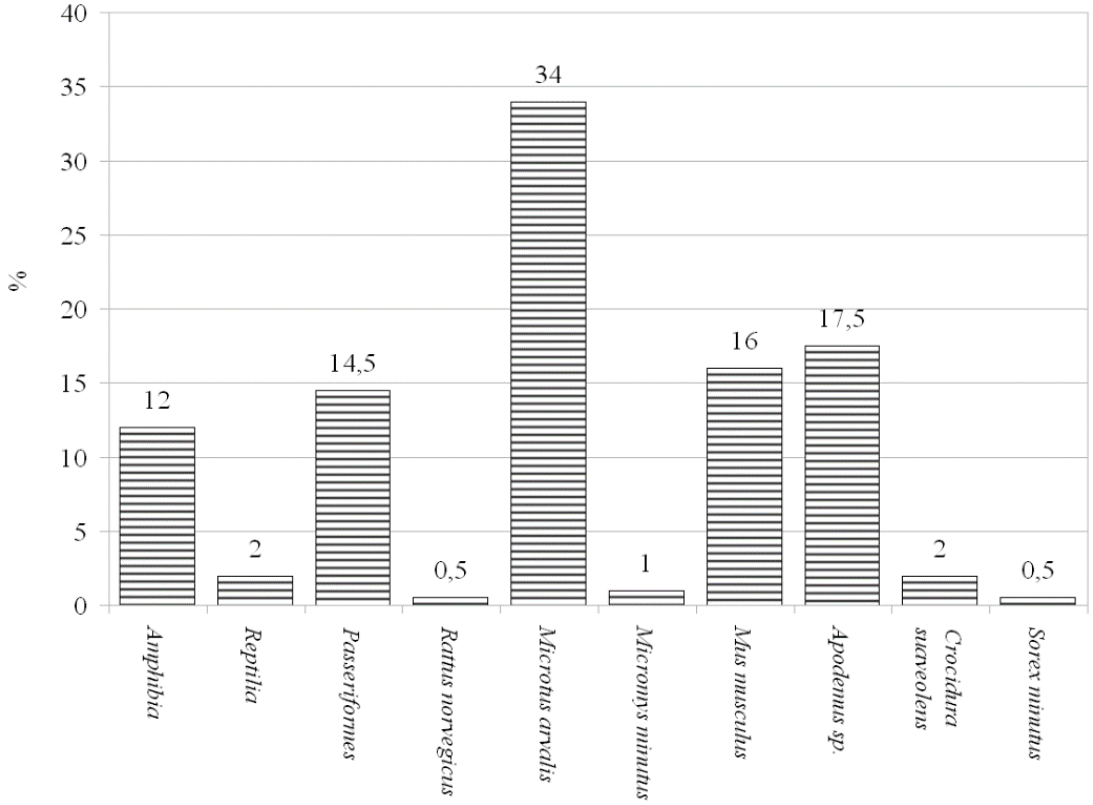
Az adatfeldolgozás összesen 661 köpetben talált 1712 táplálék elem értékelésén alapul. A táplálék-összetétel meghatározása standard köpetvizsgálattal, száraz technikával (Ruprecht et al. 1998), mikroszkóppal történt. Az ízeltlábúak erősen szklerotizált kutikula páncéljuk, valamint testrészeik, azok darabjainak alapján (Móczár 1969), a madarak tollazat és koponya (Brown et al. 1993), az emlősök koponya, állkapocs és fogazat alapján lettek azo-

nosítva (Marián és Schmidt 1967, März 1972, Ujhelyi 1989). A három körzet teljes gyűjtési anyagának a részletes vizsgálata megtörtént. Az elemzések során az egyes fajokhoz tartozó testrészekről digitális fényképeket készítettünk, ezzel is segítve a későbbi határozásokat.

Eredmények

A köpetanalízis eredményei – gerincesek

A gyűjtött 11 anyagban összesen 361 gerinces zsákmányállat-egyedet határoztam meg. A kijelölt 4 körzetben 2005. január-augusztus között gyűjtött minták elemzése alapján a következő eredményeket kaptam (**2. ábra**).

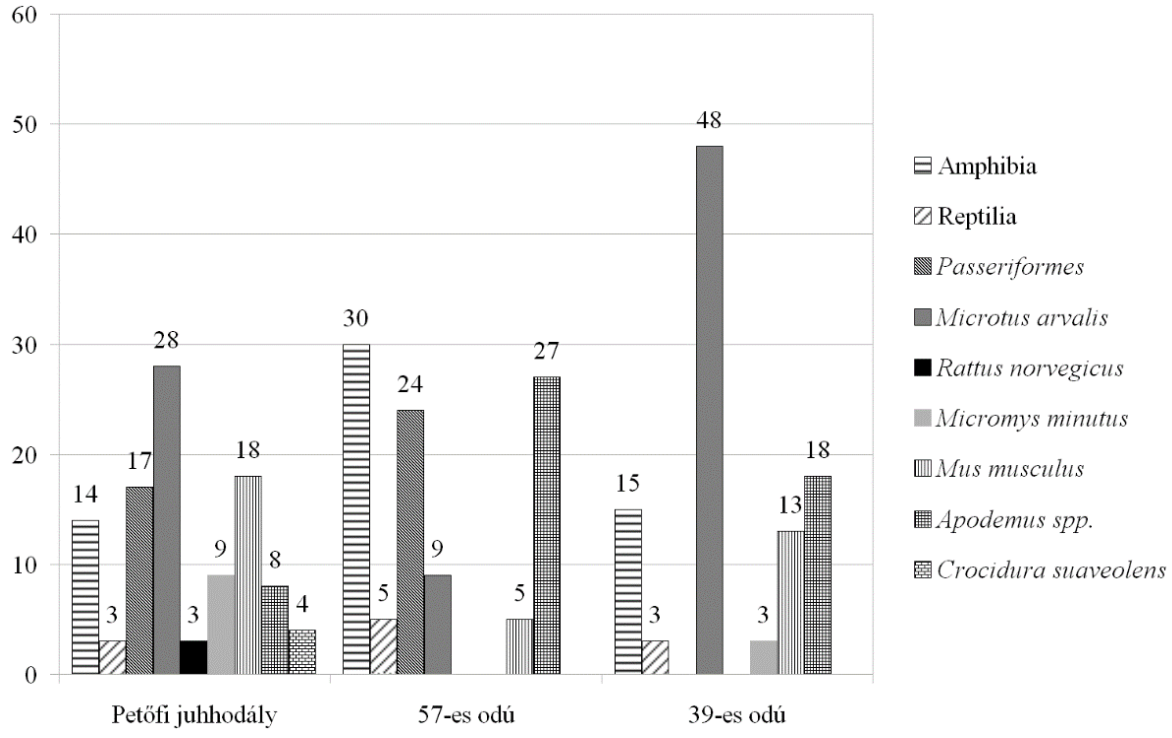


2. ábra: A kuvik gerinces zsákmányállatainak százalékos megoszlása (Apaj-Kunpeszér-Ladánybene, 2005. február-augusztus; 361 meghatározott egyed)
Figure 2. Proportion of vertebrate diet of Little Owls (Apaj-Kunpeszér-Ladánybene, period February-August 2005; 361 prey individuals)

Az egyes meghatározott fajok, illetve egyéb zsákmányállat-csoportok alapján egyértelműen látszik, hogy a vizsgált területen a kuvikok a mezei pockokat (*Microtus arvalis*) részesítették előnyben (34 %). Az elfogyasztott zsákmányállatok több mint harmadát e faj egyedei tették ki a mintaterületen. A további négy, 10 % fölötti értéket adó faj, illetve állatcsoport a következő: 17, 5 %-al az *Apodemus* fajok (elsősorban az *Apodemus sylvaticus*), 16 %-al a házi egerek (*Mus musculus*), 14,5 %-al az énekesmadarak (Passeridae), valamint 12 %-al a kétéltűek (Amphibia) szerepeltek. Az *Apodemus*-fajok nagy száma valószínűleg a gyűjtési helyek közvetlen közelében elhelyezkedő telepített erdőknek, illetve a bokros területeknek köszönhető.

A Petőfi juhhodályok (Apaj) tetőszerkezete közötti fészekaljban, valamint a 39. és 57. sz. odúkban, májustól augusztusig terjedő időszakban (elsősorban a fiókák által) felhalmozott csontmaradványok alapján e három, környezeti jellemzőiben eltérő helyszínek táplálkozási eredményeit hasonlítottam össze és összegeztem (**3. ábra**).

A diagramból jól kitűnik a kuvik egyes területeken való táplálékspecializálódása, illetve az egyes élőhelyek faji zsákmányállat-készlete, diverzitása. A kétéltűek esetében 30 %-os (a többi helyszínhez képest kétszeres) értéket az 57. sz. odú esetében tapasztalhatunk. Ez a már bemutatott környezeti feltételekkel, azaz a sűrűn épített pincés nyaralókkal (ásóbékák kiváló „rejtekhelyei"), valamint a telepített erdők és kezeletlen területek nagy arányával, az ennek köszönhető vélhetően alacsony kisemlős-állománnyal magyarázható.



3. ábra: Fészekaljakban felhalmozott zsákmányállat-maradványok taxononkénti megoszlása az egyes költőhelyeken
Figure 3. Proportion of prey remnants found in the nests in the studied sites

Mezei pockokat 48 %-os arányban a 39. sz. odúban költő család fogyasztott. Ez a nagy legelő-, valamint folyamatosan kaszált gyepterületeknek, a Petőfi juhhodályok fészekaljának esetében kapott 28 %-os érték pedig a jelentős nagyságú birkalegelőknek tudható be. A házi egerek 18%-os arányban estek áldozatul a kuvikoknak a Petőfi juhhodályoknál, minden bizonnyal a folyamatos állattartásnak és az azok téli táplálásához szükséges takarmánytárolóknak, trágya-lerakatoknak köszönhetően. Az *Apodemus*-fajok fogyasztása is az 57. sz. odú esetében volt jelentős (27 %) a revírben elhelyezkedő telepített erdőknek, valamint a parlagon hagyott élőhelyeknek köszönhetően. A többi faj egyedeinek elejtésére csak néhány estben került sor.

A köpetanalízis eredményei – ízeltlábúak

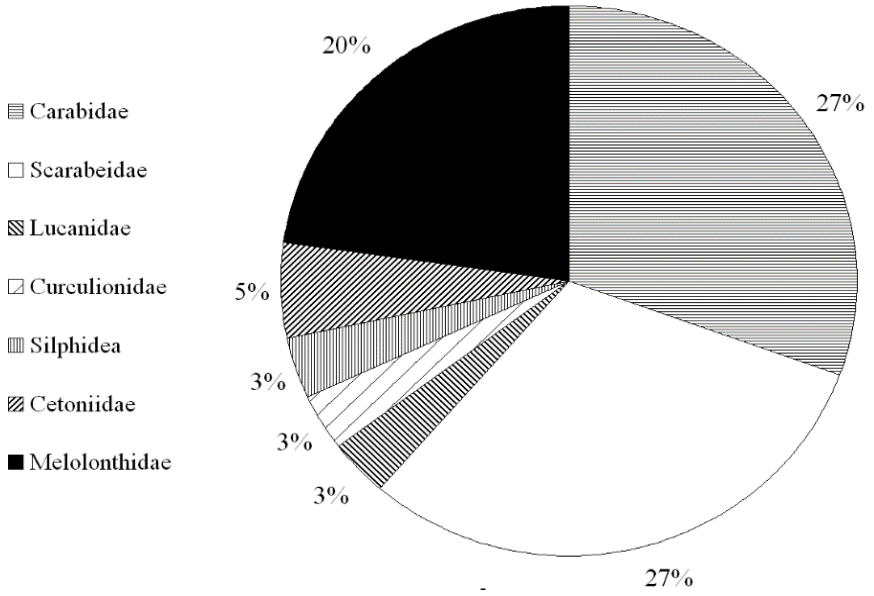
Az egyes köpetanyagokban meghatározott rovarfajokat a **2. táblázat**ban foglalom össze. A 3 vizsgált anyagban a legnagyobb egyedszámban kimutatott rovarfaj a butabogár (*Pentodon idiota*), a zöld lombszöcske (*Tettigonia viridissima*), valamint az erdei cserebogár (*Melolontha hippocastani*) volt, melyek a kuvik széles rovartáplálék spektrumát jellemzik. Az elemzett anyagokban meghatározott fajok megfelelően tükrözik az adott köpetgyűjtési körzet természeti adottságait (pl. lótetű a Petőfi juhhodályoknál; gabonafutrinka, ganéjbogár, aranyos bábrabló a 39-es odú esetében; zömökfutrinka, gyalogormányos az 57-es odú esetében).

2. táblázat: A vizsgált körzetek kuvik-köpetanyagából meghatározott ízeltlábúak
Table 2. Arthropods identifeid in Little Owl pellets collected in the study sites

	Petőfi juhhodályok	39. sz. odú	57. sz. odú
BOGARAK - COLEOPTERA	***33***	***34***	***34***
Csíkbogárfélék (Dytiscidae)	**1**		
Futóbogárfélék (Carabidae)	**8**	**12**	**7**
Dögbogárfélék (Silphidae)		**2**	**1**
Szarvasbogárfélék (Lucanidae)		**3**	
Sutabogárfélék (Histeridae)	**2**		
Álganajtúró-félék (Geotrupidae)	**1**	**1**	
Ganéjtúrófélék (Scarabaeidae)	**18**	**6**	**3**
Cserebogárfélék (Melolonthidae)			**20**
Gyászbogárfélék (Tenebrionidae)	**1**		
Levélbogárfélék (Chrysomelidae)	**1**	**2**	
Virágbogárfélék (Cetoniidae)		**3**	**2**
Szipolyfélék (Rutelidae)		**1**	
Pattanóbogár-félék (Elateridae)		**2**	
Cincérfélék (Cerambycidae)		**1**	
Ormányosbogár-félék (Curculionidae)	**1**	**1**	**1**
EGYENESSZÁRNYÚAK (ORTHOPTERA)	***12***	***15***	***2***

A hazai források szerint a kuvik nyáron sok rovart zsákmányol, amelyek túlnyomó többsége a ganajtúrófélék *(Scarabeidae*) családjába tartozik (Schmidt 1998). A vizsgálataink alapján megállapítottuk, hogy a kuvik nem minden élőhelyen használja ki ezt a táplálékforrást. A bogarak rendjére vonatkozó elemzéseket és kiértékeléseket összesítő diagramból (**4. ábra**) kitűnik, hogy a *Scarabeidae* család tagjainak zsákmányul ejtésével teljesen azonos mértékű volt a *Carabidae* család fajainak fogyasztása is (27-27 %). E mellett 20 %-os arányt ért el a Cserebogárfélék (*Melolonthidae*) aránya is.

Összességében tehát megállapítható, hogy a gyűjtött minták alapján a *Scarabeidae* család képviselői csak a kuvik által fogyasztott rovaregyedek mintegy harmadát teszik ki a gyűjtött és elemzett minták alapján.



4. ábra: A Coleoptera rend családok szerinti összesített megoszlása az elemzett táplálékmaradványok alapján
Figure 4. Proportion of Coleoptera families based on the total prey remnant material analyzed

Az *Orthoptera* renden belül – a csekély fajszámnak köszönhetően – kizárólag faji szintű elkülönítést tettünk. Az *Orthoptera* renden belüli zsákmányfajok közül 68 %-os arányban a zöld lombszöcske (*Tettigonia viridissima*), 24 %-os mértékben a lótetű (*Gryllotalpa vulgaris*) szerepel. E két faj is jól jellemzi a kuvik kedvelt vadászterületeit, a legelőket és a Kiskunságban elsősorban a juhokat tartó telepeket.

A köpetanalízis rovartani adatai kiválóan tükrözik az adott revírterülethez tartozó élőhely diverzitását, az elemzések tehát részbeni indirekt rovartani (*Scarabeidae, Melolonthidae, Carabidae,* Orthoptera) monitorozásra alkalmasak a kuvik táplálékperifériájának vonatkozásában. A hazánk alföldi területén elsőként végzett táplálkozás-biológiai vizsgálatok eredményei mellett a Nyugat-Palearktikumban a kuvik-köpetekben 11 új rovarfaj került meghatározásra: *Calosoma auropunctatum, Harpalus hirtipes, Harpalus tardus, Zabrus spinipes, Paralister purpurascens, Odonteus armiger, Phytodecta fornicata, Melanotus punctolineatus, Plagionotus floralis, Otiorhynchus ligustici, Psalidium maxillosum.*

Megvitatás

A gyűjtött köpetek analízise alapján megállapítható, hogy a Kiskunságban élő kisemlősök a kuvikok számára nem elsődleges táplálkozási forrást jelentenek, szemben az északeurópai hasonló vizsgálatok eredményeivel (Van Nieuwenhuyse et al. 2008). Meghatározott prédaszámuk viszont alacsonyabb az ízeltlábúakhoz képest, ez a dél-európai területek eredményeivel mutat hasonlóságot (Angelici et al. 1997). A kuvikok kisemlős-táplálékát zömmel pocok- és egérfélék alkották, hasonlóan Marián és Schmidt (1967), valamint Greschik (1911) eredményeihez. Leggyakoribb táplálékfaj a nyílt területeken mozgó mezei pocok volt. Ezen faj fogyasztása mezőgazdasági szempontból is fontos lehet, hiszen a kuvik így a faj gradációjának felfutását megakadályozó fontos szereplő lehet. A hazai források szerint a kuvik nyáron sok rovart zsákmányol, amelyek túlnyomó többsége a ganajtúrófélék *(Scarabeidae*) családjába tartozik (Schmidt 1998). Az rovartani szempontú vizsgálat alapján megállapítható, hogy a kuvik nem minden élőhelyen használja ki ezt a táplálékforrást. A *Scarabeidae* és a Cserebogárfélék (*Melolonthidae*) család tagjainak zsákmányul ejtésével teljesen azonos mértékű a Futóbogárfélék (*Carabidae*) család fajainak fogyasztása is. További új eredmény, hogy az *Orthoptera* renden belüli zsákmányfajok közül 68 %-os arányban a zöld lombszöcske, 24 %-os mértékben a lótetű szerepelt, melyek jól indikálják a kuvik potenciális alföldi, tanyavilági, állattartó telepekhez közeli élőhelyeit. Mind e mellett a kuvik, a gyöngybagolyhoz hasonló kismelős-faunisztikai vizsgálatra, vagy indirekt monitorozásra kevésbé alkalmas faj (Marián és Schmidt 1967; Horváth 1998), a bemutatott eredmények is igazolják, hogy emlős tápláléka nem kifejezetten változatos. Az erdei fajok gyakori fogyasztása Popescu (1986) megállapítását támasztja alá, mely szerint a kuvik vadászata éppúgy sikeres az erdőben, mint a nyílt területen.

Európa középső területeitől a mediterrán régió felé haladva, a kuvik étrendjében nő a rovartáplálék aránya (Mikkola 1983). A jelen vizsgálat eredménye összhangban áll ezzel a tendenciával. A kuvik táplálékában összességében a gerinctelenek domináltak, de meg sem közelítették a Közép- (Génot & Van Nieuwenhuyse 2002) és Dél-Európában (Moschetti & Mancini 1993) ismeretes 90%-fölötti értékeket.

Összefoglalás

Az elvégzett elemzések alapján a *Coleoptera* renden belül 37, az *Orthoptera* renden belül 3 faj, azaz összesen 40 rovarfaj került elő a táplálékmintákból. A gerincesekre és gerinctelenekre vonatkozó vizsgálatok szerint a területen élő kuvikok táplálékspektrumát – a gyűjtött és elemzett 3 revírterület mintaanyaga alapján – hozzávetőlegesen tehát 40 rovar és 21 gerinces állatfaj alkotja. A kuvik táplálék-összetétele tehát attól függően alakul, hogy a revírjében milyen diverzitású élőhelyek találhatók, illetve hogyan alakul a földhasználat.

Megállapítható, hogy kuvikköpet-elemzések részbeni indirekt rovartani monitorozásra alkalmasak a jellemzően fogyasztott rovarcsaládok tekintetében.

Mindezek alapján megállapítható, hogy a kuvik táplálkozási szokásai nem merevek, hanem képes az adott élőhelynek megfelelő zsákmányállat-fajok kínálatához rugalmasan alkalmazkodni, táplálkozását ökológiai plaszticitás jellemzi.

Köszönetnyilvánítás

Hálásan köszönöm Dr. Winkler Dániel András és Dr. Traser György útmutatásait, valamint a rovartani elemzésekben és értékelésekben nyújtott segítségüket, Dr. Szél Győző rovarok meghatározásában nyújtott segítségét, illetve a Magyarországi Kuvik Oltalmi Egyesület tagjainak terepi munkáját és segítségét!

Felhasznált irodalom

Alivizatos, H., Goutner, V. & Zogaris, S. (2005): Contribution to the study of the diet of four owl species (Aves, Strigiformes) from mainland and inland areas of Greece. Belgian Journal of Zoology 135: 109–118.

Andrési P. és Sódor M. (1986): Adatok fészkelő bagolyfajaink táplálkozásökológiájához. A Magyar Madártani Egyesület II. Tudományos Ülése, Szeged. p. 293–300.

Angelici, F.M., Latella, L., Luiselli, L. & Riga, F. (1997): The summer diet of the Little Owl (*Athene noctua*) on the Island of Astipalaia (Dodecanese, Greece). Journal of Raptor Research 3: 280–282.

BirdLife International (2015): *Athene noctua*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015: Downloaded on 28 January 2016.

Brown, R., Ferguson, J., Lawrence, M., & Lees, D. (1993): Federn, Spuren und Zeichen der Vögel Europas: Ein Feldführer. Aula- Verlag Wiesbaden.

Génot, J-C. & Van Nieuwenhuyse, D. (2002): Little Owl *Athene noctua*. Birds of Western Palearctic Update, 4: 35–63.

Glutz von Blotzheim, U. & Bauer, K. (1980): Handbuch der Vögel Mitteleuropas, Band 9. Wiesbaden, p. 242–245.

Gorman G. (1995): The status of owls (Strigiformes) in Hungary. Buteo 7: 95-108.

Greschik J. (1911): Hazai ragadozó madaraink gyomor és köpettartalom-vizsgálata II. Baglyok. Aquila 18 (1-4): 141–149.

Hadarics T., és Zalai T. (2008): Nomenclator Avium Hungariae [An annotated list of the birds of Hungary]. MME, Budapest

Horváth Gy. (1998): Kisemlős (Mammalia) faunisztikai vizsgálatok a gyöngybagoly (*Tyto alba*) köpetanalízise alapján a Dráva mentén (1995-1997). Dunántúli Dolgozatok Természettudományi Sorozat 9: 475-488.

Lanszki J. (2006): A kuvik (*Athene noctua*) táplálék-összetétele egy Somogy megyei külvárosi élőhelyen. Natura Somogyiensis 9: 315–324.

Marián M. és Schmidt E. (1967): Adatok a kuvik (*Athene noctua* [Scop.]) gerinces táplálékának ismeretéhez Magyarországon. Móra Ferenc Múzeum Évkönyve, 1: 271–275.

März, R. (1972): Gewöll- und Rupfungskunde. Akademie Verlag, Berlin.

Mikkola H. (1983): Owls of Europe. T. & A.D. Poyser, Staffordshire: 397 pp.

Móczár L. (1969): Állathatározó I-II. Tankönyvkiadó, Budapest.

Moschetti, G., & Mancini, D. (1993): Dieta della Civetta *Athene noctua* (Scopoli) e sue variazioni stagionali in un parco urbano in ambiente mediterraneo. Uccelli d'Italia, 18: 3-12.

Obuch, J. & Kristin, A. (2004): Prey composition of the Little Owl Athene noctua in an arid zone (Egypt, Syria, Iran). *Folia Zoologica* 53: 65–79.

Popescu, A., Nitu, E. & Negrea, I. (1986): Insects, an important component part of the food of the Little Owl (*Athene noctua noctua* Scop.) in summer time. Analele Universitatii Bucuresti, Biologie. Anul 35: 17-20.

Ruprecht, A.L., Szwagrzak, A. & Kosciow, R. (1998): Analysis of Owl pellets from the Puszcza Notecka forest complex (W Poland). Badania Fizjograficzne Polski Zachodniej, sectio C 45: 82–103.

Šálek, M., Chrenkova, M. & Kipson, M. (2013): High population density of Little owl (*Athene noctua*) in Hortobagy National Park, Hungary, Central Europe. Polish Journal of Ecology 61:165-169.

Schmidt E. (1998): Kuvik. In: Haraszthy L. (szerk.): Magyarország madarai. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 218-219.

Thorup K., Sunde P., Jacobsen L.B. & Rahbek C. (2010): Breeding season food limitation drives population decline of Little Owl *Athene noctua* in Denmark. Ibis, 152: 803– 814.

Ujhelyi, P. (1989): A magyarországi vadon élő emlősállatok határozója. (Küllemi és csonttani bélyegek alapján). A Magyar Madártani Egyesület Kiadványa, Budapest.

Van Nieuwenhuyse, D., Genot, J. C. & Johnson, D. H. (eds.) (2008): The little owl: conservation, ecology and behavior of *Athene noctua*. Cambridge University Press, The Edinburgh Building, Shaftesbury Road, Cambridge.

Zmihorski, M., Altenburg-Bacia, D., Romanowski, J., Kowalski, M. & Osojca, G. (2006): Long-term decline of Little Owl (*Athene noctua* Scop., 1769) in central Poland. Polish Journal of Ecology 54: 321–324.

A GENETIKA LEHETŐSÉGEI A SZLOVÁKIAI ROMÁK EREDETÉNEK MEGHATÁROZÁSÁBAN
The Possibilities of Genetics in the Determination of the Origin of the Slovakian Romanies

Nagy Melinda

Selye János Egyetem, Tanárképző Kar, Biológia Tanszék
Bratislavská cesta 3322, 94501 Komárno, Szlovákia
e-mail:nagym@ujs.sk

Absztrakt:
Unrelated males were investigated from three endogamous Eastern Slovakian Romani populations. By comprehensive language studies it was demonstrated that the Romanies originally came from Northwest India (Punjab, Rajastan, Uttar Pradesh and Haryana). The origin of Romanies from two chosen populations, living in this region in India – Jat Sikhs from Punjab and Jats of Haryana from Haryana – was not supported based on their haplotypes, but matches were observed with other Indian (Malbar and Malaysian Indian) populations.
Key words: Romanies, origin, Y-STR, India, Slovakia

Bevezetés

A romák történelméről kevés autentikus információ áll rendelkezésünkre, mivel ők más európai népekkel ellentétben nem készítettek feljegyzéseket saját magukról – nem írtak történelmet. Amit a múltjukról tudunk, azt általában a környező népek jegyezték fel. Ezek a népek viszont kívülállóként szemlélték őket, és gyakran betolakodókként néztek rájuk. Ez a negatív hozzáállás nyilvánvaló az írott anyagokból. Nem a romák érdekelték őket, hanem azok a veszélyek, melyekkel érkezésük és jelenlétük fenyegetett. Nem a kultúrájukat és eredményeiket kívánták feljegyezni az utókor számára – mint azt saját maguk esetében tették, hanem néhány kivételtől eltekintve a lehető leggyorsabban vissza akarták küldeni őket oda, ahonnan jöttek. De hogy honnan jöttek? Hat azt senki nem tudta. Talán Egyiptomból, vagy méginkább Kis-Egyiptomból, ahogyan saját maguk állítása szerint több helyen feljegyezték róluk. Senki nem kételkedett Kis-Egyiptom létezésében, mert Egyiptomot mindenki ismerte. A romáknak persze nem állt érdekében elmondani, még ha tudták volna is, az őshaza nevét.

Kis-Egyiptomot máig nem találták meg. Néhány évtizede pedig egyre-másra kerültek nyilvánosságra a romák indiai származását alátámasztó adatok. Ennek tudatában már egyre kevésbé csodálkozunk saját feljegyzéseik hiányán, hiszen India régmúlt történelmét szintén nem írásos emlékekből ismerjük, hanem a szájhagyomány útján terjedt dalokból, regékből és a fennmaradt képzőművészeti és építészeti alkotásokból.

A kutatás előzményei

Tudományos hozzáállás a romák származásának kutatásához csak a 18. századtól tapasztalható. 1763-ban jelent meg a Wiener Anzeigenben egy cikk Székely von Dobótól, aki Vályi István, a roma szavakkal kapcsolatos tapasztalatait tárta az olvasók elé. (Nagy 2002)

A téma kutatása újra fellendült, mikor a lingvisztikai kutatások mellett más módszerekkel is lehetőség nyílt a vizsgálódásra. A populáció származását illetően a vércsoportok földrajzi előfordulásának vizsgálatával próbálkoztak. A romák között gyakori a B vércsoport, ami megfelel az Indiában előforduló gyakoriságnak. A vércsoportok tanulmányozásával foglakoztak Gáliková és mts. (1969), Beneš (1974) és Bernasovský (1994). A két irányzat (lingvisztika és

serológiai) eredményeinek összegzésével a romák „őshazájaként“ leginkább Északnyugat-India államai jöhetnek számításba: Panjab, Rajasthan, Uttar Pradesh és Haryana. (Nagy 2002)

Tehát a romák őseit és rokonait a ma is ott élő populációk között próbáltuk megtalálni.

A minta jellemzése

Szlovákiában feltételezések szerint körülbelül 450 000 roma él. Két nagy csoportra osztha-tók. A „frissen-letelepült” romákhoz azokat soroljuk, akik csak a II. világháború után telepedtek le – például az oláhcigányok. Legtöbben viszont az un. „régen-letelepült” romákhoz tartoznak, akik már a 18. századtól felhagytak a vándorló életmóddal. Ők a kárpáti romák.

A kárpáti romák többnyire a roma (romani) nyelvet beszélik, melybe a helyi többségi lakosság (szlovák, vagy magyar) számos szavát integrálták. Megélhetőségük eredetileg a mezőgazdasági alkalmi munka volt, a legelterjedtebb mesterségük pedig a kovácsmesterség, melynek ismeretét valószínűleg még Indiából hozták magukkal. Elsősorban a hulladékfémek feldolgozására szakosodtak, ami különösen a szegényebb rétegekhez tartozó többségi lakosság számára volt fontos. Ezekből szöget, patkót, láncot, kapát és vasalatokat készítettek. Fontos bevételi forrásuk volt a zenélés is. A 19. és 20 század fordulóján egy speciális rétegük is alakult ki, az un. „muzsikus-cigányok”, akik elsősorban kávéházakban, de akár az arisztokrácia udvaraiban is zenéltek. A többiek jellemző foglalkozása a régiség-, ékszer- és használtcikk-kereskedelem volt, vagy a vályogvetés. Ma, akik 1989 után nem vesztették el állásukat, általában szakképesítést nem igénylő munkahelyen dolgoznak, pl. az építőiparban, a fakitermelésben, a különböző útépítéseknél, illetve a közterületek takarítását végzik. Sokan közülük munkanélküliek, ezért szociálisan hátrányos helyzetűek. (Nagy 2002, Cole 2011)

Az egyes roma csoportok között megfigyelhető (egymáshoz viszonyított) jelentős különbségek arra engednek következtetni, hogy valószínűleg nem csak egy populáció (vagy kaszt) leszármazottai élnek ma Európában. Kutatásunkat mi a kárpáti romák őseinek keresésére irányoztuk.

Módszerek

Az egyes roma populációkban ma is jelenlévő endogámia biztosítja, hogy a génállományban legalább részben konzerválódtak az ezer évvel ezelőtti állapotok. Ezért az izolált roma csoportok különösen alkalmasak a populációkutatásokra. Természetesen eközben számolni kell az izolátumokban fellépő genetikai drifttel és a founder-efektussal.

Az Y kromoszóma minden sejtben egyetlen kópiában található, és az apai leszármazási vonalat mutatja. Kromoszómapárja az X kromoszóma, ezért jelentős részén (95%) nincs rekombináció. Tizenegy SNP vizsgálatával meghatároztuk a minták haplotípusait.

63 nem rokon férfit vizsgáltunk három kelet-szlovákiai populációból. Őket hasonlítottuk össze 80 panjabi és 84 haryanai mintával, továbbá számos egyéb populációval a világ minden tájáról, melyek a *Y-chromosome Haplotype Reference Database (YHRD)* (Willuweit and Roewer 2015) adatbázisban vannak feltöltve.

Az alanyok beleegyezésének megszerzése után DNS-mintát gyűjtöttünk. Qiagen csomag *(QIAmp Blood Mini Kit - Qiagen GmbH, Hilden, Germany)* segítségével izoláltuk a DNS-t, majd PCR reakcióval PowerPlex1 Y System *(Promega, Madison, WI)* csomag segítségével megsokszoroztuk az Y-kromoszóma kiválasztott régióit. Az allélokat Applied Biosystems Genetic Analyzer *(ABI Prism 310 Genetic Analyzer - Applied Biosystems, Foster City, CA)* analizátor és GeneScan *3.1.2* továbbá PowerTyper Y *Macro* szoftverek segítségével azonosítottuk. Nagy és mts. (2007)

Eredmények és megvitatás

A szlovákiai roma mintákat első lépésben összehasonlítottuk az indiai Punjab és Haryana államokban élő Jat Sikhs és Jats of Haryana populációkkal. A két populáció kiválasztása nem

volt véletlenszerű, hanem az Amity Institute of Advanced Forensic Science Research & Training, New Delhi, India helyismerettel rendelkező munkatársa választotta ki kutatásunk céljaihoz. Az eredmények azonban ennek ellenére nem mutattak ki apai ágon semmilyen rokonságot közöttük és a szlovákiai romák között (Nagy és mts. 2007) – nem találtunk egyetlen azonos haplotípushoz tartozó mintát sem.

A szlovákiai roma férfiak Y-kromoszómáját összehasonlítottuk az YHRD adatbázisban szereplő a világ számos más populációjának adataival is. Az összehasonlítást nem csak a saját szlovákiai roma adatainkkal végeztük el, hanem más, elérhető roma populációk adatainak bevonásával.

A szlovákiai romáknál leggyakoribb haplotípusnak a H19r bizonyult Nagy és mts. (2007), melynek előfordulási gyakorisága 19% (1. tábl.). Ez a halpotípus több más roma populációban is jelentős százalékot ért el: A bulgáriai, debreceni és baranyai romáknál 9-18% volt az előfordulási gyakorisága. Jelentős százalékban, azaz 7%-ban előfordult még az epiruszi görögöknél, 2-3%-ban a romániai mintában, a bulgáriai törököknél és Budapest lakói között is, 1%-ban pedig Albániában és a madridi spanyoloknál – azaz mind olyan populációkban, ahol a roma jelenlét valószínűsíthető.

Ezek mellett találtunk három olyan populációt, ahol a haplotípus 2%-os jelenléte meglepetés volt: Reunion szigetén a malabároknál, a kaukázusi kabardoknál, és a malajziai indiaiaknál.

Ezek közül elsősorban a Reunion szigeteki malabárok közötti jelenléte, valamint a malajziai jelenléte volt figyelemfelkeltő.

1. táblázat. A szlovákiai roma populációban előforduló leggyakoribb haplotípusok (H2r, H5r, H14r, H15r és H19r) frekvenciája más populációkban (Y-chromosome Haplotype Reference Database alapján)

Population	H2r	H5r	H14r	H15r	H19r	Σ
Eastern Slovakia [Romani]	**0.079**	**0.079**	**0.079**	**0.079**	**0.190**	**0.508**
Bulgaria [Romani]					0.185	**0.185**
Debrecen. Hungary [Romani]	0.070				0.093	**0.163**
Baranya. Hungary [Romani]	0.026	0.013			0.115	**0.154**
Eastern Hungary [Romani]		0.014		0.085		**0.099**
Epirus. Greece					0.071	0.071
Romania	0.010				0.029	0.039
Bulgaria [Turks]					0.033	0.033
Budapest. Hungary	0.005	0.005	0.005		0.016	0.031
Sarajevo. Bosnia-Herzegovina				0.029		0.029
Madrid. Spain	0.013			0.007	0.007	0.026
Ankara. Turkey	0.026					0.026
Värmland. Sweden	0.023					0.023
Albania				0.010	0.010	0.020
Reunion Island [Malbar]					0.019	**0.019**
Caucasus [Kabardinian]					0.017	0.017
Malaysia [Indian]					0.017	**0.017**

Az adatbázis adatainak további elemzésével kimutattuk, hogy a reunioni malabár lakosság öt leggyakoribb haplotípusa (H2mr, H4mr, H5mr, H6mr, H7mr – mind egyformán 2%-os gyakorisággal vannak jelen a populációban) közül három az alábbi világszerte máshol élő populációkban fordul elő a leggyakrabban: baranyai romák, bulgáriai romák, malajziai indiai-

ak, debreceni romák és a kelet-szlovákiai romák (2. tábl.). A szlovákiai romákkal talált egyezés tehát nem véletlen, hanem más romákkal is kimutatható a hasonlóságuk.

2. táblázat. A malabár populációban előforduló leggyakoribb haplotípusok (H2mr, H4mr, H5mr, H6mr és H7mr) frekvenciája más populációkban (Y-chromosome Haplotype Reference Database alapján)

Population	H2mr	H4mr	H5mr	H6mr	H7mr	Σ
Reunion Island [Malbar]	**0.0194**	**0.0194**	**0.0194**	**0.0194**	**0.0194**	**0.0971**
Baranya. Hungary [Romani]				0.0385		**0.0385**
Bulgaria [Romani]			0.0247			**0.0247**
Malaysia [Indian]			0.0137		0.0103	0.0241
Debrecen. Hungary [Romani]			0.0233			**0.0233**
Eastern Slovakia [Romani]			0.0159			**0.0159**
Malaysia [Malay]			0.0036	0.0036	0.0072	0.0144
Tehran. Iran			0.0125			0.0125
England-Wales. UK [Indo-Pakistani]				0.0094		0.0094
London. UK [Indo-Pakistani]				0.0080		0.0080
Singapore [Indian]					0.0055	0.0055
Kiev. Ukraine			0.0055			0.0055

Megvizsgáltuk, hogy kik is a malabárok. A források azt mutatták, hogy a Reunion szigetén megtelepedett népcsoport eredetileg rabszolgaként került oda India déli csücskéből. Ma pedig azokat az indiaiakat nevezik Reunionon malabároknak, akik a 17. században a Malabar-partról, vagy később a Tami Nadu államból érkeztek. A Malabar-partot vagy Malabar regiót (Kerala állam, és Karnataka állam egy része) nyugatról az Indiai-ócean, keletről a Western Ghats és délebbre a Ghats hegység határolja, ami geográfiailag jól behatárolható terület. (Cartault és Dubut 2004, Les Malbars 2005)

A romák malajziai indiaiakkal való hasonlósága is alátámasztja, hogy a romák őseit az indiaiak körében érdemes keresni. Az indiaiak Malajzia lakosságának körülbelül tíz százalékát alkotják. Ők India különböző területeiről érkeztek Malajziába, de a legtöbben közülük a déli-indiai térségből. (Chang és mts. 2005, Malaysia's Indian Community, 2005)

Összefoglalás

Korábbi kutatások alapján a romák „őshazájaként" leginkább Északnyugat-India államai jöhetett számításba: Panjab, Rajasthan, Uttar Pradesh és Haryana. Y-kromoszóma elemzést végezve próbáltunk közelebb jutni, megtalálni azt a konkrét populációt, akiket a romák ősének tekinthetünk. Az elemzések nem cáfolták meg a romák indiai származását, bár a két konkrét indiai populáció (Jats of Haryana és Jat Sikhs) apai ágon nem képezi a romák ősét. A szlovákiai romák a legnagyobb hasonlóságot (más roma populációkon kívül) olyan populációkkal mutatták, melyekben a roma jelenlét köztudott, valamint a Reunion szigetén élő malabárokkal, és a malajziai indiaiakal. Utóbbiak is indiai eredetű populációk.

Köszönetnyilvánítás

A genetikai analízis az Igazságügyi Szakértői és Kutató Intézetek, Budapesti Orvosszakértői Intézetében készült, ezúton is szeretném megköszönni Dr. Pamzsav Horolma igazságügyi szakértő segítségét. Köszönöm továbbá a segítséget mindazoknak a szlovákiai és indiai kollégáknak, akik a DNS-minták gyűjtésében segítettek. Köszönöm azoknak az embereknek, akik vérmintájukkal önként hozzájárultak a vizsgálathoz.

Szakirodalom

Beneš, J. (1974): *The blood groups of the Slovak and Hungarian Gypsies*. Scripta Fac. Sci. Nat. UJEP Brunensis, Biologia, 4:75-82.

Bernasovský, I., Juríčková, J., Ferák, V., (1994): Population genetic study in Gypsies (Roms) from Slovakia: Distribution of blood group genetic markers. *Anthropol. Sci*., 8:409-419.

Cartault, F., Dubut, V. (2004): Service de Ge´ne´tique, CHD Fe´lix Guyon, Bellepierre, 97405 Saint-Denis Cedex, Reunion Island, France. Data in YHRD database.

Chang, Y. M., Herman, R. T. K., Revathi, P., Lim, K. B., Jaya, P., Jeevan, N. H. (2005): Forensic Division Department of Chemistry Malaysia, Jalan Sultan, 46661 Petaling Jaya, Selangor, Malaysia. Data in YHRD database.

Cole, J. (2011): Ethnic groups of Europe : an Encyclopedia. Santa Barbara, California, United States of America. 442. pp., ISBN 978-1-59-884-302-6

Gáliková, J., Vilímková, M., Ferák, V., Mayerová, A. (1969): Haptoglobintypes in Gypsies from Slovakia (Czech.). *Hum. Hered*. 19: 480-485.

Les Malbars, Tamouls de l'Inde a` l'ıˆle de la Re´union. (2002/2005): http://www.miaime-a-ou.com/malbars_tamouls_ile_reunion.htm#haut.

Malaysia's Indian Community. Langkawi magazine, Malaysia (2005) 04/04/2005 http://www.best-of-langkawi.com/CULTURE-indian-etnic.php.

Nagy, M. (2002): A romák eredete a legendák és a tudomány tükrében. Romológiai tanulmányokról. *Pont Társadalomtudományi Folyóirat*, 1:92-103.

Nagy, M., Henke, L., Henke, J., Chatthopadhyay, P. K., Völgyi, A., Zalán, A., Peterman, O., Bernasovská, J., Pamjav, H. (2007): Searching for the origin of Romanies: Slovakian Romani, Jats of Haryana and Jat Sikhs Y-STR data in comparison with different Romani populations. *Forensic Science International* 169 (2007) 19–26

Willuweit S., Roewer L. (2015): 'The new Y Chromosome Haplotype Reference Database.', *Forensic Sci Int Genet* 15, 43-8

ÁLLATCSONTOK ÉS SZÁJPATOLÓGIÁS ESETEK BALATONUDVARI AVAR- ÉS HONFOGLALÁS KORI TEMETŐJÉBEN

Horváthné Tobischka Katalin[1], Nagy Gábor[2], Tóth Gábor[3], Kordos László[4]

[1]Nyugat-magyarországi Egyetem Bolyai Gimnázium
9700 Szombathely, Bolyai utca 11.
[2]Tinódi Sebestyén Gimnázium, Sárvár
[3]Nyugat-magyarországi Egyetem TTMK Biológiai Intézet
9700 Szombathely, Károlyi G. tér 4.
[4]Nyugat-magyarországi Egyetem TTMK Földrajz és Környezettudományi Intézet
9700 Szombathely, Károlyi G. tér 4.
e-mail: tobischka@gmail.com; nagaradoc@gmail.com;
gabor.toth@nyme.hu; kordoslaszlo@gmail.com

A Balatonudvariban 2009-2010 között feltárt 658 honfoglalás- és avar kori sírból 91 állat csontjai kerültek elő. Tanulmányozásra kerültek fajonkénti eloszlásuk, méreteik, életkoruk és elhelyezésük a sírokban.
Feltűnően rossz szájhigiéniát mutató csontanyagban rengeteg gyulladt állkapocs, tályog, caries és életbeni fogvesztés figyelhető meg.

Kulcsszavak: állatcsontok, honfoglalók, caries, szuvasodás, tályog, fogvesztés, állkapocsgyulladás.

A KÉZ ÉS A LÁB LATERALITÁSA EGY VAJDASÁGI MINTÁBAN [1]

Czékus Géza, Borsos Éva, Horák Rita

Újvidéki Egyetem, Magyartannyelvű Tanítóképző Kar
24000 Szabadka, Strosmajerova 11.
e-mail: czekusgeza@gmail.com, bborsoseva@gmail.com, horakrita@gmail.com

Összefoglaló: Napjainkban a vajdasági magyar ajkú gyerekek dokumentált antropometriai adatai nagymértékben hiányosak. E miatt fogtunk bele munkánkba, végső célunk egy teljes, átfogó adatbázis létrehozása. Méréseink során kvantitatív és kvalitatív paraméterekkel dolgoztunk. Jelenlegi tanulmányunkban a martonosi általános iskola diákjainak lateralitás vizsgálata során kapott eredményeinket mutatjuk be.
Kulcsszavak: lateralitás, dexteritás, szinisztritás, általános iskoláskorú diákok

Bevezető

A legtöbb emberre az jellemző, hogy vagy a jobb, vagy a bal végtagja, illetve szeme a domináns. Többen vannak azok, akiknek a jobb keze (dexteritás) és a jobb lába az uralkodó. A szinisztritás, a balkezesség ritkább jelenség. Legkevesebben azok vannak, akik mindkét kezüket egyformán tudják használni (ambiexteritás).

Egyébként a lateralitás az élőlények ősi tulajdonsága. Pl. az éti csiga háza ugyanarra a felére csavarodik, de a kúszó növényeknél is tapasztalható. Megfigyelték, hogy az északi féltekén az óramutató járásával ellentétesen, a délin megfelelően csavarodnak fel a támasztékra.

A kéz dominanciája alapján az emberek jobbkezesekre, balkezesekre és kétkezesekre oszthatók fel. A jobbkezesek a jobb kezüket használják íráskor illetve tevékenységeik többségének elvégzésekor. A legtöbb populációban ők vannak többségben. A balkezesek bal kézzel írnak és aktivitásaik esetében a bal kezüket részesítik előnyben. Sokszor hátrányos helyzetben vannak egyes kifejezetten jobbkezesek számára készült eszközök használatakor (papírvágó olló, konzervnyitó stb.) Ennek kiküszöbölése érdekében ma már több gyártó kínálatában megtalálhatóak a speciálisan balkezesek számára készült termékek. A kétkezesek általában mindkét kezükkel tudnak írni, és mindkettőt egyforma gyakorisággal veszik igénybe a mindennapi életben. Számuk az egyes populációkban elenyészően kicsi.

Marian Anett (2002) megállapításai alapján a balkezesek aránya 4-5% lehet. A nőknél ritkábban tapasztalható. Viszont gyakorisága nem egyenletes az egész Földön. A jobb láb dominanciája is kifejezett, de a jobb szemé is. Hasonló eredményeket kapott Czékus (1990) is.

A történeti korok embere is leggyakrabban jobbkezes volt. Ezt bizonyítja a halottal eltemetett tárgyak halotthoz viszonyított helye. A (fizikai, erőszak okozta) sérülések többsége bal oldalt van, tehát a támadó eszközét a jobb kezében tartotta (Czékus, 2016).

Számtalan ismert ember volt balkezes (Goethe, Beethoven, Napóleon, Picasso, Leonardo da Vinci stb.) (Farkas, 1996).

Agyunk funkcionális lateralitása nagyon rég óta ismert (Coren et Porac 1977). Dacs (in Coren, 1977) 1836-ban ismerteti megfigyelésinek eredményeit, nevezetesen azt, hogy azon személyek, akik bal agy-hemiszférájuk megsérült, elvesztették beszélő képességüket.

[1] A munka a budapesti Pallas Athéné Domus Concordiae Alapítvány által támogatott *műhelymunkák* keretében valósult meg.

Wada (in Coren, 1992) adatai szerint a populáció 97%-a jobbkezes, a balkezesek 70%-ánál az agy bal hemiszférája a domináns.
A genetikai kutatások előrehaladása ellenére is még számtalan nyitott kérdés van. Az biztos, hogy ma már a jobb-bal oldali dominanciára a kultúrszokások is kihatással vannak. (Geschwind és Galaburda, 1985). Forrai (1983) magyar ikerpárokon végzett vizsgálatai alapján arra következtetésre jutott, hogy egyedül a jobb és balkezességgel összefüggő kézkulcsolás műveletét lehet genetikai tényezőkre visszavezetni.
Forgalomban vannak a balkezesek számára gyártott eszközök, illetve sok esetben átállíthatóak (pl. a számítógép egere a balkezesek számára). Ma már a lateralitás kisebb jelentőséggel bír, mint régen, amikor szégyen volt balkezesnek lenni; erről erőszakkal szoktatták le a szülők és a tanító a gyerekeket. Még néhány évtizede is sok esetben azok a gyerekek jelentkeztek az iskolában „szépen", akik a jobb kezüket emelték a magasba. A büntetést, a packát is a jobb ujjaikra kapták…
Sok kutatás foglalkozik az agyi hemiszférák működésében jelentkező aszimmetriával, viszont viszonylag kevés olyan van, amely etnikai alapon követi ezt a problémakört. Említésre érdemesek a macedóniai kutatások, amelyeket D. Đorđević vezetett. Ő különböző etnikai populációkat hasonlított össze, első sorban macedónokat, albánokat és romákat.
Kutatásaink szerbiai viszonylatban úttörők. Az itteni magyar etnikumról nagyon kevés adat található. A kutatás egy kísérleti projekt (pilot program), amely folytatása egy átfogó, főleg a magyar ajkú tanuló ifjúságot felmérő kutatássorozat lesz.
Munkánk a martonosi általános iskolások lateralitását ismerteti.

Anyag

A felmérést a közel 2200 lelket számláló (2002-es népszámlálásiadat – Statistical Office of the Republic of Serbia, 2002) Észak-bácskai Martonoson végeztük. A lakosság közel 90%-a magyar anyanyelvű. Gyakorlatilag a helybéli Jovan Jovanović Zmaj Általános Iskola tanulóinak lateralitását figyeltük meg. Az iskolának 123 tanulója van, közülük 2015 novemberében és decemberében 106 vett részt az adatfelvételben.
Jelen munkánk egy átfogó kutatás első lépése, melynek célja az Észak–bácskai (magyar) gyerekek embertani adattárának létrehozása. Ez az adatbázis metrikus (41) és morfológiai, illetve genetikai adatokat (36) is tartalmaz majd. Munkánk ennek a feltérképezésnek egy szelvényét mutatja be.

Módszerek

A tanteremben négy helyen folyt a felmérés, a gyerekek kisebb csoportban, forgószínpad szerűen cserélték azokat. A felvett adatokat minden helyen számítógépbe vittük. A mérést végző tanulók tanári felügyelet alatt dolgoztak. Az adatfelvételeket a nemzetközi biológiai előírásoknak megfelelően végeztük.
A vizsgált alany a megfigyelést végző személlyel szemben ült és követte utasításait. Egy időben csak egy gyereket figyeltünk meg.
Megfigyeléseink alapját a klasszikus módszerek képezték: a kézkulcsolás (Hand clasping), karkulcsolás (Arm Folding) és a tapsolás módja (Clapping teszt), a láb dominanciája esetén pedig a lábkeresztezés. Emellett spontán mozdulatokat is el kellett végezniük: papír zsebkendőt kellett a tokból kivenni, álló helyzetből elindulni. A szem dominanciáját egy kartondobozba rejtett tárgy megfigyelésével állapítottuk meg. Minden esetben leellenőriztük, hogy a vizsgált alany jól lát-e mindkét szemére illetve visel-e szemüveget?
Adatainkat Excel program segítségével dolgoztuk fel.
A mérések elvégzése után az Excel programban lévő yearfrac függvény segítségével kiszámoltuk a gyerekek életkorát tizedes pontossággal, és ez alapján csoportokba osztottuk őket. Egy fiú életkora 14,8 év. Őt kihagytuk az eredmények összesítésekor, mert ezt a korosztályt

nem figyeltük meg. Külön elemeztük a kéz, a láb és a szem dominanciáját. A kéz dominanciát íráskor néztük és a kézkulcsolás – karkulcsolás – papír zsebkendő kinyitás adatokat átlagolva kaptuk meg a másik adatot. A tanulóknál a lateralitást nemek szerint és alsó illetve felső iskolai tagozatokra lebontva is megvizsgáltuk.

Eredmények

A kéz dominanciát írás esetében vizsgálva egyértelműen megállapítható, hogy a jobbkezesek aránya a nagyobb (1. táblázat). A szakirodalmi adatok szerint 10%-kal több a balkezes férfi, mint nő (Efremovska et al. 2010). A felmérésben szereplő 41 fiú közül 6-an balkezesek és 35-en jobbkezesek. A balkezet előnyben részesítők 14,6%-t tesznek ki. A lányok 64-en voltak. Közülük 52-en jobbkezesek és 12-en balkezesek. Az ő esetükben a bal kéz dominanciája 18,75%-t tesz ki. Az általunk vizsgált mintában nem érvényesült a fenti állítás, sőt a balkezes férfiak aránya 4%-kal kisebb.

Egyes korcsoportoknál egyáltalán nem jelenik meg a balkezesség. A legtöbb balkezest a 8,51-9,5 éves lányok csoportjánál találtuk, három esetet. Az összes korcsoportot tekintve, ebben a korosztályban a legnagyobb a balkezesek aránya (30%). Ezt azonban nem a korosztályokkal, hanem a minta méretével magyarázzuk.

1. táblázat: A bal és jobb kéz dominanciájának megoszlása írásnál a fiúk és a lányok esetében korcsoportok szerint

életkor	***fiúk***		***lányok***	
	balkezes	***jobbkezes***	***balkezes***	***jobbkezes***
6,5-7,49	0	6	2	5
7,5-8,49	2	8	1	4
8,5-9,49	0	2	3	7
9,5-10,49	0	4	0	10
10,5-11,49	2	6	2	11
11,5-12,49	0	3	1	7
12,5-13,49	1	5	2	5
13,5-14,49	1	1	1	3
Összesen	6	35	12	52

A kéz dominanciáját a papír zsebkendő kinyitás – kézkulcsolás – karkulcsolás esetében is megvizsgáltuk (2. táblázat). Az íráskor kapott eredményektől teljesen eltérő dolgokat tapasztaltunk.

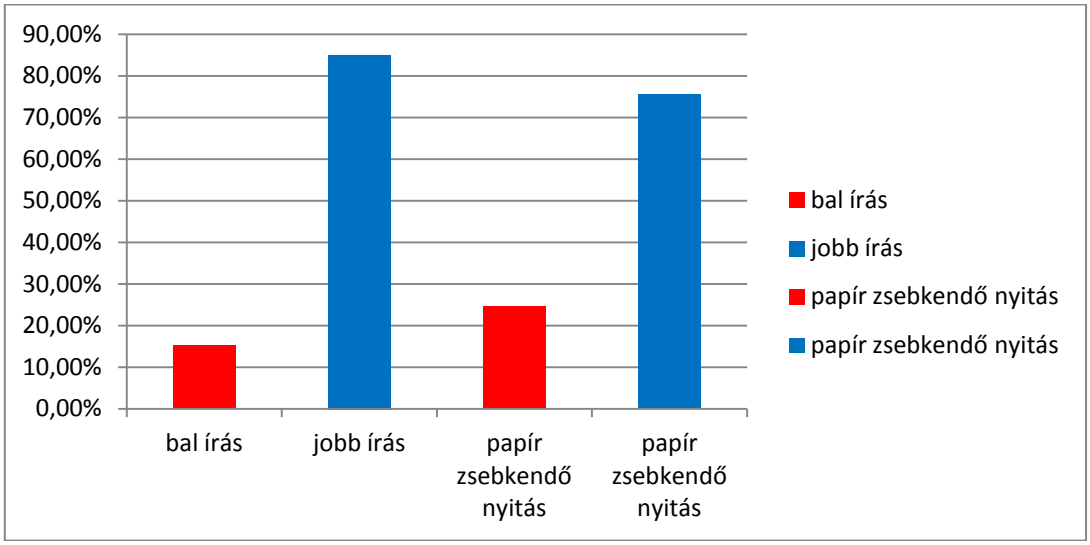
A 41 fiú közül 17-en részesítették előnyben a balkezüket és 24-en a jobbat. Két esetben nagyobb volt a balkezesek aránya a jobbkezesekhez viszonyítva (7,5-8,49 éves korosztály és 11,5-12,49 éves korosztály). Egy korcsoportnál pedig egyforma volt a két adat (12,5-13,49 éves korosztály). A 13,5-14,49 évesek között csak balkezeseket találtunk. A százalékokat tekintve a balkezes fiúk aránya 41,6%. Ez jóval nagyobb, majdnem négyszeres érték az írás esetében tapasztalt 14,6%-nál.

A 64 lány közül 8-an használták a balkezüket a fent említett cselekvések elvégzésére, 56-an pedig a jobbat. A lányok esetében egyértelműen a jobbkezesek voltak többségben minden korosztálynál. A 8,5-9,49 éves korcsoportnál egyáltalán nem fordult elő balkezesség. A százalékokat tekintve 12,5% a balkezes lányok aránya. Ez az adat valamivel kisebb az írás esetében kapott 18,75%-os értéknél.

2. táblázat: A bal és jobb kéz dominanciájának megoszlása papír zsebkendő kinyitása során a fiúk és a lányok esetében korcsoportok szerint

életkor	***fiúk***		***lányok***	
	balkezes	***jobbkezes***	***balkezes***	***jobbkezes***
6,5-7,49	2	5	1	6
7,5-8,49	5	4	1	4
8,5-9,49	0	2	0	10
9,5-10,49	2	2	1	9
10,5-11,49	1	7	1	12
11,5-12,49	2	1	2	6
12,5-13,49	3	3	1	6
13,5-14,49	2	0	1	3
Összesen	17	24	8	56

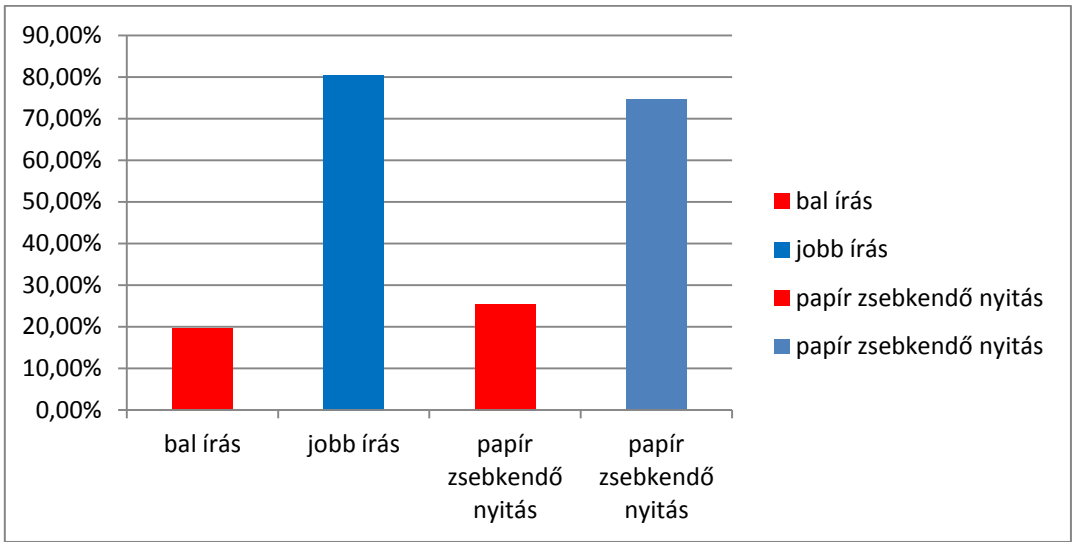
A kéz dominanciájának két féle vizsgálata esetében kapott adatokat alsó és felső tagozatos korcsoportokra lebontva is kiértékeltük (1. ábra). Az alsó tagozatos diákok (1.-4. osztályig) a 6,5 éves korcsoporttól a 10,49 éves korcsoportig terjedő intervallumot ölelik fel. Ebben az esetben nem vizsgáltuk külön a fiúkat és a lányokat. A grafikon alapján egyértelműen megállapítható, hogy mindkét vizsgálat esetében a jobbkezesek vannak többségben. Íráskor a gyerekek 15,1%-a használja a balkezét, a többi tevékenység esetében, pedig 24,5%-uk.



1. ábra: A bal és jobb kéz dominanciájának megoszlása az írás és a papír zsebkendő kinyitás – kézkulcsolás – karkulcsolás vizsgálatok esetében az alsó osztályos korcsoportnál (6,5-10,49 éves kor között).

A felső tagozatos korosztályba (5.-8. osztályig) 10,5 éves kortól a 14,49 éves korig terjedő korcsoportot soroltuk. A grafikonon egyértelműen megfigyelhető, hogy ebben az esetben is a jobbkezesek aránya nagyobb mindkét vizsgálat esetében (2. ábra). Írás esetében a tanulók 19,6%-a fogja bal kezében a ceruzát. A többi vizsgált tevékenység során, pedig 25,5%-uk részesítette előnyben a bal kezét.

Az alsó és a felső tagozatos diákok esetében is elmondható, hogy a jobb kéz dominanciája a meghatározó. Íráskor valamivel kevesebben használják a balkezüket, mint az általunk vizsgált három másik tevékenység során. Ez akár azzal is magyarázható, hogy a szülők rákényszerítették a tanulókat a ceruza jobb kézben tartására. Meglepő, hogy ez a jelenség, még a modern, mindenre nyitott XXI. században is jelen van.



2. ábra: A bal és jobb kéz dominanciájának megoszlása az írás és a papír zsebkendő kinyitás – kézkulcsolás – karkulcsolás vizsgálatok esetében a felső osztályos korcsoportnál (10,5-14,49 éves kor között).

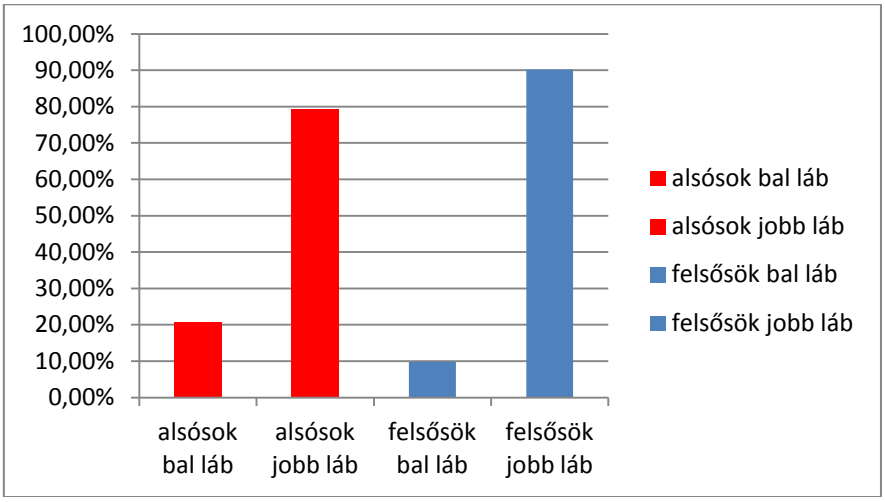
A láb dominanciájának vizsgálatánál, azt figyeltük meg, hogy a gyerekek melyik lábukat részesítik előnyben spontán előre lépés esetén. Az eredményeket nemekre és korcsoportokra lebontva értékeltük ki (3. táblázat).
A 41 fiú közül 8-an léptek előre a bal lábukkal és 33-an a jobbal. A bal láb dominanciája 19,5%-nál érvényesült. Minden korcsoportnál azok voltak többségben, akik a jobb lábukat részesítik előnyben. Három korcsoportnál egyáltalán nem figyelhető meg a bal láb domináns volta (8,5-9,49 éves korosztály; 12,5-13,49 éves korosztály; 13,5-14,49 éves korosztály).
A lányok esetében a 64 tanuló közül 8-nál a bal láb dominál és 56-nál a jobb. A „ballábasok" aránya 12,5%. Náluk is minden korcsoportnál azok voltak többségben, akik szívesebben használják a jobb lábukat, mint a balt. Az ő esetükben is három korcsoportnál hiányzott a bal láb dominanciája (11,5-12,49 éves korosztály; 12,5-13,49 éves korosztály; 13,5-14,49 éves korosztály).

3. táblázat: A bal és jobb láb dominanciájának megoszlása a fiúk és a lányok esetében korcsoportok szerint. Egy (10,5-11,49 éves) kislány esetében mindkét láb dominánsnak mutatkozott.

	fiúk		***lányok***	
életkor	***bal láb a domináns***	***jobb láb a domináns***	***bal láb a domináns***	***jobb láb a domináns***
6,5-7,49	2	4	1	6
7,5-8,49	2	7	2	3
8,5-9,49	0	2	1	9
9,5-10,49	1	3	2	8
10,5-11,49	2	6	2	10
11,5-12,49	1	3	0	8
12,5-13,49	0	6	0	7
13,5-14,49	0	2	0	4
Összesen	8	33	8	56

Az eredményeket alsó és felső tagozatos korcsoportokra lebontva is megvizsgáltuk (3. ábra). Megállapítható, hogy mindkét korosztály esetében a jobb láb dominanciája a meghatározó. Az

alsósok között valamivel többen vannak, azok, akik szívesebben használják a bal lábukat, mint a jobbat: 20,75%. Felsősök esetében ez az arány jóval kisebb, 9,8%.



3. ábra: A bal és jobb láb dominanciájának megoszlása az alsó és felső osztályos korcsoportoknál

A szem dominanciája a harmadik elem, melyet lateralitás felmérések esetében vizsgálnak. Kis gyermekekről lévén szó egyszerű tesztelést választottunk: egy kézi nagyítót kellett használniuk a gyerekeknek. A kapott eredményeket nemekre és korcsoportokra lebontva értékeltük ki (4. táblázat).

A 41 fiú közül 14 esetében a bal szem a domináns, és 27 esetben a jobb. A bal szemmel a nagyítóba nézők aránya 34,1%. Minden korcsoport esetében a jobb szem dominanciája érvényesült. Két korcsoportnál nem is találtunk olyan kisfiút, aki a bal szemét preferálta a jobbal szemben (8,5-9,49 éves korosztály és 13,5-14,49 éves korosztály).

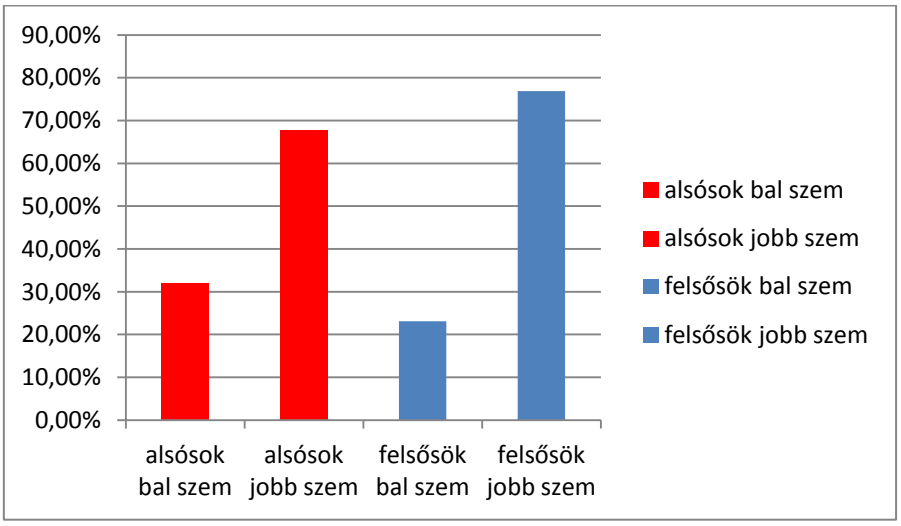
A 64 lány közül 15-en néztek bele a nagyítóba bal szemmel és 49-en jobb szemmel. A bal szemet előnyben részesítők aránya 23,4%. A 6,5-7,49 éves korosztály esetében többen voltak azok, akik szívesebben használják a bal szemüket, azokhoz képest, akik a jobb szemüket preferálják. Három korcsoport esetében viszont a bal szem dominanciája hiányzott (7,5-8,49 éves korosztály; 12,5-13,49 éves korosztály és 13,5-14,49 éves korosztály). A többi korcsoportnál egyértelműen a jobb szem a domináns.

4. táblázat: A bal és jobb szem dominanciájának megoszlása a fiúk és a lányok esetében korcsoportok szerint

	fiúk		***lányok***	
életkor	***bal szem a domináns***	***jobb szem a domináns***	***bal szem a domináns***	***jobb szem a domináns***
6,5-7,49	3	3	5	2
7,5-8,49	4	5	0	5
8,5-9,49	0	2	1	9
9,5-10,49	2	2	2	8
10,5-11,49	2	6	5	8
11,5-12,49	1	3	2	6
12,5-13,49	2	4	0	7
13,5-14,49	0	2	0	4
Összesen	14	27	15	49

A szem dominancia vizsgálatánál is külön értékeltük az alsó és a felső tagozatra járó diákokat (4. ábra). A grafikonon egyértelműen megfigyelhető, hogy ebben az esetben is a jobb oldal a

domináns. Az alsós tanulók esetében valamivel nagyobb azok aránya, akik szívesebben használják a bal szemüket: 32,1%. A felsős diákoknak csak 23%-a preferálja a bal szemét.



4. ábra: A bal és jobb szem dominanciájának megoszlása az alsó és felső osztályos korcsoportoknál

Az írás esetében domináns kéz és a szem dominanciáját együtt vizsgálva megállapíthatjuk, hogy a teljes jobb oldal dominanciája a legkifejezettebb: fiúk és lányok esetében is 60,9%-t tesz ki (5. táblázat). A bal oldal preferenciája jóval kisebb fiúknál mindössze 7,3%; lányoknál pedig 1,5%. A jobb kéz – bal szem párosítás közepes gyakoriságot mutat: fiúknál 24,4%, lányoknál 20,3%. Jobb szem – bal kéz párosítást is megfigyelhettünk a fiúk 9,1%-nál és a lányok 17,2%-nál.

5. táblázat: A kéz és szem dominanciájának együttes megoszlása (rövidítések: jsz-jk: jobb szem – jobb kéz; bsz-bk: bal szem – bal kéz; bsz-bk: bal szem – bal kéz; jsz-bk: jobb szem – bal kéz)

	jsz-jk	***bsz-jk***	***bsz-bk***	***jsz-bk***
fiú	25 (60,9%)	10 (24,4%)	3 (7,3%)	4 (9,1%)
lány	39 (60,9%)	13 (20,3%)	1 (1,5%)	11 (17,2%)
összesen	64 (61%)	23 (22%)	4 (3,8%)	15 (14,3%)

Következtetések

Az adatok összesítése után csak egyetlen olyan tanulót találtunk, akinél a baloldal teljes dominanciája volt megfigyelhető a kéz, a láb és a szem tekintetében is. Olyan diákot nem tudtunk megfigyelni, aki mindkét kezét egyenlő arányban használja, kétkezes. Viszont egy kislány mindkét lábát preferálja. A vizsgálat többszöri ismétlése után sem sikerült eldönteni, hogy melyik lába domináns, mindkettőt ugyan annyi esetben részesítette előnyben. A szem tekintetében sem találtunk olyan személyt, akinél mindkettő domináns lenne.

A felmérések és az adatok kiértékelése után megállapítható, hogy mindhárom általunk vizsgált paraméter esetében a jobb oldal dominanciája érvényesült.

A kéz dominanciájának vizsgálatánál az írás és a papír zsebkendőnyitás – kézkulcsolás – karkulcsolás cselekvés kombináció esetében is a jobb kezüket preferálta a diákok többsége. Ez megegyeznek a Nachshon et al. (1983) által kapott adatokkal. A szakirodalommal ellentétben az általunk kiválasztott mintában nem érvényesült a megállapítás, mely szerint a férfiak között 10%-kal több a balkezes egyén (Efremovska 2010).

Stanley (1993) szerint a nőknél gyakrabban jelentkezik jobb kezesség a férfiakhoz viszonyítva (90.8% vs. 88.2%), jobb lábasság (88.9% vs. 83.9%;) és jobb fül dominanciája (67.4% vs.

60.5), azonban ez nem mondható el a jobb szeműségről, ahol ez az arány bár nem jelentősen, de fordított (70.0% vs. 71.3). Ezek az adatok az általunk vizsgált közösség esetében eltérőek.A kéz és a szem dominanciájának együttes vizsgálatakor kiderült, hogy a jobb oldal dominanciája a legkifejezettebb a fiúk és a lányok esetében is. A kapott arányok (60,9%) eltérnek a Czékus által (1990) kapott adatoktól (84,14%). A bal kéz – jobb szem tekintetében kapott eloszlás esetében 1,98% a fiúk és 1,63% a lányok esetében. Nálunk a fiúknál ez 24,4%-t, a lányoknál pedig 20,3%-t tesz ki. A jobb szem – bal kéz kombináció tekintetében is nagyobb arányt figyeltünk meg. A bal oldal dominanciája az általa kapott eredményekhez képest (fiúk 12,52%; lányok 12,09%) jelentősen lecsökkent. Esetünkben a bal kéz – bal szem arány fiúknál 7,3% és lányoknál 1,5%. Az adatokat összehasonlítva megállapíthatjuk, hogy a teljes bal illetve jobb oldali dominancia lecsökkent, bal szem – jobb kéz illetve a jobb szem – bal kéz párosítások száma viszont megnövekedett. További terveink közt szerepel a vizsgálat kiterjesztése egyéb településekre is és egy egységes adatbázis létrehozása, mely a vajdasági magyar anyanyelvű diákok adatait tartalmazná.

Köszönetnyilvánítás
Ez úton szeretnénk megköszönni a budapesti Pallas Athéné Domus Concordiae Alapítvány támogatását, mely lehetővé tette kutatásainkat.

Irodalom

--(2002): Population – Ethnicity – Data by Municipalies and Cities. Statistical Office of the Republic of Serbia

Coren S. (1992): *The lefthander syndrome: the causes and consequences of lefthandedness*. New York: Free Press.

Coren S., Porac S. (1977): Fifty centuries of right handednes: the historical record. *Science* 1977, 198:631-632.

Czékus G. (1990): Jobb- és bal-oldalúság vizsgálata különböző Észak-Bácska-i népességeknél. *Oktatás és Nevelés* 87-88. 106-111. Szabadka.

Czékus G. (2016): Presentation of the Trepanned Skull Labelled MO-90, Found in the Avar Cemetery on the Territory of Settlements Òmoravica-Kopláló in Serbia - kézirat

Geschwind N., Galaburda AM. (1985): Cerebral lateralization. Biological mechanisms, association, and pathology: a hypothesis and a program for research. *Arch Neurol.* 1985; 425:428-459.

Efremovska Lj., Nikolska E. D., Pavlovska K. (2010): Ispitivanje lateralnosti kod ucenika makedonske is albanske etnicke pripadnosti. *Journal of the Anthropologycal Society* of *Serbia Novi Sad. Serbia*, **45**. 77-82

Farkas L. Gy. (1996): *Fejezetek a biológiai antropológiából I*. JATEPress

Forrai Gy., Bánkövi Gy. (1983): A Hungarian twin study on hand clasping, arm folding and tongue curling. *Acta Biol. Hung*., **34**. 99-106

Marian A. (2002): *Handedness and Brain Assymetry*. The Right Shift Theory. Psychology Press.In:https://books.google.rs/books?id=MmtOXJJQp6kC&printsec=frontcover&dq=inauthor:%22Marian+Annett%22&hl=sr&sa=X&ved=0ahUKEwjTuKXej-7LAhUDQZoKHcpbDQYQ6AEIKjAB#v=onepage&q&f=false (2016-03-25)

http://www.kanjiza.rs/hun/martonos (2016-03-28)

Nachshon I., Denno D., Aurand S. (1983): Lateral Preferences of Hand, Eye and Foot: Relation to Cerebral Dominance. *International Journal of Neuroscience*: **18** (1-2): 1-9.

Stanley C. (1993): The lateral preference inventory for measurement of handedness, footedness, eyedness, and earedness: Norms for young adults. *Bulletin of the Psychonomic Society*, **31** (1), 1-3

A KAROS III. SZÁMÚ TEMETŐ ARCHEOGENETIKAI VIZSGÁLATA

Neparáczki Endre[1], Pálfi György[2], Török Tibor[1]

[1]Szegedi Tudományegyetem, Természettudományi és Informatikai Kar, Biológia Intézet, Genetikai Tanszék, 6726 Szeged, Középfasor 52. e-mail: endre.neparaczki@gmail.com
[2]Szegedi Tudományegyetem, Természettudományi és Informatikai Kar, Biológia Intézet, Embertani Tanszék, 6726 Szeged, Középfasor 52.

Munkánk során genetikai vizsgálatokat végeztünk a honfoglaláskori Karos-Eperjesszög III. sz. temető 19 csontmaradványából. A régészetileg és antropológiailag jellemzett 19 lelet közül 11 férfi, 5 nő és 3 gyermek. A leleteken korábban Lengyel Imre végzett szerogenetikai vizsgálatokat, mely alapján megállapította az elhunytak valószínű rokonsági viszonyait. A szerogenetikai vizsgálatok Sokal-Lengyel-féle multifaktoriális elemzési módszerrel készültek, amiben az ABO vércsoportot fluoreszcens-antitest módszerrel, a kollagén típusosokat radioimmunassay-vel határozták meg. Ezeket az eredményeket DNS alapú vizsgálatokkal kívántuk megerősíteni vagy cáfolni. A DNS vizsgálatok során meghatároztuk az anyai ágú (mitokondriális DNS) és apai ágú (Y-kromoszómás) haplocsoportokat, valamint STR analízist végeztünk. A mitokondriális haplocsoportot a kódoló szakaszok vizsgálatával, GenoCore22 módszerrel állapítottuk meg, az Y-kromoszómás haplocsoportot GenoY módszerrel határoztuk meg, az STR vizsgálatot pedig PowerPlex® 16 HS System kittel végeztük. Az anyai ágú, haplocsoport meghatározása 19 mintából, az apai ágú haplocsoport meghatározása 8 férfiből volt sikeres, a genomiális STR markerek pedig 10 mintából adtak részlegesen értékelhető eredményt.

TOWARD A BETTER UNDERSTANDING OF ENTHESEAL CHANGES: A COMPARATIVE STUDY OF RADIAL TUBEROSITY 3D MICROSTRUCTURE

KUTATÁS AZ ENTHESOPATHIÁK JOBB MEGISMERÉSÉHEZ: A *TUBEROSITAS RADII* 3D MIKROSTRUKTÚRÁJÁNAK ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATA

Berthon William[1,2,3], Tihanyi Balázs[2,4], Thomann Aminte[5,6], Pálfi György[2], Dutour Olivier[1,3,7], Coqueugniot Hélène[1,3,8]

[1]*Laboratoire d'Anthropologie biologique Paul Broca, École Pratique des Hautes Études – PSL Research University, France*
[2]*Department of Biological Anthropology, University of Szeged, Hungary*
[3]*UMR 5199 PACEA, Université de Bordeaux, France*
[4]*Department of Archaeology, University of Szeged, Hungary*
[5]*Inrap Grand Ouest, Archaeological Center of Grand Quevilly, France*
[6]*UMR 6273 CRAHAM, Centre Michel de Boüard, Université de Caen Normandie, France*
[7]*Department of Anthropology, University of Western Ontario, Canada*
[8]*Department of Human Evolution, Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology, Germany*
e-mail: william.berthon@etu.ephe.fr

Entheses are the insertion sites of muscles on the bones. Some alterations observable at their surface, called entheseal changes (EC), can sometimes be related to a muscle overuse during the life of individuals. However, EC can also result, among other causes, from metabolic disorders, such as Forestier's disease (or DISH). Our aim is to find new elements to distinguish the different causes leading to EC, in order to improve our ability to identify mechanical changes and thus, to enrich the discussions about activities among human past populations.
In this preliminary study, we focused on one fibrocartilaginous enthesis, the radial tuberosity. Three different radiuses with different aspects and context have been selected. The first one comes from a Norman medieval cemetery (Val-de-Reuil, France), and has a "normal" surface, with no signs of EC. The second one, from the same cemetery, shows EC and belongs to an individual who is suspected to be affected by DISH condition. The last radius, also with EC, comes from the Hungarian cemetery of the Honfoglalás or Conquest period (Xth Century) and belongs to a probable mounted-archer, as suggested by the archaeological artefacts. The entheses were micro-CT scanned, at resolutions between 15 and 17µm and portions were reconstructed in 3D to observe their microstructural organisation.
The first observations revealed some differences in the microarchitecture of the underlying bone, notably density, thickness and organisation variations concerning the canals of the cortical bone.
This represents a promising framework for further investigations to clarify the nature of EC.

A TÖRTÉNETI ÍJÁSZAT VIZSGÁLATI LEHETŐSÉGEI – EGY 10. SZÁZADI MAGYAR SZÉRIA AKTIVITÁS OKOZTA CSONTELVÁLTOZÁSI VIZSGÁLATÁNAK TANULSÁGAI

Tihanyi Balázs[1,2], Berthon, William[1,3], Dutour, Olivier[3], Bereczki Zsolt[1], Molnár Erika[1], Révész László[2], Pálfi György[1]

[1]Szegedi Tudományegyetem, Embertani Tanszék, 6726 Szeged, Közép fasor 52.
[2]Szegedi Tudományegyetem, Régészeti Tanszék, 6722 Szeged, Egyetem u. 2.
[3]Laboratoire d'Anthropologie biologique Paul Broca, École Pratique des Hautes Études, Paris, France
e-mail: balazs0421@gmail.com

Az ismert forrásanyag egyöntetűen tanúsítja, hogy a 10. századi magyar hadsereg a lovas íjászokon alapult. A leletanyag régészeti feldolgozásának és értékelésének, valamint a gyakorlati, kísérleti-régészeti vizsgálatoknak köszönhetően ismeretünk sokat bővült, azonban továbbra is sok kérdés tisztázatlan. Nagyon kevés információval rendelkezünk magáról a magyar íjászgyakorlatról. Jóllehet, nem tudunk előrelépni a klasszikus vizsgálati módszerekkel, viszont a közös régészeti, antropológiai-paleopatológiai vizsgálatok új aspektusba helyezhetik a kérdéskört. Az olyan rendszeresen végzett, fizikai terheléssel, mint az íjászat nagy hatást gyakorol az emberi test aktív és passzív mozgásrendszerére, következésképp a csontok felületén az érintett izmok eredési-tapadási pontjainál aktivitás okozta csontelváltozások alakulhatnak ki.
Ennek a biológiai háttérismeretnek a tudatában kezdtük meg kutatásunkat az emblematikus Sárrétudvari-Hízóföld 10. századi temető leletanyagán.
A leletanyag alapján az íjászfelszerelés sírba helyezése bevett szokás volt a populáción belül, hiszen a 262 síros temető 58 „íjászsírjából" került elő íjlemez, tegezmaradvány, vagy nyílhegy.
Elsődleges kérdésünk tehát, hogy vajon az embertani adatok alátámasztják, vagy cáfolják a régészeti leletek sugallta rendszeres és széleskörű íjásztevékenységet. Vizsgálataink során az aktivitás okozta csontelváltozások álltak figyelmünk középpontjában, de rögzítettünk minden egyéb, az értékelést befolyásoló tényezőt (pl. traumák, fertőzések nyomai). Makroszkópos megfigyeléseinket az „íjászok" és fegyvertelen felnőtt férfiak lapockáin, kulcscsontjain, karcsontjain, orsócsontjain és singcsontjain végeztük. A vizsgálatra alkalmas állapotban megőrződött 49 „íjász" és 32 fegyvertelen csontjain számos aktivitással összefüggő elváltozást és izomtapadási hipertrófiát regisztrálhattunk. Igen magas arányban érintettek többek közt a deltaizom, nagy mellizom, széles hátizom, karizom és kétfejű karizom eredési és tapadási pontjai.
Kijelenthetjük, hogy a tárgyalt széria íjászaktivitását illetően az embertani, illetve a régészeti elemzések igazolják és alátámasztják egymást.

MYCOBACTERIUM TUBERCULOSIS KOMPLEX KIMUTATÁSA LIPID BIOMAR-KEREK SEGÍTSÉGÉVEL

Váradi Orsolya Anna[1,2], Kecskeméti Anita[2], Spekker Olga[1], Molnár Erika[1], Bereczki Zsolt[1], Szekeres András[2], Vágvölgyi Csaba[2], Pálfi György[1]

[1]Szegedi Tudományegyetem, Embertani Tanszék, 6726, Szeged, Közép fasor 52.
[2]Szegedi Tudományegyetem, Mikrobiológiai Tanszék, 6726, Szeged, Közép fasor 52.
e-mail: varadi.orsolya.90@gmail.com

A *Mycobacterium tuberculosis* komplex által okozott megbetegedések régóta kísérik az emberiség történelmét. Bár Robert Koch már 1882-ben kimutatta a tuberkulózis kórokozóját, a megfelelő kezelési módszer hiányában a betegség a XX. század folyamán is nagy pusztítást vitt véghez. A védőoltások és az antibiotikumok megjelenésével mind az incidencia, mind a mortalitás jelentősén csökkent ugyan, de a várakozásokkal ellentétben a mai napig regisztrálnak újabb és újabb eseteket, sőt a megbetegedések száma napjainkban növekedni látszik. Ennek oka egyrészt az úgynevezett multidrog-rezisztens törzsek megjelenése, másrészt az immundeficienciát okozó fertőző ágensekkel történő koinfekció.
A fent említett okokból kifolyólag a *M. tuberculosis* komplex és az általa okozott tbc-s megbetegedés kutatása aktuális és halaszthatatlan feladat. A betegség megértéséhez elengedhetetlenek a paleoepidemiológiai vizsgálatok. Ezen kutatásokhoz számos, a klinikai diagnosztikában használt módszert adaptáltak az archeológiai minták vizsgálatára.
Elsőként az aDNS alapú azonosítás terjedt el az 1990-es évek elején, majd ezt hamarosan követték a lipid biomarker alapú technikák. Ezen biomarkerek előnye, hogy szerkezetükből fakadóan jóval stabilabbak, mint a DNS. Az azonosítási módszer azon alapszik, hogy a *Mycobacterium* genusba tartozó fajok sejtfala nagy arányban tartalmaz különféle lipideket, melyek egy része fajra specifikus (különböző hosszúságú szénlánccal rendelkező mikolsavak, mikocerozátok, mikolipenátok), és HPLC (nagy teljesítményű folyadékkromatográf), illetve GC-NI-CI-MS (negatív kémiai ionizációs tömegspektrométerrel kapcsolt gázkromatográf) segítségével detektálható. A lipid biomarker alapú kutatással számos jelentős eredményt értek el nem csak külföldi, de hazai minták vizsgálata során is.
Előadásomban elsősorban a technika elméleti hátterét foglalom össze, majd egy kitekintést kívánok nyújtani a legjelentősebb eredményekre.

KÖRNYEZETI NEVELÉS A KOSBOR TANÖSVÉNYEN

Fodor Éva[1], Révész László[2]

[1]Eszterházy Károly Főiskola, PhD jelentkező
6097 Kunadacs, Dózsa György u. 10.
email: eva.fodor.31@gmail.com
[2]Eszterházy Károly Főiskola
3301 Eger, Pf. 43.
email: revesz.laszlo@ektf.hu

A tanösvények száma hazánkban az utóbbi tizenöt évben folyamatosan emelkedett, országszerte számos létesült nemzeti parkok, erdészetek, civil szervezetek vagy egyéb fenntartók által. A tanösvények a környezeti nevelés és tudatformálás hatékony eszközei lehetnek, vizsgálatunkban a Kiskunsági Nemzeti Park Kunadacs mellett fekvő, Kosbor nevű tanösvényének a helyi általános iskola környezeti nevelésében betöltött szerepét mutatjuk be.
Kulcsszavak: tanösvény, Kosbor tanösvény, környezeti nevelés, Kunadacs-Ladánybene Általános Iskola kunadacsi székhelyintézménye

Bevezetés

A tanösvények elterjedése, megjelenése hazánkban

A tanösvények hazánkban elsősorban 1990 után kezdtek megjelenni, majd a 2000-es évek elején volt tapasztalható azok számának ugrásszerű növekedése. Az első tanösvénynek tekinthető létesítmény 1972-ben, egy tanösvény-szerű, illetve annak nevezhető bemutatóhely volt a Szalajka-völgyben, az ottani Erdei Múzeum közelében lévő Horotna-völgy területén. Erről a sétaútról 1982-ben Kovács Jenő már, mint tanösvényről ír könyvében. (Kollarics, 2015)
Hazánk első tanösvénye más források alapján a tihanyi Lóczy Lajos tanösvény, amely 1982-ben jött létre. (Bajor-Lampert, 2014).

Kezdetben a tanösvények leginkább a nemzeti parkok által kerültek kialakításra, később viszont azok fenntartóiként már különféle erdészetek, illetve civil szervezetek is megjelentek.
Kollarics doktori disszertációjában az alábbi adatok találhatók a tanösvények számára vonatkozóan: "A Földművelésügyi Minisztérium Nemzeti Parki és Tájvédelmi Főosztály nyilvántartásában 466 tanösvény szerepel, ezek közül 169 áll a nemzetiparkigazgatóságok, 297 pedig egyéb szervezet fenntartásában". (Kollarics, 2015, 69. o.)

A magyar tanösvények főbb jellemzői

A tanösvény *definiálására* számos meghatározás született, az általam feldolgozott szakirodalmakban leggyakrabban megjelenő és legjobbnak vélt definíció Kiss és szerzőtársai (2007) munkájához köthető: *„A tanösvény a környezetismereti bemutatóhelyek egyik típusa. Olyan tematikus útvonal, amelyen az érintett terület természeti és kulturális (kultúrtörténeti) öröksége állomáshelyekhez kötődően, általában táblák és/vagy kiadványok segítségével kerül bemutatásra, így a látogatók részéről önálló, aktív ismeretszerzést tesz lehetővé.”* (Kiss, 2007, hivatkozta Kollarics, 2015, 35. o.).
Fűzné (2002) A földrajz tanítása című folyóiratban megjelent munkája és Kollarics is alapul veszi az alábbi, szintén Kiss (1999) nevéhez fűződő meghatározást: *„A tanösvények olyan – elsődlegesen a látogatók környezeti tudatának fejlesztése céljából létrehozott – terepi bemutatóhelyek, amelyek turistaútvonalra felfűzött állomásokon, táblák, vagy kirándulásvezető segít-*

ségével mutatják be egy adott terület természeti- kultúrtörténeti adottságait és értékeit, valamint azok megőrzésének fontosságát és módját." (Kiss, 1999, hivatkozta Kollarics, 2015, 35. o. és Fűzné, 2002, 3. o.).
Ezen kívül a nemzeti parkok közös honlapján található a következő definíció: "A tanösvény kijelölt, jelzéssel ellátott tematikus túraútvonal, amelyen állomáshelyekhez kötődően, tájékoztató táblák és/vagy kiadványok segítségével ismerhetők meg az érintett terület természeti értékei és kulturális öröksége." [1]

A három meghatározás alapján a tanösvények legfőbb ismérvei az alábbiakban foglalhatók össze:

- kijelölt, jelzéssel ellátott
- tematikus
- (turista)útvonal
- állomáshelyekkel rendelkezik
- táblák, kiadványok, kirándulásvezető/tájékoztató füzetek segítik az ismeretek átadását
- önálló, aktív ismeretszerzésre ad lehetőséget
- természeti, kulturális (és gazdasági) értékeket mutat be
- a környezeti tudat fejlesztését, illetve a természeti, kulturális (és gazdasági) értékek megőrzésének fontosságát és módját hivatott elősegíteni

A tanösvények *funkcióját* tekintve a releváns szakirodalomra támaszkodva az alábbi meghatározásokat mutatom be:

Kiss hármas funkciót nevez meg:

- oktatási és ismeretterjesztési funkció
- értékvédelmi funkció
- élményátadási funkció. (Kiss, 2007)

Kollarics (2015) foglalja össze a Kárász Imre által megadott funkciók tanulmányom szempontjából leglényegesebb szempontjait: "Kárász Imre a környezettudatosság fejlesztését, a természet élményszerű felfedezését, megismerését és megszeretését tartja a legfontosabb funkciónak, hiszen csak az védhető meg, amit szeretünk, és csak azt szerethetjük, amit ismerünk." (Kollarics, 2015)

A tanösvények *jellegét* tekintve lehetnek azok természetismereti, illetve tematikus tanösvények. A tematikusak esetében hazánkban a földtani, állat-és növénytani értékeken van a hangsúly, míg a természetismereti tanösvények komplexebbek, értékeket tekintve is többfélét képviselnek és lényegük az oda látogatók ökológiai szemléletének formálása. (Fűzné, 2013).

A tanösvények *csoportosítását* Kollarics disszertációjában a Kiss (1999, 2007) által meghatározottak alapján foglalta össze. Alapvetően hét szempontnak megfelelően csoportosíthatók a tanösvények:

1. Az ismeretközlés módszere
   a. Tájékoztató táblás
   b. "Karós-füzetes"
   c. Vegyes
2. Az ismeretszerzés módszere
   a. Bemutató
   b. Foglalkoztató

[1] forrás: http://magyarnemzetiparkok.hu/tanosvenyek/

3. A bemutatásra kerülő ismeretanyag
    a. Tematikus
    b. Komplex
4. A közlekedés módja
    a. Gyalogos
    b. Kerékpáros
    c. Lovas
    d. Autós
    e. Vízi
5. Az útvonal hossza
    a. Séta
    b. Túra
6. Helyszínhez való viszony
    a. Helyismereti
    b. Témaközpontú. (Kollarics, 2015)

Ezt Bajor-Lampert kiegészíti egy további szemponttal:

7. A kihelyezés
    a. Időszakos
    b. Fix. (Bajor-Lampert, 2014)

A Kosbor tanösvény

A Kosbor tanösvény Kunadacs mellett, a Peszéradacsi rétek területén, jellemzően lápos és mocsaras élőhelyen elhelyezkedő, botanikai értékekben rendkívül gazdag terület. A tanösvény hossza 1750 méter, ezen kívül elmondható róla, hogy a Kiskunsági Nemzeti Park fennhatósága alá tarozik, tájékoztató táblás, 5 állomásból álló és egész évben gyalogosan látogatható. Jellemzően bemutató tanösvény, a Kiskunsági Nemzeti Park honlapjáról letölthető leporellón található néhány ellenőrző kérdés, amelyeket az arra vágyók mindenesetre kitölthetnek. Tematikus tanösvény, fő célja az adott területen elhelyezkedő jellegzetes élőhely bemutatása, mindemellett séta jellegű és helyismereti tanösvény.

A környezeti nevelés hazánkban

A környezeti nevelés jelentősége a 70-es évek közepén kezdett megjelenni a nemzetközi színtéren; számos kiadvány, konferencia és tudományos anyag foglalja magába a téma fontosságát. Magyarországon valamivel később, a 90-es évek közepére tehető a hazai környezeti nevelést meghatározó jogi háttér kialakulása. 1995 óta számos törvény és szabályozás rendelkezik a közoktatásban folyó környezeti nevelésről. A közoktatási törvény értelmében minden oktatási intézmény pedagógiai programjának és helyi tantervének tartalmaznia kell az intézmény környezeti nevelési koncepcióját. A Nemzeti Alaptantervben, a Nemzeti Környezetvédelmi Programban és a Nemzeti Környezeti Nevelési Stratégiában is megjelenik a környezeti nevelés fontossága.

A környezeti nevelés meghatározására számos definíció született, az általam feldolgozott szakirodalmak legtöbbjében megjelenik az IUCN definíciója: *"A környezeti nevelés olyan értékek felismerésének és olyan fogalmak meghatározásának a folyamata, amelyek segítenek az ember és kultúrája, valamint az őt körülvevő biofizikai környezet sokrétű kapcsolatának megértéséhez és értékeléséhez szükséges készség és hozzáállás kifejlesztésében. A környezeti nevelésnek gyakorlati vonatkozásai is vannak a környezet minőségét érintő döntéshozatalban és egy széles értelemben vett viselkedésmód kialakításában."* (IUCN, 1970).

Ezt szükségesnek vélem kiegészíteni Lehoczky definíciójával: *"A környezeti nevelés a személyiségformálás olyan összetevőit és folyamatát jelenti, melyek a személyek, illetve közösségek környezeti identitásának kialakulását és elmélyülését segítik magatartás- és tevékenységrepertoárjuk ökológiai szemléletű gazdagítása által."* (Lehoczky, 1999, 15. o.)

E két definícióból jól kivehető tehát:

- a környezeti nevelés területének komplexitása
- a környezet megértésének és értékelésének fontossága
- az ahhoz kapcsolódó kedvező hozzáállás és viselkedésmód kialakítása
- a személyiségre gyakorolt hatása
- a kedvező személetmód kialakítása.

A vizsgálat célja

Vizsgálatunk célja a Kosbor tanösvény szerepének meghatározása a Kunadacs-Ladánybene Általános Iskola kunadacsi székhelyintézményének környezeti nevelésében. A Kiskunsági Nemzeti Park által fenntartott Kosbor tanösvény Kunadacs községtől megközelítőleg 4 km-re található. E földrajzi közelség ténye miatt vetődött fel bennünk a kérdés, hogy mennyire használja ki a helyi általános iskola ezt a lehetőséget.

A vizsgálat

A vizsgálat módszere

A vizsgálat módszeréül a szóbeli kikérdezést (mélyinterjú) választottuk; két egyéni, félig strukturált interjú keretén belül került előzőleg megfogalmazott, főként nyitott kérdésekből álló kérdéssorunk megválaszolásra. Az adatok rögzítése szó szerint, írásban történt.

A vizsgálatban részt vevő személyek

A Kunadacs-Ladánybene Általános Iskola intézményvezető-helyettese, a biológia és testnevelés tantárgyakat tanító Pongrácz Józsefné, illetve Kemény Andrásné, aki földrajz-testnevelés szakos és a helyi természetbarát szakkör alapítója. Az első megkérdezett személy Kemény Andrásné volt, Pongrácz Józsefné ezt követően válaszolt ugyanazokra a kérdésekre. Választásunk azért esett e két nevelőre, mert olyan pedagógusokat terveztünk kiválasztani, akik esetében valószínűsíthető volt, hogy az általuk tanított tantárgyak keretein belül feldolgozásra kerülhet a tanösvények témája. Erre a természettudományos tárgyakat, azokon belül is a biológiát és földrajzot tartottuk a legvalószínűbbnek. Mindketten testnevelés szakosak, ami olyan szempontból bírt jelentőséggel, hogy az esetleges iskolai keretek közt megvalósuló kirándulások szervezésében és lebonyolításában valószínűnek tartottuk a testkulturális szakemberek jelenlétét.

Pongrácz Józsefné, mint intézményvezető-helyettes tisztában van az intézményegység minden történésével, így azokban a kérdésekben, amelyek az iskola összes évfolyamát érintik, őt tartottuk a legmegfelelőbb interjúalanynak.

Kemény Andrásné a helyi természetbarát szakkör vezetője, így feltételeztük, hogy az esetleges tanösvényen történő szakköri látogatásokon ő van jelen a tanulókkal.

A vizsgálat helyszíne

A Kunadacs-Ladánybene Általános Iskola kunadacsi székhelyintézménye.

A Kunadacs-Ladánybene Általános Iskoláról

A Kunadacs-Ladánybene Általános Iskola kunadacsi intézménye 2016 év elejétől az Ökoiskola cím büszke birtokosa, aminek következtében az ökoiskola program feltételeinek eleget téve számos környezeti nevelési programban vesznek részt diákjai. A kunadacsi intézményegység az iskolatársulás székhelye, tanulóinak száma 105. Pedagógiai programja tartal-

mazza azt a fő törekvést, hogy kialakítsák tanulóikban a környezettudatos magatartást és megalapozzák környezettudatos életvitelüket. Ezen célok elérése érdekében különféle tanórai és tanórán kívüli programokat kínálnak a tanulóknak. Tantárgyi szinten a helyi tantervben megjelenő tárgyak egyes tananyagai, illetve a felső tagozatos évfolyamon az osztályfőnöki órák során feldolgozásra kerülő ismeretanyagok. A tanórán kívüli tevékenységek során lehetőség nyílik gyalog- és kerékpártúrára a település környékének és környezeti értékeinek megismerése céljából minden osztály számára, évente egy alkalommal megrendezésre kerülő projektnapján - a Föld napján - való részvételre, környezetvédelmi őrjáratra a településen és a tanulók által az iskolai szelektív hulladékgyűjtés megvalósítására.

Eredmények

A vizsgálat során sikerült minden kérdésre értékelhető választ kapnunk.

A vizsgálat kérdéseire adott válaszok alapján a tanösvényt az iskola tanulói különféle tanórai és tanórán kívüli kirándulások, ezen kívül nyári táborok és szakköri - természetbarát szakkör - keretén belül látogatják.

A tanösvényt az iskola tanulói rendszeresen látogatják. Erre minden tanévben jellemzően egyszer kerül sor, így számukra az intézményben töltött 8 év alatt többféle szervezésben és számos alkalommal lehetőség nyílik a tanösvény iskolai keretek közt történő megismerésére.

A látogatások egy része osztálykeretben működik, de a szakköri és tábori bejárások során több évfolyam tanulói együttesen vesznek részt a programban. Így tehát a tanösvények bejárása az iskolának mind a nyolc évfolyamára kiterjed. A legutóbbi látogatás egyébként ez év április 8-án, a természetbarát szakkörrel történt, a részt vevők pedig az 1-7. évfolyam tanulói voltak.

A tanösvények bejárása jellemzően tavasszal történik. Ez logikus, hiszen ebben az évszakban virágoznak a terület legkülönlegesebb botanikai értékeinek számító orchideafajok, illetve a mocsári kardvirág és a szibériai nőszirom. Emellett előfordul az is, hogy nyári táborok alkalmával vagy esetenként ősszel is kilátogatnak oda.

A tanösvény megközelítése a településről szakköri keretek közt kerékpárral, más iskolai látogatások alkalmával gyalogosan is történik.

A szakkörrel történő tanösvénylátogatások javarészt 1 órát vesznek igénybe, ezalatt a tanösvényen olvasható információk, látható növény- és állatfajok megfigyelése, a tapasztaltak szóbeli feldolgozása történik. Ilyen alkalmakkor feltárásra kerül a tanulók előzetes tudása és a már meglévő ismeretei, mindemellett az új információk feldolgozása is. Jellemzően fontos tényező a látogatás időtartama alatt a tanulók figyelmének felkeltése a természet értékeinek védelmére és megbecsülésére, valamint az annak megfelelő viselkedésmódok elsajátítása.

A tanösvényen tapasztaltakat a szakkör végén megbeszélik, értelmezik, illetve fontos az is, hogy a foglalkozást vezető tanár által feldolgozásra kerül a tanösvény tanulói értékelése, a bejárás során tanult új információk és a közös élmények, tapasztalatok megbeszélése. A tanösvényen megismert új információkat később iskolai keretek között is feldolgozzák, jellemzően a Föld napján (ami szerencsés választásnak bizonyul, hiszen ez a témanap minden évben április 22-e környékén kerül megrendezésre, addig pedig általában megtörténik a tanösvénylátogatás). A nyári táborok alkalmával is feldolgozásra kerülnek a tanösvényen látott, hallott és tapasztalt dolgok, különféle játékos feladatokkal, rajzokkal és kérdésekkel.

Tanórai keretek között, településföldrajz témában szintén megbeszélésre kerül az anyag az érintett évfolyamokon. Biológia órán, a hatodik évfolyamban a tanterv része a nemzeti parkok és természetvédelmi területek anyagának feldolgozása, ekképp a tanösvények témája is előkerül ennek kapcsán.

A tanulói visszajelzések a tanösvénylátogatásokkal kapcsolatban mindig kedvezőek, maradandó élménynek és kellemes időtöltésnek bizonyulnak, szakköri keretek közt is élvezettel hallgatják végig a tanösvénnyel kapcsolatos információkat.

A tanösvénylátogatások teljes mértékben hasznosnak tekinthetők. Érvényes ez a megállapítás olyan szempontból is, hogy nő a tanulók ismeretanyaga a települést körülvevő élőhelyek növény- és állatvilágával kapcsolatban, más részről viszont a két meginterjúvolt pedagógus megjegyezte azt is, hogy sok olyan tanuló jár az iskolába, aki számára nem ismert tény a tanösvény létezése. Ezért, ha nem tennének látogatásokat iskolai keretek közt, akkor ez valószínűleg nem is változna. Akadnak viszont szerencsére szép számmal olyan esetek is, amikor az iskola által szervezett bejárások hatására a tanulók később családi körben is kilátogatnak a Kosbor tanösvényre, ott ismételten megfigyelik a növény- és állatvilágot. E tanösvény egyik jellegzetessége egyébként, hogy az útvonala egy még működő temető mellett halad el. A természetbarát szakkört vezető Kemény Andrásné az interjú kérdései után kiegészítette mondanivalóját azzal a megállapítással, hogy a temető közelében elhaladva, de jellemzően az egész tanösvény területén a tanulók nagyon kulturáltan és fegyelmezetten viselkednek, megértik és elfogadják, illetve viselkedésükbe integrálják a természeti és épített környezet védelmének és megóvásának fontosságát.

A vizsgálat tapasztalata szerint tehát az iskola figyelmet fordít arra, hogy a tanösvény földrajzi közelségéből adódó előnyös helyzetét lehetőség szerint kihasználja. Örvendetes az a tény is, hogy nem csak osztályközösségi, hanem egyéb, az iskola több évfolyamát integráló keretek közt is szerveznek látogatásokat, így az a tanulók számára sok élmény forrása. Fontos, hogy a diákok személyes tapasztalatai, illetve a természeti környezetben végzett ismeretátadás a két meginterjúvolt pedagógus szerint segít a tanulókat érzékenyebbé és tudatosabbá tenni a környezeti értékek megóvásában.

Összegzés

A tanösvények a környezeti nevelés és tudatformálás hatékony eszközei lehetnek, vizsgálatunkban ezért arra kerestünk választ, hogy egy jellemzően kisközségi, a tanösvény közelében lévő általános iskola hogyan képes kihasználni az abban rejlő lehetőségeket a tanulók környezeti nevelésében. A kérdésekre adott válaszokból kiderül az is, hogy az egyes iskolai bejárások népszerűsítik a tanösvényeket az iskola diákjainak körében, ennek következménye az, hogy később a tanulók egy része családi körben is visszatér a bemutatóhelyre. Ennek olyan szempontból van jelentősége, hogy segít a tanösvények környezeti nevelési céljain túl azok rekreációs, szabadidő-eltöltést szolgáló funkciójának erősítésében, illetve az iskolán kívül a környezeti nevelés családi szocializációs színterében történő megvalósulásában is.
További vizsgálatokra adhatnak okot az ez esetben kapott eredmények, a megyében található négy hasonló, jellemzően kisközségi általános iskola, amelyek néhány kilométeres körzetében szintén fellelhető legalább egy, a Kiskunsági Nemzeti Park által fenntartott tanösvény.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnénk köszönetet mondani e tanulmány létrejöttében a Kunadacs-Ladánybene Általános Iskola kunadacsi székhelyintézményének; különös tekintettel Pongrácz Józsefnének és Kemény Andrásnénak, akik nem csak a kutatásra szánt idejükkel és hasznos tapasztalataikkal segítették munkánkat, hanem hozzáértésükkel és a környezet védelme iránt tanúsított elkötelezettségükkel tevékenyen hozzájárulnak a hazai környezeti nevelés hatékonyságához.
Köszönettel tartozunk továbbá Mika János professzor úrnak, aki hasznos és értékes meglátásaival, valamint az idő közben felmerülő kérdéseink megválaszolásával segítette tanulmányunk elkészítését.

Felhasznált irodalom

1. BAJOR-LAMPERT Rita [Doktori (PhD) értekezés] (2014): A tanösvények szerepe és kialakítási szempontrendszere „Zöld Tantermek" Budapest helyi jelentőségű védett területein. Budapesti Corvinus Egyetem Tájépítészeti és Tájökológiai Doktori Iskola, Budapest. < URL http://phd.lib.uni-corvinus.hu/777/2/Bajor_Lampert_Rita_thu.pdf> [2016. 03. 18.]
2. FŰZNÉ DR. KÓSZÓ Mária (2013): Élmény alapú tanulás a tanösvényeken. A földrajz tanítása, 2013. március. 3-9. o.< URL: http://www.mozaik.info.hu/Homepage/pdf/folyoirat/A_foldrajz_tanitasa_2013-1.pdf > [2016. 13. 20.]
3. FŰZNÉ DR. KÓSZÓ Mária (2002): A környezeti nevelés koncepciói. Iskolakultúra, 2002. évfolyam, 1. szám, 40-50 o. < URL: http://epa.niif.hu/00000/00011/00056/pdf/iskolakultura_EPA00011_2002_01_040-050.pdf. > [2016. 01. 19.]
4. KISS Ferenc és ZSIROS Anita (2006): A környezeti neveléstől a globális nevelésig. A környezeti nevelés című könyv alapján (Szerk: Kuknyó János) MPKKI, Nyíregyháza. 2006. < URL: https://www.nyf.hu/ttik/sites/www.nyf.hu.ttik/files/doc/kornyezeti_neveles.pdf. > [2016. 01.19.]
5. KISS Gábor (1999): Hogyan építsünk tanösvényt? A tanösvények létesítésének elmélete és gyakorlata. Földtani Örökségünk Egyesület, Budapest.
6. KISS Gábor [szerk.] (2007): Tanösvények tervezése: módszertani útmutató. Bükki Nemzeti Park Igazgatóság, Eger.
7. KOLLARICS Tímea [Doktori (PhD) értekezés] (2015): A tanösvények szerepe a környezeti szemléletformálásban - Tervezés, hatékonyságvizsgálat és módszertani vonatkozások. Nyugat-Magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Kar, Kitaibel Pál Környezettudományi Doktori Iskola Környezetpedagógiai Program, Sopron. < URL: http:// doktori.nyme.hu/525/1/Disszertacio_Kollarics%20Timea.pdf> [2016. 03. 18.]
8. OKTATÁSI MINISZTÉRIUM (2004): Segédlet az iskolák környezeti nevelési programjainak elkészítéséhez, Budapest. < URL: http://www.nefmi.gov.hu/letolt/kozokt/knmp_kezirat10.pdf. > [2016. 01. 19.]
9. FALUS Iván, TÓTH ISTVÁNNÉ KÖRNYEI Márta, BÁBOSIK István, RÉTHY Endréné, SZABOLCS Éva, NAHALKA István, CSAPÓ Benő, MAYER MIKLÓSNÉ NÁDASI Mária (2011): Bevezetés a pedagógiai kutatás módszereibe. Készült: TÁMOP-4.2.5.B-11/1-2011-0001 számú projekt keretében, a korábban nyomtatásban is megjelent Bevezetés a pedagógiai kutatás módszereibe c. kiadvány alapján. Műszaki Könyvkiadó Kft, Budapest. < URL:http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011_0001_531_pedagogia/ index.html > [2016. 01. 06.]
10. A Kunadacs-Ladánybene Általános Iskola Nevelési Programja, (2013) < URL:http://kunadacs-ladanybene.sulinet.hu/oldal/Ped-program.pdf > [2016. 04. 12]
11. Magyar Nemzeti Parkok honlapja < URL: http://magyarnemzetiparkok.hu/tanosvenyek/> [2016. 04. 12.]

HULLADÉKGAZDÁLKODÁS ÉS MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK A HAZAI KÖRNYEZETI NEVELÉSI OKTATÓCSOMAGOKBAN

Révész László[1], Fodor Éva[2]

[1]Eszterházy Károly Főiskola
3301 Eger, Pf. 43.
email: revesz.laszlo@ektf.hu
[2]Eszterházy Károly Főiskola, PhD jelentkező
6097 Kunadacs, Dózsa György u. 10.
email: eva.fodor.31@gmail.com

A jelen óvodás és iskolás korú gyermekeinek környezeti nevelése kiemelkedő jelentőségű a fenntartható fejlődés és ennek jegyében bolygónk jövője szempontjából. Dolgozatunk célja a hazai közoktatásba adaptálható, magyar nyelvű és ingyenesen hozzáférhető, a hulladékgazdálkodás és megújuló energiaforrások témakörét feldolgozó oktatócsomagok bemutatása és értő elemzése.
Kulcsszavak: környezeti nevelés, oktatócsomag, hulladékgazdálkodás, megújuló energiaforrások

Bevezetés

A környezeti nevelés fontosságának felismerése a 60-as - 70-es évektől mindinkább előtérbe került, majd a fenntartható fejlődés jelentőségének megfogalmazása óta a különféle oktatási intézményekben egyre inkább megkülönböztetett szerep jut a környezeti nevelésnek. Nagyjából ez idő tájt, főleg a 70-es évekre kezdtek az oktatás részévé válni a különféle oktatócsomagok, melyek akkor egyedülálló módon foglalták rendszerbe a különféle taneszközöket. Az oktatócsomag ugyanis *"az audiovizuális, nyomtatott és egyéb tanítási-tanulási anyagok olyan rendszere, amely egy téma pontosan megfogalmazott céljainak elérésében a tanulók és a tanár munkáját bizonyítottan segíti"*. (Falus, 2003, 333. o.). Az oktatócsomag bizonyos kritériumoknak is meg kell feleljen, melyek az alábbiak: *"(...) a rendszerbe szervezettség, amely több elem révén biztosítja a célok elérését, a megfelelő médiumok kiválasztása, vagyis a tartalom adekvát leképzése, a konkrét célrendszer és az értékelés eszközeinek megléte, valamint az eredményesség bizonyítása, vagyis a kísérleti kipróbálás, vagy más vizsgálat során, a beválás igazolása."* (Nádasi, 2014, 116. o)

Dolgozatunkban azokat a magyar nyelven és ingyenesen elérhető környezeti nevelési oktatócsomagokat mutatjuk be, amelyek részben vagy egészben a hulladékgazdálkodás és megújuló energiaforrások témáját dolgozzák fel.

Vizsgálati módszer

Esszénk elkészítése dokumentum- és tartalomelemzésre épül, mely keretein belül három környezeti nevelési oktatócsomag került feldolgozásra.

A vizsgálat kritériumainak az alábbi feltételeket választottuk: a környezeti nevelési oktatócsomagban jelenjen meg a hulladékgazdálkodás vagy a megújuló energiaforrások témája, magyar nyelven elérhető legyen és ingyenesen álljon rendelkezésre a közoktatás valamennyi szereplője számára. E kritériumoknak három oktatócsomag felelt meg, név szerint a Zöld útipakk, az EnergiaKaland és a Hulladék-suli.

Az elemzésben fontos szempontokként vettük figyelembe az oktatócsomag készítőinek fő motivációját az ismeretátadásban, annak fajtáját a feldogozott témák számát illetően, az elemzéshez kiválasztott két téma (hulladékgazdálkodás és megújuló energiaforrások) területén belül feldolgozott ismeretanyagot, annak célközönségét életkorra való tekintettel, felhasználásának lehetőségeit tanórai vagy tanórán kívüli keretek közt, a benne ajánlott foglalkozások jellemző hosszát, illetve azok teljes tartalmát az információhordozó eszközök szerint.
Mindhárom kiválasztott oktatócsomagról megállapítható, hogy interneten elérhető. Az alábbiakban röviden összefoglaljuk azok egymástól elérő legfontosabb ismérveit.

Zöld útipakk
Komplex oktatócsomag, mely a hulladékgazdálkodás és a megújuló energiaforrások témáját is tartalmazza, jellemzően az általános iskolás felső tagozatos tanulók számára készült. 219 oldalas tanári kézkönyvvel rendelkezik, magyar nyelvű honlap nem érhető el, a http://www.rec.org/ oldalon, angol nyelven tartalmaz a tanári kézikönyvhöz képest többletanyagot.

Energiakaland
Tematikus oktatócsomag, öt nagy részből áll, az 5-18 éves fiatalok számra. E részek mindegyikéhez tanári kézikönyv is elérhető, melyek 11,13, illetve 15 oldalasak. Magyar nyelvű honlapján online játékok is elérhetők: http://www.energiakaland.hu/.

Hulladék-suli
Tematikus oktatócsomag, tanári kézikönyvet nem tartalmaz, összes anyaga a magyar nyelvű honlapról érhető el: http://www.hulladek-suli.hu/. Az általános iskolás korosztály számára készült.

Eredmények
A Zöld Útipakk oktatócsomag jellemzése
Eredeti nevén Green Pack, mely először angol nyelven, 2002-ben került kiadásra, egy több szereplős nemzetközi együttműködés keretein belül. A Zöld útipakk oktatócsomagot a „Toyota Environmental Activities Grant Program 2000" támogatásában a Közép- és Kelet-európai Regionális Környezetvédelmi Központ alkotta meg, ehhez magyar részről a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium szakemberei és hazánkban praktizáló tanárok, oktatók is tevékenyen hozzájárultak. 2002-es kiadása óta több mint 20 nyelven jelent meg. A Zöld útipakk egy komplex oktatócsomag, ingyen elérhető és tanári kézikönyvvel rendelkezik, ami egyébként környezetbarát papírra nyomtatva jelent meg.
A Zöld útipakk elkészítői nagy hangsúlyt fektettek és kiemelkedő jelentőséget tulajdonítanak a különféle környezeti nevelési értékek átadásának, a környezettudatosság életmódba való beépítésének. A kiadvány foglalkozási anyagai nem kizárólag tanórai, hanem szakkörök, esetleg erdei iskola keretein belül vagy tulajdonképpen bármilyen más, tanterven kívüli foglalkozás során feldolgozásra kerülhetnek. A tanári kézikönyvben feldolgozott témák túlmutatnak az iskolai kereteken is, azok az egész népesség számára tanulságos és hasznos anyagokkal szolgálnak. Az oktatócsomag fontos törekvése, hogy komplex ismereteket adjon a tanulóknak, kritikus gondolkodásra sarkallja őket és több nézőpontból is bemutasson egy adott témát vagy problémát, így rávilágítson annak komplexitására. A foglalkozások teljesítését alapvetően több tanórányi időre tervezték, azok megvalósítása hosszabb időt vesz igénybe. Szélesebb korosztálynak szól, bár elsődleges célközönsége az általános iskolás, elsősorban a 11-15 éves diákok, ugyanakkor a tanári kézikönyvben hangot adnak annak a megállapításnak, hogy más iskolafokokon is használható.

Az oktatócsomag minden témája tartalmaz egy problémafeltevést, meghatározza az adott téma feldolgozásának időtartamát és az évszakot, amikor a foglalkozásokat végezni érdemes. A lebonyolításra alkalmas helyszínt, az elvégzéshez szükséges anyagokat, az ajánlott módszereket, a foglalkozás legfontosabb célkitűzéseit, illetve az adott témakörök tantárgyakba ágyazhatóságát is meghatározza. Található továbbá minden egységnél egy bevezető rész, hasznos módszertani tanácsok és esetenként tanulságos történetek is.
Az oktatócsomag 5 nagy témát és azokon belül 21 altémát dolgoz fel. Az első nagy fejezet a "Környezeti elemek", melyen belül feltárásra kerül a levegő, víz, talaj és a biológiai diverzitás témája. A második nagyobb egység a különféle veszélyforrásokra hívja fel a figyelmet, úgy mint az urbanizáció, a zajforrások, a hulladékkezelés problémái és a különféle vegyi anyagokban rejlő veszélyek. A harmadik főbb rész az "Emberi tevékenységek" nevet viseli, melyen belül feltárásra kerülnek az energiagazdálkodás, a közlekedés, az ipar és mezőgazdaság, valamint az erdészet és a turizmus környezetre gyakorolt hatásai. A negyedik fontos témakör a globális jellegű problémákra, kihívásokra koncentrál, úgy mint a klímaváltozás, az ózonréteg, és a savasodás folyamata. Az utolsó nagy egység az "Értékek" nevet viseli, és megjelennek benne a fogyasztói társadalommal kapcsolatos tudnivalók, a környezet és az egészség összefüggései, az emberek jogai és bolygónk jövőjével kapcsolatosan a fenntartható fejlődés jelentősége.
Az általam elemzési szempontokként választott hulladék és energia altémákon belül az alábbi anyagrészek kerülnek feldolgozásra: a hulladék komposztálása; az alumínium és a papír, mint hulladékfajták; illetve a hulladékégetés problematikája. Az energia témakörön belül megjelenik az energiatakarékosság jelentősége otthonunkban; a különféle megújuló energiaforrások jelentősége mindennapjainkban (úgy mint vízenergia, szélenergia, napenergia, geotermikus energia és biomassza-energia); az atomenergia; a kerékpározás, mint energiatakarékos közlekedési forma és az iparban rejlő környezetbarát megoldások.
Az oktatócsomag teljes tartalma: tanári kézikönyv, óratervek, oktatófilm (VHS), interaktív CD-ROM, dilemma-játékok.

Az EnergiaKaland oktatócsomag jellemzése
Az E.ON EnergiaKaland program az E.ON UK vállalat jóvoltából jött létre, célja egy energiatudatos és az energia témájában tájékozott nemzedék kialakítása. Az oktatócsomag elkészítőinek meglátása szerint a jelen óvodásai és iskolás korú fiataljai egy olyan generációt képviselnek, akik kulcsfontosságú szerepet játszanak a fenntartható fejlődés szempontjából, ezért nekik mind egyénileg, mind a közösség szintjén rendkívül fontos felismerniük az energiatudatosság és a fenntartható energiafogyasztás fontosságát, hiszen döntéseikkel és tevékenységükkel nagy mértékben befolyásolják majd bolygónk jövőjét. Az alapvetően angol nyelven íródott oktatási csomagot magyar szakértők bevonásával a hazai környezeti nevelési igényeknek, valamint az országra jellemző energiagazdálkodási jellemzőknek, a jelen lévő energiaforrásoknak megfelelően alakították a hazai oktatási intézményekbe való adaptálhatóság érdekében.
Az EnergiaKaland nem előíró jellegű tananyag, célja sokkal inkább az, hogy alternatívákat, ötleteket és különféle segédanyagokat kínáljon a környezeti nevelés, azon belül is az energiagazdálkodás témájához az óvodás kortól a középiskolai oktatásig. Mind az öt rész lehetővé teszi a tanulók differenciált fejlesztését, illetve az egyéni, páros vagy csoportos munkaformák alkalmazását. Beilleszthető az óvodai és iskolai nevelési alapprogramokba és különféle helyi tantervekbe, az oktatócsomag bármely feladata vagy eleme önállóan, vagy együttesen is használható.
Minden része igyekszik a tanulók személyes tapasztalatain és élményein keresztül az energiatakarékosság és energiabiztonság fontosságát és jelentőségét a gyerekek gondolkodásmódjába építeni, valamint a különféle összefüggések feltárására és észlelésére irányuló logikus és kritikus gondolkodást kialakítani.

Az oktatócsomag összes tagja alapvetően két részből áll: az online elérhető felületből és az onnan letölthető nyomtatott segédanyagokból. Az online felület tartalmaz különféle interaktív játékokat a tanulók korának megfelelő nehézségi és összetettségi szinten, egy óvodapedagógus/tanári szoba nevű linket, amelyre kattintva egy oldalas leírás jelenik meg a program egészéről, annak rövid bemutatásával és a letölthető anyagok megnevezésével. A különféle CD-k, könyvek, foglalkoztató füzetek és egyéb segédanyagok ingyenesen megrendelhetők, azzal a feltétellel, hogy egy (óvoda)pedagógus a folyó tanévben legalább egy órán használja az adott program valamely részét és annak tapasztalatairól kitölt egy, a honlapon elérhető online kérdőívet. A letölthető segédanyagok mindegyike tartalmaz egy tanári kézikönyvet és egy mappa borítót. Az egyes életkoroknak megfelelően letölthetők még mesekönyvek, játékkártyák, feladatlapok, tudáskártyák és szerepkártyák. Fontos továbbá - az EnergiaKuckó csomag kivételével - a tanári kézikönyv végén található értékelőlap, amelynek köszönthetően a tanulók saját maguk tudják értékelni a program végrehajtása során nyert új ismereteket, saját tudásukat és fejlődésüket, majd ezeket összevethetik a tanári értékeléssel.
Az EnergiaKaland program az 5-18 éves korú fiatalok számára készült, öt részből áll: EnergiaKuckó (5-7 évesek), EnergiaOtthon (6-8 évesek), EnergiaVáros (7-11 évesek), EnergiaOrszág (11-14 évesek), EnergaVilág (14-18 évesek).

Az *EnergiaKuckó* program fő célja elsősorban az óvodás korú gyerekek figyelmének, kíváncsiságának és érdeklődésének felkeltése és fenntartása az energia világa iránt. Segít az energiával kapcsolatos alapvető fogalmak tisztázásában, átfogó képet ad az energia használatának, fogyasztásának és termelésének hátteréről, lehetőségeiről, és az egyéni felelősségvállalás fontosságára is felhívja a figyelmet. További fontos eleme a programnak e tulajdonságok és kompetenciák életmódba építése, a tudatosság és a fenntarthatóságról való gondolkodás kialakítása, megelőzve az energia pazarlását és a különféle energiafogyasztásból adódó baleseteket. Fontos, hogy hangsúlyát nem kizárólag az óvodai nevelésre helyezi, lényeges szerepet tulajdonít a családnak, ennek megfelelően a tanultak óvodán kívüli alkalmazásának is. Az óvodás korú gyermekek kreativitását és kíváncsiságát megragadva, illetve fejlesztve kívánnak a program alkotói olyan kompetenciákat kialakítani a gyerekekben, amelyek az iskolai tanulmányok megkezdése előtt egy stabil és biztos alapot nyújtanak az adott intézmény környezeti nevelési programjához.
Négy fő témát ölel fel: "Mi az energia?", "Honnan jön az energia?", "Energiatakarékosság", "Biztonsági szabályok és jó tanácsok".
Az óvodások életkorának megfelelően tartalmaz játékos elemeket, játékkártyákat, illetve meséket.

Az *EnergiaOtthon* program fő célja a kisiskolás gyerekek körében az energia témakörének bemutatása. Feldolgozásra kerül számos téma, melyek segítségével a tanulók megértik, hogy milyen alapvető energiaforrások léteznek, ezek hogyan jutnak el a háztartásokba, ahol a különféle berendezések működni tudnak. Bemutatja továbbá az energia útját, a legfontosabb különbséget a megújuló és a nem megújuló energiaforrások között, megérteti az energiatakarékosság fontosságát és gyakorlati tanácsokat ad az energiapazarlás elkerülésére, illetve a lehetséges veszélyforrások megszüntetésére. Kiemelt jelentőséggel bír az energiatakarékosság fontosságának megismertetése és annak megalapozása, emellett e tudatosság a tanulók életmódjába való építése. Az EnergiaKuckóhoz hasonlóan ez a program is nagyban épít a játékosságra, és az adott életkorú gyermekek igényeinek megfelelően adagol további ismereteket és feldolgozási módokat. Az óvodásokhoz képest e korosztály felkészítésében némileg nagyobb szerepet szán az internetes feladatoknak, fontos eleme továbbá, hogy személyes tapasztalatok révén kívánja a kisiskolásoknál meglapozni a fenntartható energiafogyasztást. A témák kiterjednek a különféle környezetvédelmi problémákra és azok lehetséges megoldására az

egyén és a tágabb csoport szintjén, az energia meglétére a háztartásban, de az energiatakarékosságra nevelés fontossága is fontos szerepet kap.
Az Energiaotthon program négy alapvető témakört dolgoz fel: "Mi az energia?", "Az energia felhasználása", "Energiapazarlás" és "Biztonság".
A kisiskolások életkorának megfelelően tartalmaz tudáskártyákat és feladatlapokat.

Az *EnergiaVáros* program **e**lsődleges célja a 9-12 éves tanulók számára az energiatudatos élet- és szemléletmód kialakítása. A tanári kézikönyv információi alapján fontos szerepet szán a személyes tapasztalatokra épülő ismeretelsajátításra és az előző két energiaprogramhoz hasonlóan a hatékony, nem pazarló energiafogyasztásra és energiagazdálkodásra, valamint az energiabiztonságra. Az ajánlott korosztálynak megfelelően nő az információ mennyisége és annak komplexitása is, a készítők fontosnak tartották a logikus és tudatos gondolkodást és a különféle mögöttes összefüggések megértését és azok életmódba építését. A feladatokat és példákat a hétköznapi életből véve, az ajánlott korosztálynak megfelelő nehézségi szinten gazdagítja a tanulók tudástartalmait a különféle energiafajtákkal és energiaforrásokkal. Fontos elemei az energiahordozók és az energiatakarékosság összefüggései, a környezet szennyezése az egyes energiahordozók által, a helyi és tágabb környezet védelme az egyén szintjén, a kockázatok felismerése, a megújuló és meg nem újuló energiaforrások megkülönböztetése és azok használatának következményei, a fenntartható fejlődésben való felelősségünk és szerepünk egyéni, illetve közösségi szinten, valamint egyre nagyobb szerepet kap a digitális tananyag.
Az EnergiaVáros csomag négy témakörből áll: "Villamos energia", "Energia és környezet", "Energiatakarékosság" és "Biztonság".
A tanulók életkorának megfelelően tartalmaz tudáskártyákat és feladatlapokat is.

Az *EnergiaOrszág* csomag alapvetően a 11-15 éves korosztály számára készült, fontos célja a megújuló és nem megújuló energiaforrások megkülönböztetése, azok környezetre mért következményeinek bemutatása, az energiatakarékosság és a biztonságos energiahasználat fontosságának hangsúlyozása. Megjelenik témái között továbbá az áramtermelés, energiakereskedelem, a különféle káros anyagok kibocsátása, illetve az ennek következtében fellépő globális problémák, ezen kívül a különféle nemzetközi érintettségű energetikai ügyek és az országok közötti együttműködés fontossága, valamint az egyes energiatakarékossági módszerek és lehetőségek bemutatása. Nagy jelentőséggel bír továbbá, hogy e korosztálynál már megjelenik az energia témakörében felmerülő döntések megismertetése több szereplő szemszögéből, amely szereplőknek a csomagban meghatározott öt főbb anyagrész felel meg. Ilyen módon a gyerekek megtapasztalhatják a különféle döntésekkel járó felelősséget, illetve azok következményeit. E döntések különféle szinteken kerülnek meghozatalra, az egyén szintjétől egészen az ország egészét érintő kérdésekig.
Az EnergiaOrszág rész hat témából áll: "Az energiavállalat", "A kibocsátásfelügyelet", "Az áramtermelő", "A kormány", "A környezetvédelmi szakember" és "A háztulajdonos".
A tanulók életkorának megfelelően tartalmaz tudáskártyákat és feladatlapokat.

Az *Energiavilág* oktatócsomag a középiskolás, 14-18 éves tanulók igényei szerint készült, iskolatípustól függetlenül alkalmazható a gimnáziumi, szakközépiskolai vagy szakmunkásképzőben tanuló fiatalok környezeti nevelésének támogatására. A program fő célja a tanulók megismertetése az alábbi témákkal: az energia termelésétől annak fogyasztásáig, nem csak az egyén és a közösség, hanem az ország és bolygónk szintjén is. A Földet érintő főbb jövőbeli veszélyforrásokat is magába foglalja, ezek elkerülésének lehetősége a személyes felelősségvállalással és adekvát cselekvésekkel kerül feldolgozásra. A program az alábbi témákat érinti: a megújuló és nem megújuló energiaforrások jelentősége a világ energiagazdálkodására és a

környezetvédelemre; az energiagazdálkodás fontossága a fenntartható fejlődésben; az egyéni, közösségi, ország és globális szinten meghozott döntések szerepe a Föld jövőjének alakulásában; az energiatakarékosság és az energiabiztonság jelentősége. Fontos részét képezik az oktatócsomagnak a szituációs játékok és szerepjátékok, amelyek során a tanulók némiképp a saját bőrükön érezhetik a döntéseik súlyát. Célja továbbá, hogy a tanulók összefüggéseikben lássák a különféle világméretű eseményeket, illetve az egyes országok, közösségek és személyek ezekre gyakorolt hatását; valamint meg tudják fogalmazni az adott információk alapján saját véleményüket és érveiket az adott téma alátámasztására. A kritikus gondolkodás és a különféle összefüggések felismerése szintén fontos jelentőséggel bír; ezen kívül az egészséges vitakultúra kialakítása és a különféle helyzetek, szituációk vitákban való gyakorlása; illetve a tanulók saját véleménynek és nézőpontjainak kialakítása az egyes témákban. Jelen vannak az oktatócsomagban továbbá olyan témák, mint az energiával kapcsolatosan megjelenő társadalmi, környezettudományi, technikai és technológiai alternatívák; a különféle energiaforrások rizikóinak és előnyeinek figyelembe vétele; a fenntarthatóságra nevelés és környezettudatos szemléletmód kialakítása; nyitottság az alternatív energiaforrásokkal kapcsolatban; környezetkímélő megoldások az iparban és technikában; akár hétköznapi életünk során. Hosszú távú gondolkodásra sarkall bolygónk jövőjéről, de a különféle változásokkal kapcsolatos összefüggések és azok előrejelzésének fontossága is helyet kap.
A feldolgozott anyag hét fő részből áll: "Megújuló és nem megújuló energiaforrások", "A résztől az egészig", "Éghajlatváltozás", "Energiafelhasználás", "Nukleáris jövő?", "Energiaátalakítás" és "Energiaelosztás".
A tanulók életkorának megfelelően tartalmaz tudáskártyákat, szerepkártyákat és feladatlapokat.

A Hulladék-suli oktatócsomag jellemzése

A Hulladék-suli nevű tematikus oktatócsomag a szentendrei Templomdombi Általános Iskola által elkészített és a Vízügyi Minisztérium támogatásával létrehozott környezeti nevelési csomag, mely célja a tanulók hulladékgazdálkodással, azon belül is a szelektív hulladékgyűjtéssel kapcsolatos ismereteinek megalapozása és fejlesztése, valamint azok életmódjukba történő beépítése. A honlapon olvasható, hogy az iskola által létrehozott oktatócsomag főbb célkitűzései a szelektív hulladékgyűjtéssel kapcsolatban a hulladékok történetének, a különféle hulladéktípusoknak, azok keletkezésének okaival és a mennyiség-csökkentésének lehetséges módjaival, valamint az újrahasznosítás és a hulladékok ártalmatlanná tételének lehetőségeivel megismertetni az iskola tanulóit.
Egyik kiemelkedő alapgondolata a kezdeményezésnek a példamutatás fontossága és szükségessége, vagyis az iskola dolgozói maguk is életvitelükbe építették azokat a fontos hulladékgazdálkodással kapcsolatos elveket és tartalmakat, amelyeket a tanulóknak kívánnak átadni. Ez mindenképp fontos annak elérésében, hogy a gyerekek maguk is megismerkedjenek a fenntartható fejlődés jelentőségével és a hozzá kapcsolódó, a hétköznapokban is alkalmazható lépésekkel ennek elősegítésére; illetve hogy ne csak iskolai közegben, hanem hétköznapi életük során is beépítsék viselkedésmintáikba e kompetenciákat. Az oktatócsomaggal az iskola segítséget kíván nyújtani a többi oktatási intézménynek a témakör hatékony és eredményes feldolgozásában. A honlapon elérhető játékokkal, óravázlatokkal, tanulói feladatlapokkal, írásvetítő fóliákkal, demonstrációs plakátokkal és a gyerekek által hazavihető ismertető füzettel számos jól használható segédeszközt kínál.
A célkorosztály a 6-14 éves korú tanulók, vagyis az általános iskolás gyerekek. Az oktatócsomag nem kizárólag tanórai felhasználásra készült; a honlapon olvasható, hogy akár tanulószobai vagy szakköri feldolgozásra is alkalmazható, esetleg témanap és témahét is szervezhető anyagaiból.

A honlap strukturált és érthető, könnyen el lehet igazodni rajta. A módszertani ajánlásokat tekintve jól alkalmazható óravázlatokat tartalmaz minden általános iskolás évfolyam számára, kapcsolódó feladatokkal és témákkal, témanapok szervezésére irányuló segédanyaggal. A különböző feladatokban megjelennek az alábbi elképzelések: tudatosság a vásárlásban, a keletkező hulladék mennyiségének redukálása, a papír újrahasznosításának lehetőségei, a különféle hulladéktípusok megkülönböztetése, a komposztálás és a veszélyes hulladékok típusai.

A vizsgált oktatócsomagok főbb szempontok szerinti rövid, táblázatos összehasonlítása

1. táblázat: Az oktatócsomagok főbb szempontjainak összehasonlítása

	Zöld útipakk	***EnergiaKaland***	***Hulladék-suli***
Fajtája a feldolgozott témák alapján	*Komplex*	*Tematikus*	*Tematikus*
Célkorosztály	*Elsősorban 11-15 év*	*5-18 év, 5 külön részben*	*6-14 év*
A csomag készítője	*Közép- és Kelet-Európai Regionális Környezetvédelmi Központ, a „Toyota Environmental Activities Grant Program 2000" támogatásával*	*E.ON UK*	*Templomdombi Általános Iskola, Szentendre (a Vízügyi Minisztérium támogatásával)*
Felhasználás	*Nem kizárólag tanórai, bármilyen más foglalkozás során végezhető*		
A foglalkozások jellemző hossza	*Általában 3 tanóra*	*1 tanóra, vagy a tanóra egy adott része*	*1 tanóra, esetleg témanap/hét*
Online elérhetőség	*http://www.rec.org/*	*http://www.energiakaland.hu/*	*http://www.hulladek-suli.hu/*

Összegzés

A kiválasztott oktatócsomagok közül kettő (a Zöld útipakk és az EnergiaKaland) nemzetközi együttműködés, míg a Hulladék-suli egy magyar kezdeményezés eredménye. A Zöld útipakk komplex oktatócsomag, mely keretén belül helyet kap a hulladékgazdálkodás és az energia témaköre. Az Energiakaland az energia témakörével foglalkozó tematikus oktatócsomag; ugyancsak tematikus a Hulladék-suli, ami a hulladék témáját, azon belül is kiemelten a szelektív hulladékgyűjtéssel kapcsolatos tudnivalókat dolgozza fel. Mindhárom oktatócsomag fontos szerepet szán a különféle tudástartalmak és a környezetvédelemmel kapcsolatos kompetenciák tanulói életmódba épülésének, illetve a tapasztalati alapú tanulásnak és kritikai gondolkodás kialakításának a részt vevő tanulók körében. Az oktatócsomagok közül terjedelmében a Zöld Útipakk a legnagyobb, ezt követi az EnergiaKaland és a Hulladék-suli. Az ajánlott korosztályok tekintetében az EnergiaKaland öleli fel a legnagyobb korosztályt, az 5 éves gyerekektől egészen a 18 éves középiskolásokig, majd a Hulladék-suli az egész általános iskolás korosztálynak szól, a Zöld útipakk pedig leginkább a 11-15 éveseknek készült; jóllehet a tanári kézikönyvében megjegyzésre került, hogy jellemzően az ilyen életkorú tanulóknak optimális, ugyanakkor egyes elemeit más korosztályok környezeti neveléséhez is fel lehet használni. A Zöld útipakk által ajánlott foglalkozások némileg hosszabb időt vesznek igénybe, mint a másik két oktatócsomag ajánlásai; ugyanakkor mindháromra jellemző, hogy nem kizárólag tanórai feldolgozásra szánják, hanem gyakorlatilag bármilyen iskolai vagy iskolán kívüli foglalkozáson felhasználható.

Véleményünk szerint mindhárom oktatócsomag jó lehetőségeket rejt magában arra, hogy egy adott oktatási intézmény környezeti nevelési programjának megvalósításához tevékenyen és hasznosan hozzájáruljon. Örömteli számunkra a szerzők azon elképzelése, hogy a lexikális tudás gyarapítása helyett a játékosságra és az életszerűségre, a tapasztalati tanulásra és tevékeny részvételre helyezi a hangsúlyt. Az iskolai vagy óvodai feldolgozáson túl bátran ajánljuk

az oktatócsomagokat a szülők figyelmébe is, hogy a gyerekek által az iskolában elsajátított tudást és kompetenciákat otthoni környezetben is kamatoztatni tudják, hozzásegítve őket ezzel a kívánt tudástartalmak megerősítésében és szokássá válásában.

Felhasznált irodalom

1. FALUS Iván [szerk.] (2003): Didaktika. Elméleti alapok a tanítás tanulásához. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
2. NÁDASI András (2014): Oktatásfejlesztési és -technológiai kutatások. TÁMOP-4.1.2-A/1-11/1-2011-0021. Eszterházy Károly Főiskola, Eger. < URL: http://www.tankonyvtar.hu /hu/tartalom/tamop412A/2011-0021_02_oktatasfejlesztesi_es_technologiai_kutatasok_ pdf/02_oktatasfejlesztesi_es_technologiai_kutatasok_1_1.html > [2016. 04. 09.]
3. SÁNDOR Bea [szerk.] (2003): Zöld Útipakk tanári kézikönyv. Közép- és Kelet-Európai Regionális Környezetvédelmi Központ (a„Toyota Environmental Activities Grant Program 2000" támogatásában), Budapest. < URL: http://documents.rec.org/publications/Green_ Pack_Hungary_HU_FEB_03.pdf >[2016. 04. 09.]
4. ENERGIAKALAND oktatócsomag (EnergiaKuckó, EnergiaOtthon, EnergiaVáros, EnergiaOrszág, Energiavilág tanári kézikönyvek), E.ON. < URL: http://www.energiakaland.hu/ > [2016. 04. 09.]
5. HULLADÉK-SULI oktatócsomag, Templomdobi Általános Iskola, Szentendre (a Vízügyi Minisztérium támogatásával). < URL: http://www.hulladek-suli.hu/ >

KÜLSŐ ÉS BELSŐ KÖRNYEZETÜNK VÉDELMÉBEN! – A KORSZERŰ KÖRNYEZETI NEVELÉS KIHÍVÁSAIRÓL

Rigóczki Csaba

Eszterházy Károly Főiskola, Neveléstudományi Doktori Iskola
e-mail: csaba.rigoczki@nemzetigeografia.hu
1151 Budapest, Károlyi Sándor út 58.b

A neveléstudomány, a geográfia, a környezetpszichológia határterületén lévő környezeti nevelésnek figyelemmel kell lenni a városi környezeti nevelésre. Ennek eszköze lehet, az erdei, múzeumi séták analógiájára működő sétautak. Egy mintaprojektben olyan sétautak fejlesztésére tettünk kísérletet, amely figyelemmel van a didaktikai elvárásokra, az új média térnyerésére, és a megváltozott, játékos társadalmi attitűdre.
Kulcsszavak: Környezeti nevelés, földrajzi környezet, környezetpszichológia, tanösvény, városi sétaút, gamifikáció.

Tanulási környezet

Nahalka István (1998) a tanulást a következőképp definiálja: „a tanulás, egy rendszerben, vagy irányító részrendszerében a környezettel kialakult kölcsönhatás eredményekét előálló, tartós és adaptív változás" (in Falus, 1998, p.118). Később a környezet fogalmát pontosítja is, az ember természeti, tárgyi, társadalmi környezetére, ami lényegében megegyezik a geográfusok használta *földrajzi környezet* alább ismertetett fogalmi felosztásával. Míg a környezeti nevelés általános gyakorlatban a környezetről való tanítás-tanulást jelenti, addig az említett definícióban az egyén-környezet viszonya didaktikai vonatkozással bír. Ezt a kölcsönhatást elfogadva a környezet, mint oktató médium értelmezhető, tehát a tanuló nem a *környezetről*, hanem a *környezettől* tanul. Megerősíti mindezt, hogy „a tanulási környezet (learning environment) az oktatáselmélet egyik alapfogalmává vált. A modern oktatáselméletek a tanuló-környezet viszonyt kölcsönhatásként írják le" (uott. p126).

A geográfia a földrajzi környezet kifejezéssel illeti az egyénnel kölcsönhatásban álló, biológiai és szociális viselkedését meghatározó komplex rendszert. Jelen kereteket meghaladná a földrajzi környezet részletes szakirodalmi áttekintése, a részkülönbségektől eltekintve általánosságban elmondható, hogy a szerzők jellemzően az említett természeti, művi, társadalmi (és/vagy gazdasági) környezet részhalmazainak együtteseként tekintenek rá.

A fentiek okán a természeti-társadalmi-művi környezetben kialakított tematikus sétautak a mainál sokkal nagyobb figyelmet érdemelnek a környezeti nevelés tanulás-tanítás folyamatában. A tematikus sétautak típusai a jelölt turistautak, a tornapályák, az erdei tanösvények, a tárlatvezetések, az intézményi séták, (pl. arborétum, nemzeti park), a városi sétautak, virtuális séták. Közös bennük, hogy a tanítás-tanulás során elhagyjuk az iskolát.

Tantermen kívül

Katona – Leskó – Kosáros – Kárász, (2008) áttekintése szerint a környezeti nevelés is történhet formális és non-formális módon szervezett (iskolarendszerű) keretek között, illetve informálisan iskolarendszeren kívül. A tanulás eredendően Philip H. Coombs-hoz köthető fogalomhármasával, a fogalmakhoz tartozó különböző értelmezésekkel Pordány Sarolta foglalkozik részletesen (Pordány 2006). A környezeti nevelés gyakorlatában az elméletben és a

gyakorlatban is a formális iskolai munka a meghatározó. A Didaktikában Falus Iván (1998) említés szinten, Báthory (1987) egy fejezetet erejéig (Extracurriculum) foglalkozik az iskolarendszerű, de iskolán kívüli tanítás-tanulással, elsősorban a fakultációt, második helyen szakkörök fajtájit elemezve. A helyi tantervekben Bajor-L. R. (2014) kutatása szerint a többség nem viszi az iskolák falain kívülre a diákokat. Kérdőíves felmérésében a válaszadók 46%-ban az intézmény kapuin belül folytatnak környezeti nevelést és a területre történő látogatás is csupán a szabadban való tartózkodás miatt történik. Mindezek alapján mondhatjuk, hogy a megváltozó attitűdök (ld. később) mellett az informális tanulás-tanításnak, illetve a nonformáls csatornák integrálása még komoly erőforrásnak tekinthető. A hangsúlyeltolódást jelzi Csapó Benő (2004) prognózisa is, miszerint „A tanulás színterei fokozatosan áttevődnek az iskoláról a gazdasági-társadalmi élet egyéb helyszíneire." (p30).

Az eddigieket összefoglalva, mondhatjuk, hogy bár az oktatási környezet jellemzően egybeesik az iskolai környezettel, az erdei tanösvény, vagy múzeumi séta ugyancsak tanulási környezetnek tekinthető, hasonlóképp a városi környezet is lehet tanító médium. A sétautaknak informális módon jut pedagógiai szerep, aminek legáltalánosabb formája a szakköri tevékenység. Könnyű belátni – és jelen cikk szerzője, kézműves pedagógus[1], azt a gyakorlatban meg is valósította –, hogy a sétautak a hobbyszakkör keretei között könnyen bejárhatók, sőt fejleszthetők. A lehetőségek azonban ennél tágabbak, mert egyéni vagy kiscsportos tevékenységben, tanórán kívül ugyancsak végigjárhatók. Mindezeknek helye van a környezeti nevelés eszköztárában.

„Gombamódra szaporodnak"

A sétautak didaktikai beágyazottságáról közel sem egyértelműen pozitív a tapasztalat. Az *erdei tanösvényeket* kutatva Bajor-L. R. (2014) – sok szerzővel egyetértve – azt mondja, gombaszerűen nőnek ki szerte az országban, olykor különösebb tematika és rendszer nélkül. Az idegenforgalmi irányultsággal kijelölt *városi sétautak* meg sem próbálnak pedagógiai célkitűzést megfogalmazni. A *múzeumpedagógia* téren sokkal kedvezőbb a helyzet, ám a múzeumpedagógusoknak is szerény a mozgástere, mert didaktikai rendszerbe illeszteni programjaikat az iskolai alapdokumentumokban lehetséges. Báthory Zoltán (1987) szerint „a tanítás lényege a tanulás tervezése, szervezése, szabályozása, értékelése (p8). Az említett sétautaknak válaszolni kell arra is, hogy hol a helyük ebben a struktúrában. Ugyanezt másképp fogalmazva, ha elfogadjuk a fejezet elején említett tanulás-definíciót, akkor a „rendszerben, vagy irányító részrendszerében" kifejezések sem megkerülhetők.

Kérdés, vajon mekkora a társadalmi igény a sétautak iránt. A *tanösvényekan* Bajor-L. R. (2014) idézett kutatása szerint az emberek többsége három percnél többet nem tölt el egy tájékoztató tábla előtt és nem olvassa végig. A 14-18 év közötti fiatalok értékelték legkevésbé a tanösvényt, mondván a területre inkább kaland-, illetve vadasparkot kellene létrehozni. (Ez utóbbi gondolat az attitűdváltás szükségességére utal; ld. később). *A városi sétákkal* kapcsolatos piaci tapasztalat mindezzel ellentétes. „Titkokra vadásznak a városlakók – írja a bulvársajtó (Index, 2012.12.02)2 – Úgy tűnik, hogy a városi sétákra elképesztően nagy az igény, a meghirdetett túrák többségére napok alatt telnek be a helyek." Közös a fenti két megállapításban (idézetben), hogy a sétautak didaktikai átgondoltság nélkül készülnek, különbség azonban, hogy míg az előbbiek az útvonalfejlesztő (önkormányzat, erdészet, lokálpatrióta mozgalmak) környezeti küldetése, az utóbbiak a piaci igények szerint fejlődnek. Az igény pedig inkább, mint láttuk, inkább a kalandpark felé orientál.

[1] A kézműves szaktudása, tehetsége (művészete) és a tradíciók szerint igyekszik egyedi munkával létrehozni a legmesteribb terméket a nyersanyag és a műhely adta lehetőségek között.
[2] http://index.hu/kultur/2012/12/02/titkokra_vadasznak_a_varoslakok

Városom taníts engem!

Sokan, sokhelyütt megfogalmazták már, hogy a környezeti neveléssel jellemzően a természettudományok tanárai foglalkoznak, és az ilyen irányú nevelő-oktató tevékenység is döntően természettudományos irányultságú. Csakhogy a gyermekek nagyobb hányada városlakó, ezért mondhatjuk, hogy a környezeti nevelésben a globális és lokális természeti jelenségek mellett a városi környezet is kitüntetett figyelmet érdemel – a továbbiakban erre fókuszálunk. Saly Erika (2012) a nemzetközi és hazai környezeti nevelési tapasztalatokat összefoglaló tanulmánya szerint: „A városi környezeti nevelésnek legalább akkora hangsúllyal jelen kell lennie fejlesztő munkánk során, mint a természetközpontúnak. A gyerekeket meg kell ismertetnünk közvetlen környezetükkel, ahol mindennapi életük zajlik, abban a reményben, hogy amit megismerünk, azt előbb-utóbb megszeretjük, s ha megszeretjük, felelősséget érzünk majd iránta" (p19).

Az oktató város fogalma nem újkeletű jelenség. Nemzetközi mozgalom az Educating Cities[3] (1990, Barcelona), aminek célkitűzése nem más, minthogy a város aktivitásaival valósítson meg környezeti nevelést, mert – a szervezet Charta-ja szerint – „az egyes ember fejlődése nem bízható a véletlenre." A mozgalom célja tehát az informális tanulás-tanítás. A már említett, elsősorban idegenforgalmi, kereskedelmi célt szolgáló városi túrákkal hasonló a helyzet.

> Káldi Kata (Imagine): Sokkal inkább feltűnnek azok a dolgok, amik mellett eddig elmentünk, mint például a botlókövek a zsidó negyedben, a Frankel Leó utcai, több mint száz éves csatornafedők, de valószínűleg sokan azt sem tudják, hogy a Lánchíd pesti hídfőjénél megtámasztott terebélyes akác Budapest legrégibb fája." Lénárd Anna (Budapesti Aszfalt Projekt): a nagyvárosi tér ritkán szól az emberről, az utóbbi időben felerősödött az igény, hogy a városlakó magáévá tegye a teret. Maczó Balázs (Angyalföldi Helytörténeti Gyűjtemény): a Bauhaus iránt kialakult fokozott érdeklődés. Somogyi Levente (Budapest Scenes projekt): A Weiss Manfréd Művek alatt kiépített több emeletes légópincékben mintegy 5000 ember élte túl a bombázásokat, ma pedig hetente indulnak teltházas séták a föld alatti világ felfedezésére. (Index, 2012.12.02)

Az elmondottak a környezeti nevelésnek egy harmadik aspektusát vetik fel Geográfia és didaktika mellett, a környezetpszichológiai vonatkozást.

Megismerem – megszeretem

A város polgárainak, köztük a gyerekeknek – sőt nekik talán leginkább – komfortérzete szorosan összefügg azzal, mennyire érzik otthon magukat az adott földrajzi helyen. Ennek környezetpszichológiai vonatkozásait a szakirodalom, többek között Dúll Andrea, Sallay Viola, Séra László, Kovács Zoltán, Urbán Róbert, Lippai Edit ugyancsak sokoldalúan bizonyította. Interaktív hatásról beszélünk, ha a város polgára sajátjának érzi a várost, akkor az a környezettudatos magatartásban, civil aktivitásban, interperszonális kapcsolatokban, szociális, karitatív tevékenységben is megnyilvánul. A városi környezeti neveléssel a fenntarthatóság elve is érvényesül.

A város megjelenése a róla gondolkodók mentális terében jelentősen különbözik a valós, földrajzi térbeli megjelenéstől. Ennek okán David V. Canter (1977) elkülöníti a hely és a tér fogalmát, előbbin az objektív földrajzi környezetet, utóbbin kognitív képzetet értve. Dúll Andrea-Urbán Róbert. (1997) álláspontja szerint a környezeti elemeknek a kognitív térben elfoglalt helye részben attól függ, hogy az egyén számára mekkora a *használati értéke*, részben pedig attól, hogy mekkora a *környezet hangulati kapacitása*. Ennek a hangulati kapacitásnak felismerése sem újkeletű dolog, a különböző tudományok és művészetek képviselői

[3] http://www.edcities.org/en/charter-of-educating-cities

egyetértenek abban, hogy képzetünkben a város több mint épületek és emberek halmaza, a város inkább egy organikus lényhez hasonlítható. Idő és hely függvényében hosszan sorolhatók a várost megszemélyesítő irodalmi és képzőművészeti hivatkozások.

A különböző hangulati kapacitással bíró tereket a társadalmi emlékezet irányából közelíti iskolateremtő munkájában Pierre Nora (1984) az emlékezés helyeit anyagi, szimbolikus és funkcionális értelmében kutatva. „Bizonyos helyek feltöltődnek emlékezettel, így a jelen hétköznapi, valamint ünnepi helyeinek és idejének szétválása emlékezetkultúrát alapít. Ilyen emlékezethely az archívum, az emlékmű," (pxxx)

A város objektív valósága, kognitív és affektív észlelése közötti különbségeket és ennek megismerhetőségét geográfus oldalról a városimázs-kutatások firtatják, melyeket Cséfalvay Zoltán (1994) foglal össze. A városi környezet megtapasztalásakor részben kognitív, részben affektív folyamatok zajlanak, melyek kölcsönös egymásra hatásban állnak. A kedvelt helyről a gyermek (és felnőtt) szívesen szerez ismereteket, ugyanakkor az ismert helyeket könnyebben megkedveli. A hatékony városi környezeti nevelésben ezért a városi sétautaknak geográfiai és a környezetpszichológiai összefüggései is figyelmet érdemelnek.

Virtuális sétautak

A virtuális környezet térnyerése megkerülhetetlen a környezeti nevelés vizsgálatakor. Legszélesebb körben épp az iskolai környezeti nevelés célcsoportja, a sokat emlegetett „z-generáció" használja azt. A virtuális környezetet a társadalmi környezet részeként értelmezem.

Elfogadva, hogy a geográfia tértudomány, felvetődik a kérdés, hogy a virtuális térben értelmezhető-e a virtuális geográfia? Első pillanatban tán túlzott absztrakciónak tűnhet a kérdésfelvetés, de ha a gondolatot virtuális sétaútvonalak formájában fogalmazom meg, már valós tartalmat nyer. Igencsak bőséges a kínálat a virtuális séták terén, még vállalkozást is találtunk, aki sétautakat készít a megrendelő intézményéről.[4] Hívei – akik közé e sorok szerzője semmiképp nem sorolható – azzal érvelnek, hogy segítségével prezentálni lehet egy adott helyet anélkül, hogy a látogatónak ott kellene lennie. A virtuális séta jó módszer lehet arra, hogy motiválja a látogatót, a hely valós felkeresésére, valid lehet egy közönség előtt zárt épületben (Parlament, Levéltár[5]) bemutatására, múzeumoknak is kedvelt eszköze a virtuális túra sokszor panorámakép, máskor térképvázlaton kijelölt pontok és fotói. A legmodernebbek lehetnek 3D-s megoldás, mint például a Nemzeti Galériáé.[6]

A virtuális térben ugyanakkor értelmét veszíti a földrajzi távolság. Könnyen elképzelhető olyan virtuális tanösvény, amelyben különböző kontinensek tűzokádói az állomások, és ezek a környezeti nevelésben jól használhatók, magam, kézműves pedagógusként mégis óvatossággal szemlélem ezeket, tartva attól, hogy a virtuális világ devalválja valós környezetünk valós jellemzőit (problémáit).

A virtuális környezet a szórakoztatóiparban is nagy teret kap. A videojátékok mellett a játékfilmek vizuális világát is mind nagyobb mértékben adja az ingergazdag és felgyorsult digitális képalkotás. Ezek kívül esnek természettudományos vizsgálódásunk és a környezeti nevelés körén, pedagógiai vonatkozása okán, ha a „z-generációnak" fejlesztett tananyagokra gondolunk, akkor mégis érdemes erre is figyelemmel lennünk. Olyannyira, hogy a cikk végén bemutatott játékosított mintaprojektünk házigazdája sem más, mint egy virtuális avatár,[7] a Geoharcos.

---

[4] http://virtualis-seta.hu

[5] http://bparchiv.hu/id-2043-virtualis_seta_budapest_fovaros.html
http://www.parlament.hu/parl/hun/virtualis_seta.htm

[6] http://www.opencreative.hu/panorama/virtualis-tura/budai-varnegyed/budai-var-nemzeti-galeria-delnyugat.html

[7] Jelentése: egy személy webes reprezentációja, egy arc és hozzá tartozó profil a világhálós társadalom előtt.

Adaptív környezeti nevelés

A szakirodalom számtalan esetben foglalkozik a motiváció kérdésével. Három-négy évtizedes publikációk ugyanúgy kulcsfogalomként firtatják, mint a maiak, és a pedagógusok feladata az idő múlásával aligha lett könnyebb. Az újmédia kínálta tartalmak, köztük a többtucat televíziós csatorna, az online hírek (és álhírek) mind konkurenciát jelentenek a gyermek figyelmének megnyeréséért tett erőfeszítésben. Az iskolarendszerű oktatás versenyhelyzetbe került, amikor a gyermekek motiváltságára, egyáltalán a gyermekek idejére tart igényt. A kereskedelmi médiában a tudományos ismeretterjesztő csatornák olyan látványos és érdekfeszítő módon mutatják be a természet- és társadalomtudományos jelenségeket, amire a tanórai munkában nincs mód. A környezeti nevelés mindeközben nem le, hanem épp ellenkezőleg, felértékelődött. Az ismeretterjesztő tartalmak mögött ugyanis nincs pedagógiai átgondoltság[8] hiányzik a már említett rendszerbe foglalás, ráadásul az egyenetlen színvonal miatt a kritikai gondolkodásra nevelés fontosabb, mint valaha. A környezet ingergazdagsága azonban realitás, a helyes pedagógiai válasz, csak az adaptáció lehet. Elvként mondhatjuk, nem, mint konkurenciára, hanem mint erőforrásra érdemes gondolni az ismeretterjesztő médiára. Mindez a sétautak tervezésekor is figyelmet érdemel.

Az adaptációnak két irányát fogalmazom meg. Az első az újmédiára irányul, és jelenti az eszközök és a tartalmak használatát. Az eszközhasználat mikéntjét nagyon sok publikáció kutatja, a tartalmak hasznosításáról már kevesebbszer olvasni. Pedig a web3 lehetőségeit kihasználva a pedagógus maga is online szolgáltatóvá válhat, ami gyakorlatban azt jelenti, hogy a valid információhordozókat (filmek, online képtárak, animációk, szoftverek) adaptálja a pedagógiai célrendszernek megfelelve. (Mindez együtt jár a tanári szerep átértékelődésével is, aminek ugyancsak széles az irodalma, meghaladja jelen kereteinket.)

Az adaptáció másik iránya attitűd-jellegű. A társadalmi jelenségek beállítódása, viszonyulása ma játékosabb, mint a történelemben bármikor. A televíziós műsorok, a populáris játékfilmek téma és formavilága mellett műemlékeinket is említhetjük. Míg egy emberöltővel ezelőtt köztéri szobrainkat a jeles személyiségek alakjait tekintélyes talapzaton fennkölt testtartásban ábrázolták[9], ma emberléptékű alkotások a jellemzőek hétköznapi élethelyzetekkel sokszor humoros eszközökkel. Ráadásul sorra jelennek meg alkotások, ahol maga a motívum is játék. Minderről a tudományos ismeretterjesztés műfajában adtam rövid összefoglalót (Rigóczki 2016)[10]. Sok szerző (Fróman Richárd, Damsa Andrei, ifj. Csákvári József, Aczél Zoltán, Rab Árpád, Gabe Zichermann) gondolja úgy, hogy amikor az iskolarendszeren kívüli ünnep- és hétköznapokban a játékosság nyer teret, akkor helyes, ha az iskolarendszerű oktatásban is megjelenik a játékosság. Az oktató játékok az elmúlt évszázadok gyakorlatában és didaktikai szakirodalmában is teret kaptak, ám az elmúlt évtized slágertémája maga a gamifikáció. Magam az Új Pedagógiai Szemlében (Rigóczki 2016) igyekeztem összefoglalni a gamifikáció néhány jellemzőjét, a játékmechanizmusokat működési elvekként, a játékelemeket pedig eszközökként értelmezve. A tanítás-tanulás folyamatainak játékosítása nem azt jelenti, hogy az adott aktivitás teljes játék volna, hanem azt, hogy a pedagógus egyes játékelemek és játékmechanizmusok integrálásával vonja be a diákot pedagógiai folyamatba.

Hol álljunk meg?

Ha a fentiek konklúziójaként elfogadjuk, hogy pedagógiailag releváns a városi sétautak kialakítása adaptálva az új médiához és a társadalmi attitűdhöz, akkor adódik a következő kérdés, hogy hol legyenek a városi sétaút állomásai? Általános érvényű válasz természetesen

[8] A 6-10 éves gyermekek környezeti nevelésében használható mesefilmek közül sokban nyomon követhető a pedagógiai átgondoltság.

[9] „Mit látsz a téren, ki áll kevélyen, talapzatán? Egy kőszobor" (Hofi Géza,)

[10] Példaként citálhatjuk, Ronald Reagan emberléptékű fővárosi szobrát; Colombo hadnagy (Peter Folk) és kutyája a Falk Miksa utcában, Bagaméri Kisújszálláson kapott szobrot.

nem adható, mert minden környezetnek meg vannak a kitüntetett pontjai. Helyes, ha a földrajzi környezet természeti, művi, társadalmi elemei is megjelennek. Pedagógiai céljainkat tekintve azonban a fogalmakra nem kell dogmatikusan tekintenünk. Vitatható, hogy egy városi park hól helyezkedik el a természeti-művi, vagy, hogy egy templom a művi- társadalmi környezet határán, ám a sétaút funkciója szempontjából nem is releváns az ilyen különbségtétel. Elegendő, ha a kiegyensúlyozottságra, ezzel egyben változatosságra törekszünk.

Az állomásoknak lehet konkrét földrajzi vonatkozása (természeti objektum, események helyszíne), és lehetnek egy földrajzi ponttal jelölt, de a térbeliségtől független helyek. Ez utóbbiak jelentésüket belső létükből nyerik, más elhelyezés is igazolható anélkül, hogy megmásítaná jelentésüket, például köztéri műemlékek. „Ténylegesen helyekről van szó, annak mindhárom – anyagi, szimbolikus és funkcionális – értelmében egyidejűleg, ám különböző mértékben." (Nora, P, 1984)

Mintaprojekt

Egy mintaprojektben tematikus városi sétautakat (Tematikus Újpesti Sétaút = TÚS) terveztünk tanítványaimmal, Budapest IV. kerületében a Berzeviczy Gergely Két Tanítási Nyelvű Közgazdasági Szakközépiskola szakkörével. Ezt az EDU elektronikus szakfolyóiratban (Rigóczki 2016) mutattam be. Egy-egy sétaút állomásai a földrajzi környezet elemei, egyben az „emlékezet helyei", ugyanakkor, mint tanító médium jelennek meg. A sétaút igyekszik megfelelni didaktikai rendszernek és a környezetpszichológiai elvárásoknak.

Mintaprojektünkben a diákok kiscsoportos munkaformában, virtuális eszközöket használva, de a valós térben cselekedve, játékmechanizmusok és -elemek alkalmazásával vesznek részt a sétán. Megfigyeléseket tesznek, real time válaszolnak feladatokra és gyűjtenek pontokat egy távolabbi, de jól látható cél elérése érdekében. Az állomások a gamifikáció elméletét és az újmédia eszköztárát hasznosító kerettörténetre szerveződnek. Egy kortárs avatár, Geoharcos vezeti őket útjukon, mely utak végén nyomot hagynak a városban (pl. egy lakat egy kijelölt vasoszlopon). Az utolsó állomás lehet akár egy cukrászda, ahol sütemény várja a fiatalokat.

Továbbra is a fenti tanulás-definícióra utalva megfogalmazódik a kérdés, hogy a sétautak, közöttük a mintaprojektben bemutatott példa mennyiben jelentenek *tartós és adaptív változást*? A tanulmányban említett üzleti, vagy más öncélú megfontolásból fejlesztett sétautakon pedagógiai cél – bár a séta ilyenkor sem haszontalan – nem valósul meg. Ha tudatosan tervezett, előkészített és értékelt sétákról van szó, akkor a környezet megvalósítja azt, amit *tanításnak* neveztünk. A cikkünkben bemutatott városi sétaút most még „csak" egy jó gyakorlat. A tapasztalatok feltételezni engedik, hogy a részvevő gyermekek ismeretei gyarapszanak, erősödik, környezettudatuk, helyi identitásuk. Hogy mindez a hipotézis kiállja-e az empirikus vizsgálat próbáját, az a jövőbeni kutatásokból derül ki. De ha elfogadjuk Kovács A. D. (2011) nemesen egyszerű állítását, miszerint a környezettudatosság „gyakorlati célja az „ember – környezet viszony" harmóniájának megteremtése.", akkor pedagógiai létjogosultságukat illetően a városi sétautak optimizmusra adnak okot.

Irodalom

Bajusz Klára (2011): A felnőttkori tanulás szakágazatai A felnőttoktatás funkciórendszere és kompetenciái Pécsi Tudományegyetem Bölcsészettudományi Kar

Bajor-L. R. (2014): A tanösvények szerepe és kialakítási szempontrendszere „zöld tantermek" Budapest helyi jelentőségű védett területein, doktori értekezés, Corvinus Egyetem, Budapest,

Báthory Zoltán: (1987), Tanítás és tanulás

Canter, D., (1977): The psychology of place, Architektural Press, London

Dull A. – Urbán R., (1997): Az épített környezet konnotatív jelentésének vizsgálata: Módszertani megfontolások, Pszichológia 1997/2; pp. 151-179

Csapó Benő (2004): Tudás és iskola. Műszaki Kiadó, Budapest
Cséfalvay Zoltán (1994): A modern társadalomföldrajz kézikönyve, IKVA
Falus Iván (szerk., 1998) Didaktika. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest
Katona I. – Leskó G – Kosáros A – Kárász I (2008): A média szerepe a környezeti nevelésben egri diákok körében végzett felmérés alapján, IV. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia I. Kötet
Kovács A. D.: A környezettudatosság fogalma és vizsgálatának hazai gyakorlata (in Életminőség-lakókörnyezet-rekreáció pp64 MTA, RKK Alföldi Tudományos Intézet, Kecskemét (2011)
Nora, P (1984): Emlékezet és történelem között A helyek problematikája (franciából fordította: K. Horváth Zsolt,
http://www.multesjovo.hu/hu/aitdownloadablefiles/download/aitfile/aitfile_id/476/, letöltve 2016. 05.15
Pordány Sarolta (2006): Az informális tanulás értelmezése és mérése. In: Feketéné Szakos Éva (szerk.): Fókuszban a felnőttek tanulása. Gödöllő, SzIE GTK, 25-33. p.
Saly Erika (XXX) A nemzetközi és hazai környezeti nevelési tapasztalatok összefoglalója.
http://ofi.hu/sites/default/files/attachments/saly_erika_-_nemzetkozi_es_hazai_kornyezeti_nevelesi_tapasztalatok_osszefoglaloja.pdf, letöltve 2016. 04.15
Rigóczki Csaba (2016): Gamifikáció (játékosítás) és pedagógia (Új Pedagógiai Szemle, 2016/3-4, Budapest
Rigóczki Csaba (2016): Városi környezeti nevelés a gamifikáció eszközrendszerét hasznosító tematikus sétautakkal EDU elektronikus szakfolyóirat 6. évfolyam 2. szám, Szombathely
Rigóczki Csaba (2016): „Próbálj meg lazítani" – szobraink színeváltozása, www.Netgeo.hu (letöltve 2016.07.01)

A HŐSZIGETELÉSI MUNKÁK HATÉKONYSÁGÁNAK VIZSGÁLATA AZ EGYETEMI SPORTCSARNOKBAN

Adonyi Dávid Attila, Horváth Márton, Ódor Noémi

Nyugat Magyarországi Egyetem, Savaria Egyetemi Központ,
Természettudományi és Műszaki Kar 9700 Szombathely, Károlyi Gáspár tér 4.
e-mail: odornoemi94@gmail.com; horvm94@gmail.com; adonyidavid@gmail.com

2015-ben az Egyetemi Sportcsarnokban energetikai korszerűsítést terveztek. A felújítás előtt megvizsgáltuk az épületet hőháztartás szempontjából. Hőmérséklet és relatív nedvességtartalom méréseket végeztünk és hőkamerával térképeztük fel az épületet. A mért adatainkat rendszereztük, kiértékeltük és a 2015 évi 14. Természet-, Műszaki és Gazdaságtudományok Alkalmazása Nemzetközi Konferencián, egy poszteren bemutattuk. A felújítás részben megtörtént, a méréseket ugyanazon a helyeken végeztük a 2016-os évben. A mért adatainkat rendszereztük és kiértékeltük. Összehasonlítottuk a két mérési eredményt, megvizsgáltuk a hőszigetelés hatékonyságát és erről beszámoltunk a Sporttudományi Intézet - Egyetemi Sportirodájának. Poszterünkön ezt mutatjuk be.

HEAVY METAL FORMS IN THE MUNICIPAL WASTEWATER

Ágota Farsang[1], Csilla Béres[1], Nóra Kováts[2], Tamás Rétfalvi[3]

[1]University of West Hungary, Institute of Geography and Environmental Sciences,
[2]University of Pannonia, Institute of Environmental Sciences,
[3]University of West Hungary Institute for Chemistry,
[1]Nyugat-magyarországi Egyetem, Földrajz és Környezettudományi Intézet,
9700 Szombathely, Károlyi Gáspár tér 4.
e-mail: fagi@ttk.nyme.hu; csberes@ttk.nyme.hu
[2]Pannon Egyetem Limnológia Intézeti Tanszék, 8200 Veszprém, Egyetem u. 10.
e-mail: kovats@almos.uni-pannon.hu
[3]Nyugat-magyarországi Egyetem, Kémia Intézet, 9400 Sopron, Bajcsy-Zsilinszky u. 4.
e-mail: tretfalvi@emk.nyme.hu

The location of the research was the regional wastewater treatment plant in Szombathely. The samples were taken in a period of one year on each occasion from raw wastewater, sedimented water, biological treated water and effluent water. The determination of the metal content of MSZ 1484-3: 2006 standard was based on (Testing of waters. Part 3: Determination of dissolved, suspended and total metals in water by AAS and ICP OES) The preparation of samples were done by Mars microwave digestion apparatus, the element analysis was measured by the Spectro Genesis ICP-OES instrument. We determinated the concentration of dissolved and total metals (cadmium, cobalt, chromium, nickel, lead, copper, zinc, manganese and tin). PH values were close to neutral in all samples. The samples (they contained greater amount of activated sludge) were collected at the end of the biological treated water had way bigger metal accumulation rate order. Incoming heavy metals in the wastewater were concentrated in the sludge, like the toxic organic material. Heavy metals tend to adsorb on the suspension of sewage sludge, in order to accumulate, partly by adsorption and partly by co-precipitation. The metal concentration in the effluent water is greatly reduced, compared to the inlet of 28/2004. (XII. 25.) KvVM. The strictest limits of these rescripts are completely fulfilled.

NAGY CSAPADÉKOT ADÓ CIKLONOK NEDVESSÉG FORRÁSAINAK VIZSGÁLATA

Balogh Máté[1], Horváth Ákos[2]

[1]Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar,
Földrajz- és Földtudományi Intézet, Meteorológiai Tanszék
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A
e-mail: bajogh@gmail.com
[2]OMSZ Siófoki Viharjelző Obszervatórium
8600 Siófok, Vitorlás utca 17.
e-mail: horvath.a@met.hu

A célunk olyan – főként Magyarországot érintő – nagy csapadékos események nedvesség forrásainak vizsgálata volt, amikor viszonylag rövid idő alatt nagy területen hullott jelentős mennyiségű csapadék (pár nap alatt 50-100 mm). Az ilyen helyzetek ciklonokhoz köthetőek, tehát nem lokálisan lehulló konvektív eseteket elemeztünk. Eddig nyolc esetet tanulmányoztunk részletesebben, melyből négyet mutatunk be jelen poszter esetében (2015. május 20-27., 2015. október 12-16., 2014. december 1., 2013. május 25. – 2013. június 2. (dunai árvíz)). A vizsgálatokhoz lagrange-i szemléletű trajektória alapú módszert alkalmaztunk. Az eredményekből az derült ki, hogy mindegyik ciklonnál – ami a nagy mennyiségű csapadékhullást okozta – megfigyelhető volt nedvesség szempontjából egy gyűjtési és egy zárt szakasz. Továbbá a trajektóriáknak egy északi és egy déli csoportját lehetett elkülöníteni. A trajektóriák csak kisebb része volt a fő nedvesség szállító, és ezek is főleg a déli területekről, gyakran a Szahara térségéből származtak. A meghatározott trajektóriák nagy távolságot tettek meg, és ezek összes nedvessége a végső csapadékhullásig lényegében nem csökkent, így egy magas szintű konvergencia feltételezett szerepét állapítottuk meg.

IDŐJÁRÁSI ANOMÁLIÁK HATÁSA AZ ERDEI SZALONKA (SCOLOPAX RUSTICOLA L.) VONULÁSÁRA

Bende Attila, László Richárd

Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar
Vadgazdálkodási és Gerinces Állattani Intézet
9400 Sopron, Bajcsy-Zsilinszky u. 4.
e-mail: attila.bende.emk@gmail.com; laszlo.richard@emk.nyme.hu

A 2010–2014-es évek közötti időszakban az erdei szalonka teríték monitoringban lehetőségünk nyílt a faj tavaszi vonulás dinamikájának vizsgálatára. Az öt év dinamikáját a mintavételi időszak heteiben tapasztalt a mintamennyiségek segítségével vizsgáltuk.
Kulcsszavak: Erdei szalonka, időjárási anomáliák, vonulásdinamika

Az időjárás vonulásra gyakorolt hatásai

A madárvonulás folyamatának vizsgálata során az időjárás kiemelt jelentőségű tényező. A vonulás két időszakban zajlik évente: ősszel, illetve tavasszal. A Kárpát-medence tavaszi időjárásának vizsgálata során a kedvező feltételek anticiklon hatás esetében alakulnak ki. A leszálló hideg levegő tiszta, kevés a felhő és a csapadékképződés valószínűsége minimális. A könnyű orientáció és a kedvező légkörfizikai állapotok növelik a vonulási aktivitást. A szél szerepe kiemelendő, hiszen a hidegfront mögött vonulók energiát takarítanak meg azzal, hogy a betörő hideg levegő segítségével repülnek. A túl erős, akár viharos erejű oldalirányú szél eltérítő hatása nem kívánatos. Az időjárási tényezők hatásmechanizmusának vizsgálata önmagában nem elegendő, hiszen a madarak fizikai állapota a vonulási útvonal hossza és számos tényező koegzisztensen fejti ki hatását (GYURÁCZ és CSÖRGŐ, 2009).

Az erdei szalonka vonulása

A vonulásra vonatkozó következtetéseket több mint 40 ezer franciaországi jelölt egyedből közel 7 ezer megkerült madár alapján vonták le. A hazánkon ősszel átvonuló erdei szalonkák jelentős hányada oroszországi fészkelő területeiről indul, és a Balti államokon, valamit Lengyelországon, Szlovákián és Ukrajnán keresztül éri el hazánk területét, majd áthaladva déleurópai telelő területeire érkezik (FARAGÓ, 2006), majd tavasszal ugyanezen az útvonalon térnek vissza. Az erdei szalonka szélesfrontú éjszaka és hosszútávra vonuló faj. Vonulásának megkezdési idejére vonatkozóan több teória született. Az időjárás és a vonulás kezdetének feltételezett kapcsolatát tárta fel SCHENK (1924) kutatásai során. mely szerint a vonulás akkor indul meg, amikor a Brit-szigetek felett depresszió, tőlünk délre pedig magas légnyomás uralkodik. PÁTKAI (1951) megfigyelése szerint a vonulás akkor éri el a maximumát, amikor a napi középhőmérséklet átlépi a 16°C-os küszöbértéket, és az atlantikus meleg légtömegek az Urál hegyláncáig hatolnak. Hazánkat több hullámban és eltérő vonulási útvonalakon érik el a vonuló madarak (FARAGÓ et al., 2011).

Mintavételi dinamika

Az egyes években a mintavételi periódusban hetenként jelentkező mintaszámok arányaikban jól tükrözik a vonulás jellemző dinamikai paramétereit a teljes vonuló populációra vonatkozó-

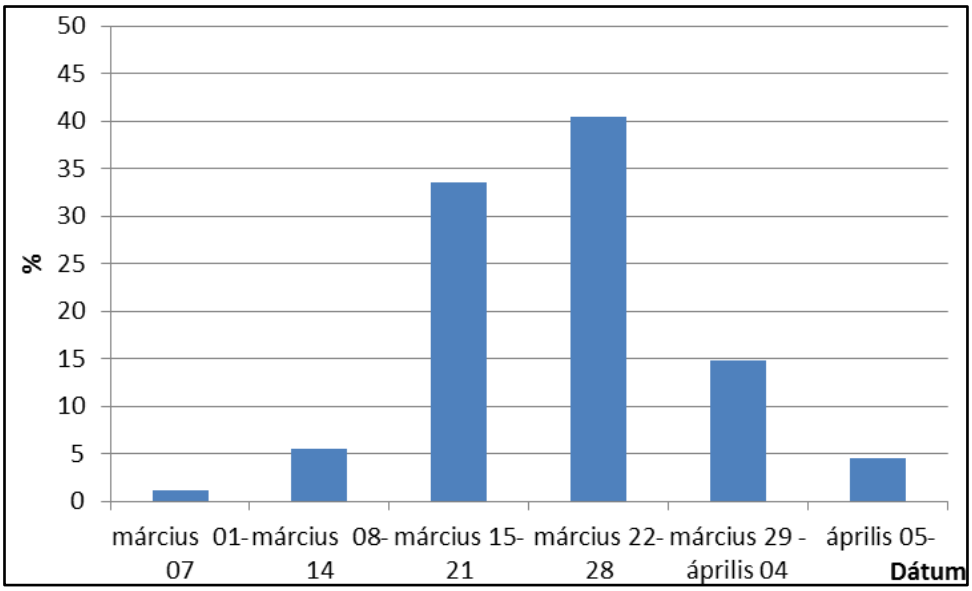
an. Országos szinten így kaphatunk reális képet a hazánkon átvonuló madarak térbeli és időbeli mintázatának változásáról (FARAGÓ et al., 2012).

Az összes minta az öt év vizsgálati időszakára vonatkozóan 13412 példány. Megállapítható, hogy a 2010–2012-es évek vonulásdinamikája nagyon hasonló képet mutat, így – a terjedelmi korlátok miatt – egy átlagosnak tekinthető 2012 évet és az átlagostól eltérő éveket mutatunk be.

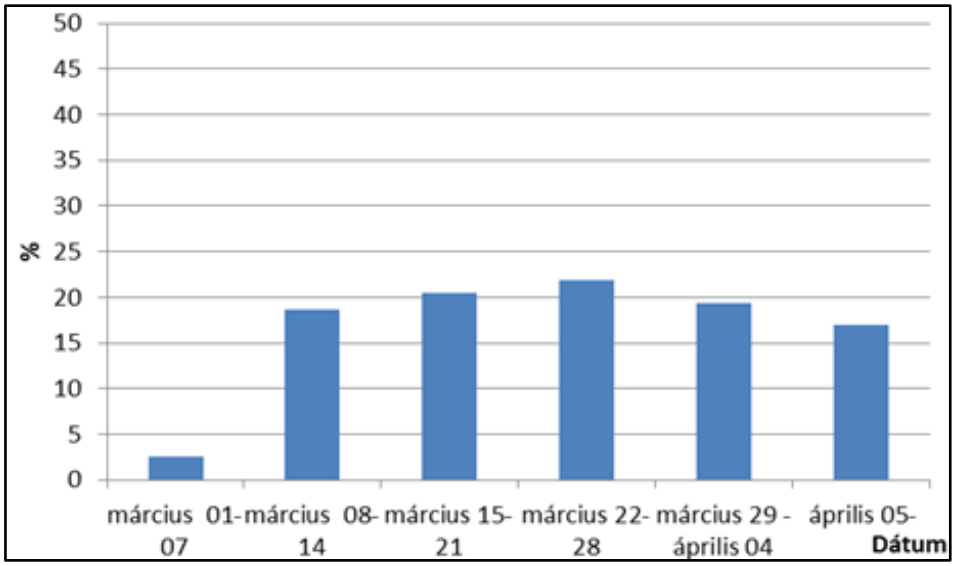
A 2012-es évben (1. ábra) a március első két hetét jellemző intenzitás a megelőző két évhez hasonlóan alacsony, lassan növekvő. A mintavétel második hetét követően egészen március 22–28-ig fokozatos és erőteljes növekedés mutatkozott, a vonulás ekkor tetőzött. Az intenzitás csökkenése március 29-től április elejéig fokozatosan ment végbe. (FARAGÓ et al., 2014).

A 2013-as év a vizsgálat tárgyidőszak eredményeitől eltérő képet mutatott a vonulás dinamikája tekintetében (2. ábra). A mintavétel kezdeti fázisában (március. 1–15) a 2010–2012-ig terjedő időszak eredményeihez hasonló értékeket kaptunk. Gyenge felfutással indult a húzás. Március 8-tól kezdődött a vonulási intenzitás fokozódása, majd az előző évektől eltérően egy ellaposodó, kiugró maximumot nem mutató felfutást követően lassan csengett le. Az adatgyűjtési időszakának utolsó hetében (április 5–11) az előző évekhez képest kiugróan magas értékeket tapasztaltunk (FARAGÓ et al., 2015).

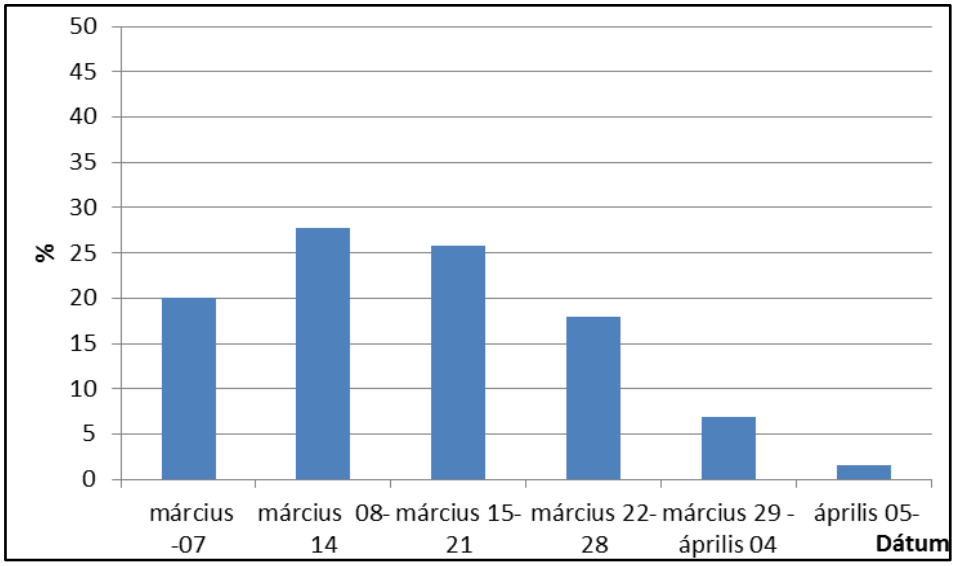
A 2014-es év vonulásdinamikája szintén eltért az átlagosnak tekinthető évekétől. A nagy madársűrűségekkel jellemezhető szakasz eltolódva a mintavételi időszak elején jelentkezett. A március 1–15 között tapasztalható érték a megelőző évek azonos heteiben gyűjtött madarak számához képest közel hússzoros arányeltolódást mutat. Az előző évekhez képest a vonulás két héttel korábban március 8–14 között tetőzött, majd a mintavételi periódus végéig egyenletesen és gyorsan csökkent. Az eltolódás miatt a mintavételi időszak közepétől (március 22–28) az egyes hetekben az átlagosnak tekinthető évekhez viszonyítva alulmaradtak a mintaszámok (FARAGÓ et al., 2016. in press).



1. ábra: Mintavételi dinamika a 2012-es évben (FARAGÓ et al., 2014)



2. ábra: Mintavételi dinamika 2013-as évben (FARAGÓ et al., 2015)

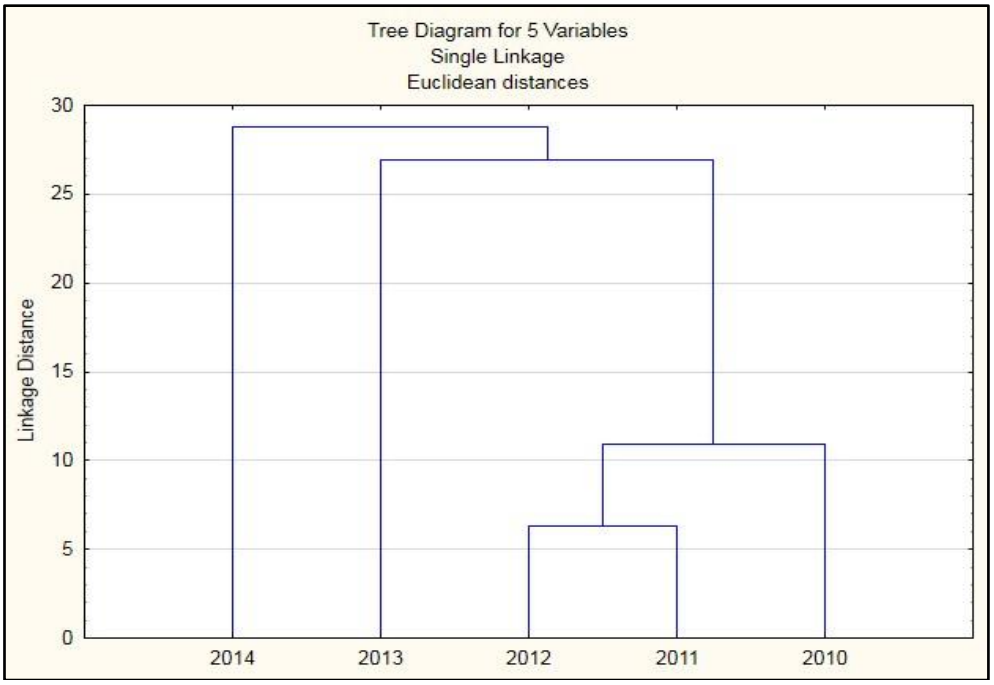


3. ábra: Mintavételi dinamika 2014-es évben (FARAGÓ et al., 2016. in press)

Összességében elmondható, hogy a vonulásdinamika haranggörbe jellege a vizsgálat első három – átlagosnak tekinthető – évében (2010–2012) markánsan kirajzolódott. Az alacsony vonulási intenzitással jellemezhető – március 1–15-ig terjedő – intervallumot a maximumáig szinte exponenciális felívelés követte. A vonulási intenzitás tetőzése után (március 22–28) a felívelő szakasznál rövidebb ideig tartó, így meredekebb lecsengő periódus következett. Ettől a lefutástól az utolsó két vizsgálati év (2013-2014) merőben eltérő képet mutatott.

A vonulásmintázat alakulása a vizsgált időszakban

A rendelkezésre álló vonulásdinamikai adatok alapján az egyes években az eltérő időjárási viszonyok mellett tapasztalt különböző vonulás-mintázatokat a STATISTICA 12 program hierarchikus klaszteranalízis modulja segítségével vizsgáltuk, azok eltérése statisztikai módszerrel is igazolható. Az elemek közötti euklideszi metrika alapján kijelenthető, hogy a 2013-as és a 2014-es év a megelőző évektől statisztikai értelemben is elkülönül a vonulásdinamikát illetően (4. ábra).



4. ábra: Hierarchikus klaszteranalízis, Single-Linkage módszerrel a 2010–2014-es évek között

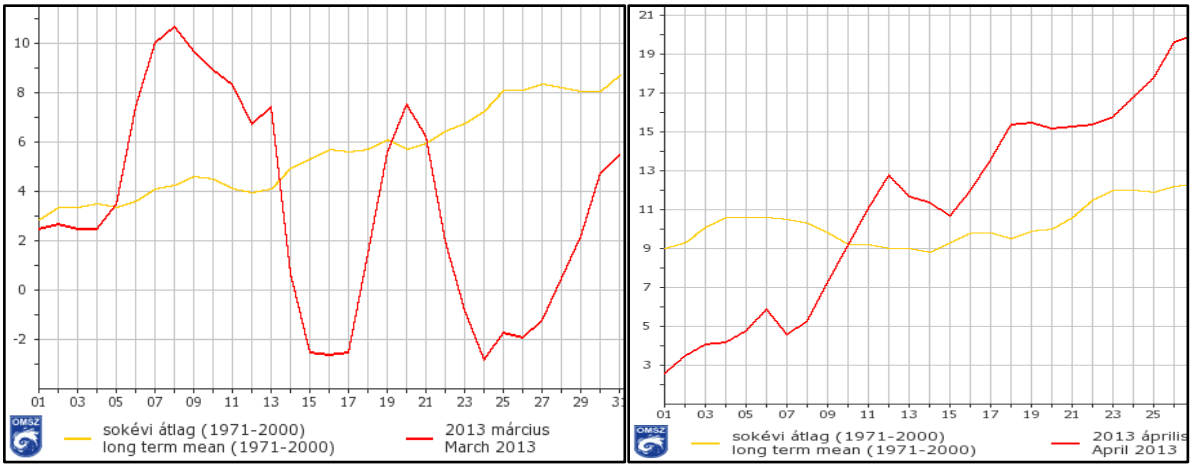
Az időjárási anomáliák hatás a vonulásmintázatra

A 2010–2012-es évek vizsgálati időszakának (március-április) időjárása a szalonkavonulás szempontjából átlagosnak tekinthető, így csak a kiválasztott 2012-es évre vonatkozóan közöljük az adatokat.

2012 márciusában a havi középhőmérséklet hazánkban 7–9°C között alakult, ami a normál értékeket meghaladta. Hőmérsékleti vonatkozásokban az átlagot meghaladó trend jellemezte a hónapot, 10-dike után kisebb-nagyobb ingadozások jelentkeztek a napi középhőmérséklet alakulásában, de ezzel együtt is az átlagosnak tekinthető értékek felett maradt a hőmérséklet. Mérhető mennyiségű csapadékot országos átlagban csupán 7 napon észleltek, s ezek egyike sem haladta meg az 1 mm-t, tehát ez a hónap rendkívül száraznak tekinthető. Az ország legnagyobb részén 5 mm alatti havi csapadékösszegeket mértek. Áprilisban is folytatódott a márciust jellemző trend, hiszen az ország nagy részén átlagosan 1,5–2°C-al magasabb hőmérsékleteket mértek az átlagoshoz képest. A hónap első dekádját erőteljes hőmérsékleti ingadozás jellemezte, ami a hónak közepére a sokéves átlag körül normalizálódott. Csapadékösszeg vonatkozásában az ország túlnyomó részén mintegy 20%-kal a sokéves átlag alatti értékek voltak jellemzők. (URL 1.) A szalonkavonulás szempontjából az előző évhez hasonló viszonyokat tapasztaltunk. Kissé szárazabb volt ugyan a tavasz, ami eredményeink alapján nem befolyásolta érzékelhetően a madarak vonulását.

A 2010–2012-es időszaknak, valamint a monitoring utolsó két évének (2013 és 2014) vonulást jellemző dinamika esetében tapasztalt különbségek a mintavételi időszak időjárásának eltéréseire vezethetők vissza. A rendkívüli időjárási viszonyok 2013-ban a mintavétel átlagos éveihez képest jelentős eltérést mutatnak, ami az intenzitás alakulásában is jól kirajzolódó diszkrepanciát eredményezett (4. ábra).

A 2013-as év harmadik hónapja hideg- és csapadékrekordokkal tombolt, továbbá a legnagyobb hóvastagságot is ebben a hónapban mérték. Télen sem kúszott olyan alacsonyra a hőmérő higanyszála, mint az ország egyes részein lokálisan jelentkező hőmérsékleti szélsőértékek (Vásárosnamény –18,2 C). (URL 2.)



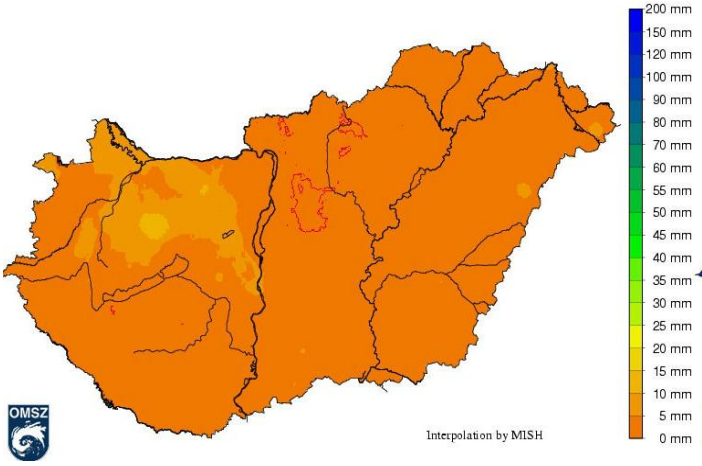
5. ábra: Hőmérsékleti viszonyok alakulása 2013 márciusában és áprilisában a sokévi átlaghoz képest (URL 3.)

A kiadós csapadékkal kísért légörvény – mely ekkor Európa északi felét uralta – március 13 után nyugat felől havazást és viharos szelet hozott. A csapadék az ország délnyugati részére ezen a napon érkezett meg, először még eső formájában, majd a Dunántúli régiókban a hajnali órákra havazásba ment át. Igen ritka, ám nem példátlan a harmadik hónap közepén jelentkező havazás. Az ország keleti és déli területein az eső előbb ónos esőre váltott és a Dunántúli viszonyokhoz hasonlóan fokozatosan havazássá alakult. A havazás mértéke szélsőségesen eltérő volt az országrészek között.

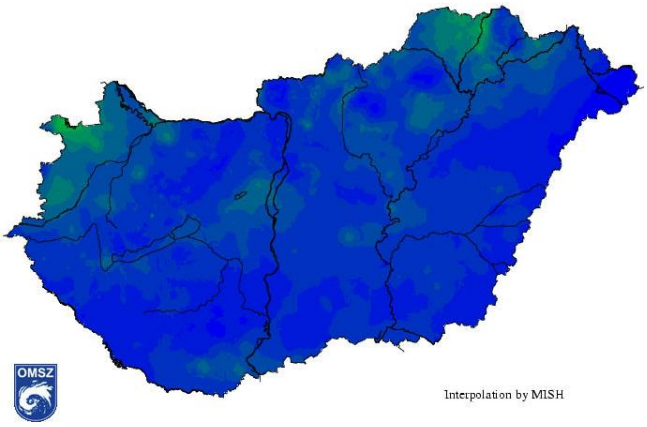
Előfordultak olyan területek, ahol mindössze néhány centiméter hó hullott, míg egyes helyeken a lehullott hó mennyisége a 16–20 cm-t is elérte. A viharossá fokozódó szélben (100–160 km/h) a dunántúli régió egyes részeit elzárta a hó. A ciklon távozását követően hőmérsékleti minimumok sorát mérték országszerte (5. ábra). Március 17-én reggel megdőlt a napi országos hidegrekord, ekkor –18,2°C-t mértek. Néhány napos enyhülést követően újabb két mediterrán ciklon vonult át hazánkon, amelyek nyomán március 25-én ismét havazás vette kezdetét, ami délen és délnyugaton 20–30 cm-es vastagságú hóréteget eredményezett. A rekord hóvastagság 106 cm volt az Északi-középhegységben. Március 31-én az ország nyugati és keleti felében szélsőségesen eltérő viszonyok jellemezték az időjárást, hiszen nyugaton havazott, míg keleten 16–17 fokot mértek.

Az ország nagy részén 3–4-szeres csapadékösszegek jelentkeztek első „tavaszi hónapban”. Országos átlagban 7–7 havas, illetve hótakarós napot regisztráltak. A 6. ábrán jól látható a kiugró értékek sora. A csapadékos időjárás április első hetében is folytatódott, nyugaton hó is hullott az egész hónap csapadékának ~98%-a április közepéig lehullott. A hónap második fele rendkívül száraz volt, 9 napon egyáltalán nem regisztráltak csapadékot. A hónap elején, a hideg időjárásnak köszönhetően a magasabb területeinken még vastag hótakaróval találkozhattunk. (URL 2.)

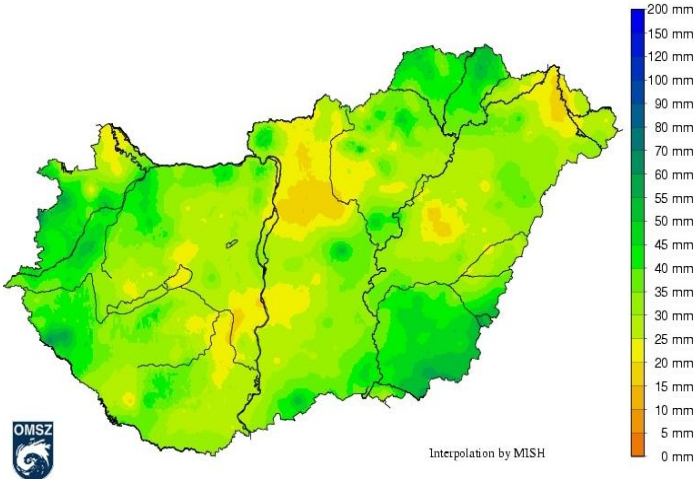
Érdemes összevetni az átlagosnak tekinthető 2012-es év és a szélsőséges időjárású 2013-as év mintavételi időszakának csapadék és hőmérsékleti viszonyait (6–11. ábra). Mindez választ ad a 2013-as évben tapasztalt különleges, az előző időszaktól merőben eltérő, lassan lecsengő vonulás mintázatára.



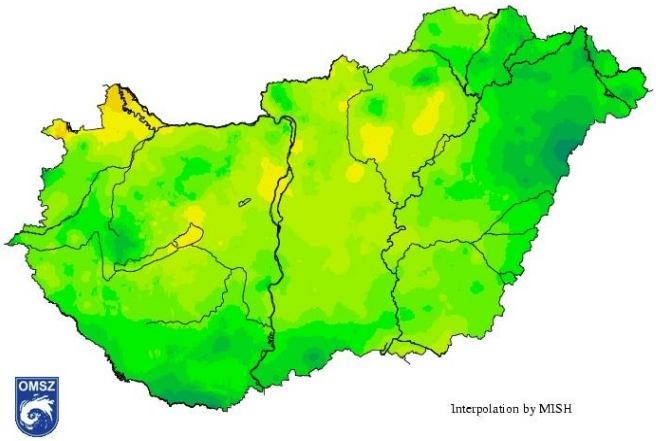
6. ábra: Csapadékösszeg 2012. március
(URL 3.)



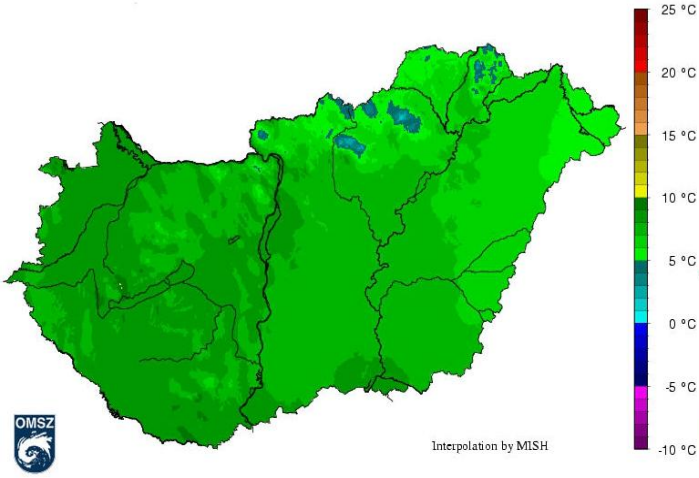
7. ábra: Csapadékösszeg 2013. március
(URL 3.)



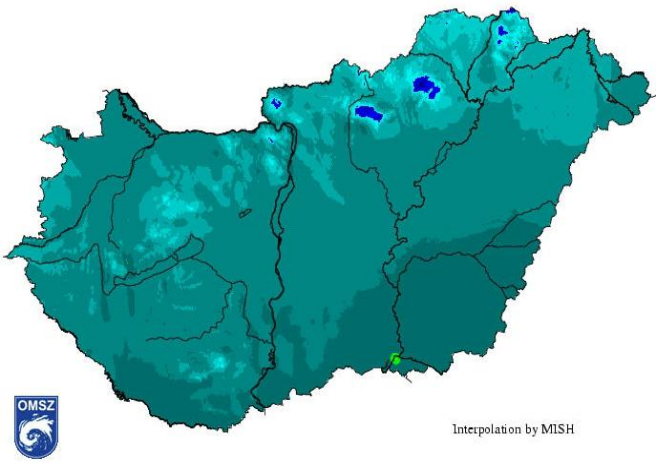
8. ábra: Csapadékösszeg 2012. április
(URL 3.)



9. ábra: Csapadékösszeg 2013. április
(URL 3.)



10. ábra: Középhőmérséklet 2012. március
(URL 3.)

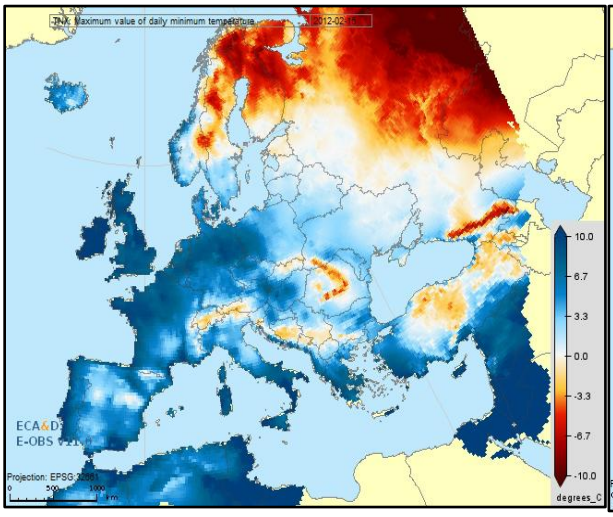


11. ábra: Középhőmérséklet 2013. március
(URL 3.)

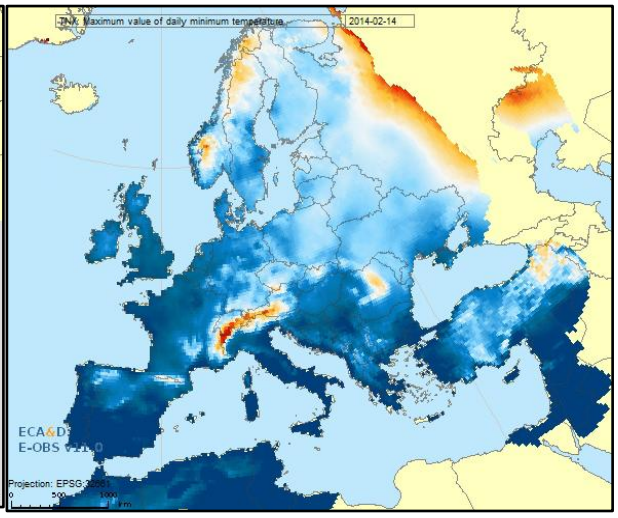
2014 márciusa jelentősen melegebbnek bizonyult a megszokottnál. Hazánkban sehol sem volt hűvösebb ebben a hónapban a harmincéves átlagnál. A havi átlaghőmérséklet az átlagot jelentő törzsadatoknál 3,5–4,5°C-kal is magasabbnak adódott. A középhőmérséklet általában 8–10°C között alakult.

Áprilisban a középhőmérséklet 12–13°C-nak adódott, így 1,8 °C-kal melegebbnek bizonyult a hónap a sokéves átlaghoz képest. A havi átlaghőmérséklet a sokéves normálnál 1,5–2,5°C-kal magasabbnak volt. Március hónapban az ilyenkor átlagosnak tekinthető csapadékmennyiség mindössze 40–50%-a hullott le hazánkban: 10–25 mm. A márciusi országos átlagos csapadékösszeg 14,4 mm volt, ami a sokéves átlag 45%-ának megfelelő érték áprilisban az ország nagy részén 35–45 mm közötti értékeket regisztráltak. Az országos területi átlag 42,4 mm volt, amely a normálnak megfelelő mennyiség (91%).(URL 1.)

Mindez összességében szintén átlagosnak tekinthető a vonulás vizsgálati időszakára vonatkozóan. A dinamika alakulása azonban mégis eltérést mutat az átlagos években tapasztalt lefutáshoz képest. A 2014-es esztendő hazai vonatkozásokban átlagosnak tekinthető, így hazánk időjárási adatai önmagukban nem adnak magyarázatot a vonulás terén tapasztalt eltérésekre, viszont a telelőterületek időjárási viszonyai feltételezhetően igen (13. és 14. ábra). A gyűrűzés-visszafogás eredményei alapján egyértelmű, hogy elsősorban Olaszország (Szicília) Franciaország régiójában uralkodó időjárási viszonyok a meghatározók. (URL 2.)



12. ábra: A napi maximum hőmérséklet minimum értéke 2012. február (URL 4.)



13. ábra: A napi maximum hőmérséklet minimum értéke 2014. február (URL 4.)

Február hónapra vonatkozóan a napi maximum hőmérsékletek minimum értékeit ábrázoló térképeken jól látható, hogy az átlagosnak tekinthető 2012-es évben (13. ábra) és az átlagnál magasabb hőmérséklettel jellemezhető 2014-es évben (14. ábra) közel 4-6 °C-os hőmérsékleti eltérés mutatkozott. A hazánkon átvonuló madarak tehát korábban indultak költő területeik felé, ami magyarázata a vizsgálati időszak kezdetén tapasztalt magasabb mintaszámoknak, valamint a vonulás gyorsabb lecsengésének.

Összefoglalás

A 2010–es évvel kezdődő öt éves erdei szalonka teríték monitoring páratlan elemszámú *(13381 pld)* mintavételi lehetőséggel alapozta meg a vonulásdinamikai sajátságok, mintázatbeli eltérések vizsgálatát. Az időjárási szélsőségektől mentes 2010–2012-es évek hetenként vett átlagos mintaszámához viszonyítva jelentősen eltérő elemszámokkal jellemezhetők a monitoring utolsó két évében a mintavételi időszak egyes hetei. Az eltérés. A 2013-as és 2014-es mintavételi évek dinamikai karakterének eltérését a megelőző évekétől statisztikailag igazoltuk. Összevettettük a csapadékösszeg és a középhőmérséklet alakulását a mintavételi időszakban egy átlagosnak tekinthető évben (2012-ben) és egy eltérő évben 2013-ban. Az időjárás szélsőségeivel megmagyarázható a 2013-ban megrekedt vonulás, illetve a mintavétel utolsó periódusában tapasztalt magasabb mintavételi lehetőség miatt jelentkező aránytalanul magas

mintaszámok. A madarak vonulásukat megszakították a szélsőséges időjárási viszonyok miatt, amit mintavételi időszak végén a mintaszámok esetén tapasztalt eltérések igazolnak

Megállapítható, hogy 2014-ben Magyarországon nem volt olyan időjárási anomália, ami vonulásukban számottevően befolyásolta volna a madarakat. A vonulás megkezdése mégis közel két héttel tolódott előbbre. A mintavételi dinamika karakterének eltérése a telelőterületeken a megszokottnál kedvezőbb februári hőmérsékleti viszonyokkal, a korai tavaszias időjárással magyarázható.

Felhasznált irodalom

FARAGÓ, S. (2006): Erdei szalonka. In Csörgő, T., Karoza, Zs., Halmos G., Magyar, G.,- Gyurácz, J.,- Szép, T., Bankovics, A., Schmidt, A., Schmidt, E., (eds.): *Magyar madárvonulási atlasz – Kossuth Kiadó, Budapest.* p: 304-305

FARAGÓ, S., LÁSZLÓ, R. & BENDE, A. (2012): Consequences of Eurasian Woodcock (*Scolopax rusticola*) hunting on the population in Hungary. *International Scientific Conference on Sustainable Development & Ecological Footprint, Marc 26–27 Sopron, Hungary.*

FARAGÓ, S., LÁSZLÓ, R. & BENDE, A. (2014): Az erdei szalonka (*Scolopax rusticola*) teríték monitoring eredményei 2012-ben Magyarországon – Results of the Hungarian Woodcock (*Scolopax rusticola*) Bag Monitoring in 2012. *Magyar Vízivad Közlemények* No. 24. p: 283-296.

FARAGÓ, S., LÁSZLÓ, R. & BENDE, A. (2015): Az erdei szalonka (*Scolopax rusticola*) teríték monitoring eredményei 2013-ban Magyarországon – Results of the Hungarian Woodcock (*Scolopax rusticola*) Bag Monitoring in 2013. *Magyar Vízivad Közlemények* No. 25. p: 289-301.

FARAGÓ, S., LÁSZLÓ, R. & BENDE, A. (2016): Az erdei szalonka (*Scolopax rusticola*) teríték monitoring eredményei 2014-ben Magyarországon – Results of the Hungarian Woodcock (*Scolopax rusticola*) Bag Monitoring in 2014. *Magyar Vízivad Közlemények* No. 27. in press.

GYURÁCZ, J & CSÖRGŐ, T. (2009): A vonulás időzítése– in Csörgő T.- Karoza Zs.- Halmos G.- Magyar G.- Gyurácz J.- Szép T.- Bankovics A.- Schmidt A.- Schmidt E.. (eds.): Magyar madárvonulási atlasz – Kossuth Kiadó, Budapest, p: 26–28.

PÁTKAI, I. (1951): Az erdei szalonka vonulása 1947. és 1948. évek tavaszán. *Aquila,* No*:* 55–58. p: 109–113.

SCHENK, J. (1924): Az erdeiszalonka vonulása Európában. Der Zug der Waldschnepfe in Europa. *Aquila* 30-31: 26-74, 75-120.

SZABOLCS, J. (1971): Az erdei szalonka. *Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. Második javított kiadás* p: 121.

URL 1.: Az alábbi linken érhető el:
http://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/eghajlati_visszatekinto/elmult_evek_idojarasa/ Megtekintés ideje: 2016. 04.09.

URL 2.: Az alábbi linken érhető el:
http://www.met.hu/ismeret-tar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=597 Megtekintés ideje: 2016. 03.02.

URL 3.: Az alábbi linken érhető el:
http://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/eghajlati_visszatekinto/elmult_honapok_idojarasa/ Megtekintés ideje: 2016. 03.07.

URL 4.: Az alábbi linken érhető el:
http://www.ecad.eu/utils/mapserver/eobs_maps_indices.php Megtekintés ideje: 2016. 03.07.

QUERCUS FAJOK VÍZFORGALMÁNAK ÉS GENETIKAI VARIABILITÁSÁNAK VIZSGÁLATA

Béres Csilla

Nyugat-magyarországi egyetem, Földrajz és Környezettudományi Intézet
9700 Szombathely, Károlyi Gáspár tér 4.
e-mail: csberes@ttk.nyme.hu

Morfológiai eltérés alapján vizsgáltuk a *Quercus petraea* eltérő rügyezési állományait. A szárazsághoz való adaptáció szempontjából összehasonlítottuk a *Quercus petraea, Quercus pubescens* és *Quercus cerris* vízszállítási sebességét (hőáramlásos módszer) és törzsben lévő víztartalmát (CT), könnyen felvehető szabad vízkészletét (MRI). A genetikai variabilitást vizsgáltuk *Quercus petraea* és *Quercus pubescens* mintában 13 enzim lókuszon.
Kulcsszavak: tölgyfajok vízszállítása, törzs víztartalma, CT, MRI, genetikai variabilitás

Bevezetés:

A légköri növekvő szén-dioxid és egyéb üvegházhatású gázok a meteorológusok számításai szerint hőmérsékletemelkedést, és hazánk területén egyre fokozódó aszálykárokat okozhatnak az elkövetkezendő évtizedekben, amely az erdőgazdálkodást is érintheti. A csapadékeloszlás és légnedvesség változása jelentősen befolyásolhatja a légnedvességre érzékeny fafajok, így a *Quercus petraea* életképességét is. A kocsánytalan tölgyek alakkörének megítélése ellentmondásos. Az erdészeti dendrológiai irodalom elfogadja a *Quercus petraea* három különálló fajra való szétválasztását (Mátyás 1992), míg a botanikai szakirodalom alfajként kezeli, mint a *Quercus petraea* ssp. *petraea*, amely közép-európai, a *Quercus petraea* ssp. *daleshampii,* amely dél-európai, és a *Quercus petraea* ssp. *polycarpa*, amely balkáni elterjedésű. Ezek az alfajok eltérő ökológiai tűrőképességgel, és ennek megfelelően eltérő termőhely igénnyel rendelkeznek. Hazánk területén a három alfaj keveredik, mivel eddig mindháromnak megfeleltek a termőhely igények. Az újonnan történő erdőfelújítások során célszerű lenne erdeinket az adott termőhelyhez leginkább megfelelő kocsánytalan tölgy alfajjal betelepíteni. Ehhez azonban jobban kellene ismernünk a három alfaj eltérő ökológiai toleranciáját. Vizsgálataink, az alfajok meglétére, elkülöníthetőségére, vízforgalmi paramétereire és vízmegtartó képességére irányultak.

Az elkülönítés legcélszerűbb módja a morfológiai jellemzőkön alapuló szétválasztás, melyet az erdészeti szakirodalom is javasol (Borovics 1997). Munkánk során az általuk javasolt levélmorfológiai paraméterek mérését alkalmaztuk. Fás szárú növények nedvszállításának roncsolás-mentes méréseire hőáramlásos és izotóp nyomjelzéses módszereket alkalmaznak (Béres et al.1989). Az izotóp-nyomjelzés alkalmazása, bár sokkal pontosabb, drága, és környezetszennyezési problémákat is felvet. Jelen kísérleteinkben hőáramlásos technikát alkalmaztunk, mely műszer az állandó árammal történő fűtésen alapszik (Cermak, Kucera 1993). A fák nedvmegtartó képességének és a nedváramlási keresztmetszetnek a meghatározására komputer tomográfiát (CT) alkalmaznak (Tognetti et al.1996). A víz fatörzsön belüli pontosabb lokalizációját és pontos mennyiségi meghatározását a nagyfelbontású orvosi komputer tomográfok teszik lehetővé. Ez nem terepi módszer, de a minták kellő előkészítése és a fák kivágása utáni gyors mérések nem változtatják meg számottevően a fatörzs vízeloszlását és tartalmát. A vízszállítási kérdések jobb megértéséhez, különösen sejtszinten, régóta alkalmaznak mágneses rezonancián alapuló módszereket a biológiában (Huchinson1987). A mérések során

mágneses teret hoznak létre, amely hatására a protonok mágneses momentuma egyirányúvá változik, majd a mágneses tér megszüntetésével mérik az eredeti állapotba való visszatérés idejét. A szerkezeti elemekhez kötött vízmolekulák és a szabad vízmolekulák relaxációs ideje jelentős különbséget mutat. Az így elkészített T1 és T2 felvételek nemcsak a víz térbeli lokalizációját adják meg, hanem azt is, hogy az egyes helyeken lévő víz szabad, vagy struktúrához kötötten helyezkedik el (Béres et al.1998).

A genetikai variabilitás mértékének tanulmányozása több szinten lehetséges. Egyik legelterjedtebb módszer az enzimpolimorfizmus vizsgálata (Pecsenye1988). Az erdőalkotó lombos fák enzimpolimorfizmusának vizsgálata már számos európai országban zajlik. Ezekben a vizsgálatokban a *Quercus petraea* fajt homogén taxonómiai egységként kezelték és csak a *Quercus petraea* és *Quercus robur* együttes előfordulásából adódó hibrid populációkat kezelték külön (Bacilieri et al.1994). A hazai *Quercus petraea* állományok morfológiai vizsgálata alapján azonban valószínűsíthető, hogy három alfaj fordul elő erdeinkben, kevert állományok formájában**.** A genetikai variabilitás tanulmányozása lehetőséget nyújt arra, hogy meghatározzuk a különböző faj alatti taxonok (alfajok, ill. földrajzi rasszok) között a genetikai differenciálódás szintjét (Zanetto, Kremer 1995). Tekintettel a minták hierarchikus elrendezésére, az eredmények arra is felvilágosítást nyújtanak majd, hogy a populációk közötti totális genetikai variancia alfajok közötti, vagy az alfajokon belüli földrajzi variancia komponens-e a jelentősebb. A *Quercus pubescens* jelen vizsgálatokba történő bevonása tehát két szempontból is indokolt. Egyrészt, a *Quercus petraea* feltételezett alfajainak egymástól való genetikai differenciálódását viszonyítani tudjuk egy közel rokon fajtól való differenciálódás szintjéhez. Másrészt viszont, a genetikai variabilitás és a fatörzs vízmegtartó képességének összehasonlítása nemcsak a *Quercus petraea* alfajai között, hanem a *Quercus petraea* és *a Quercus pubescens* populációk között is lehetségessé válik.

Anyag és módszer:

Mintavétel:

A minták három *Quercus petraea* (Síkfőkút, Jósvafő és Szombathely) és egy *Quercus pubescens* (Jósvafő) állományból származtak. A síkfőkúti mintaterületről a *Quercus petraea* három különböző fenofázisából (korai, középső és késői) gyűjtöttünk egyedeket. A jósvafői *Quercus pubescens* állományból származó egyedek morfológiai megjelenésük alapján *Quercus pubescens ssp. pubescens* és *Quercus pubescens ssp. virgiliana* fenotípusúak voltak. A mintavétel enzimpolimorfizmus vizsgálatok számára a tavaszi rügyezés idején történt, míg a morfológiai vizsgálatokhoz nyár végén, teljes kifejlődéskor. A kis leveleket/rügyeket lefagyasztottuk és –80 ˚C-n tartottuk a homogenizálásig, a kifejlett leveleket préseltük.

Vízforgalmi mérések:

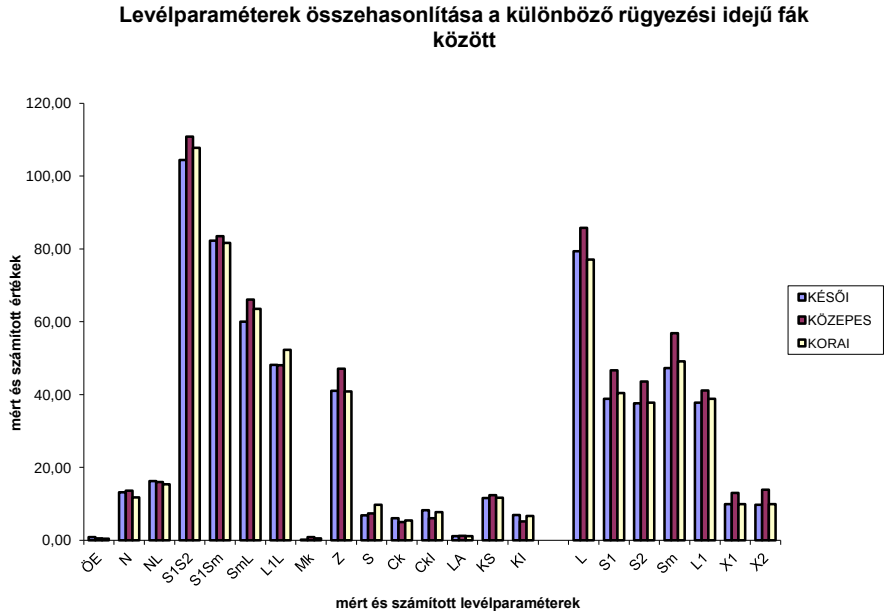
A vízszállítási vizsgálatokat hőáramlásos módszerrel mértük, mely saját gyártmányú készülék, és direkt, izotóp nyomjelzéses adatok alapján kalibráltuk az adatok helyességét. A fűtőszálak és az érzékelők a törzsön voltak elhelyezve 0, 60 cm magasan a talaj felett. A CT felvételek Hitachi Radix spirál CT-n készültek, az MR felvételek Hitachi Airis 0, 3 Tesla mágneses térerőn.

Gélelektroforézis

A mintákat vertikális poliakrilamid gélelektroforézissel dolgoztuk fel. Az elektroforézis során 11 enzimrendszer összesen 13 lókuszán sikerült értékelhető mintázatot találni minden vizsgált populációban: savanyú foszfatáz (*Acph-2*), diaforáz (*Dia*), észteráz (*Est-1* és *Est-2*), glutamát-oxálacetát transzamináz (*Got*), hexokináz (*Hk*), izocitrát dehidrogenáz (*Idh*), leucin-aminopeptidáz (*Lap*), malát dehidrogenáz (Mdh), menadion reduktáz (*Mnr*), foszfoglukóz izomeráz (*Pgi-1*, és *Pgi-2*) és foszfoglukóz mutáz (*Pgm*). A 13

lókusz mindegyikén jelentek meg alternatív allélok 1 vagy több mintában, így a statisztikai analízisek a 13 lókusz adatain alapultak.
A számítások során a Biosys 1. 7, a GENEPOP 3. 1 és az FSTAT 3 programcsomagokat használtuk.

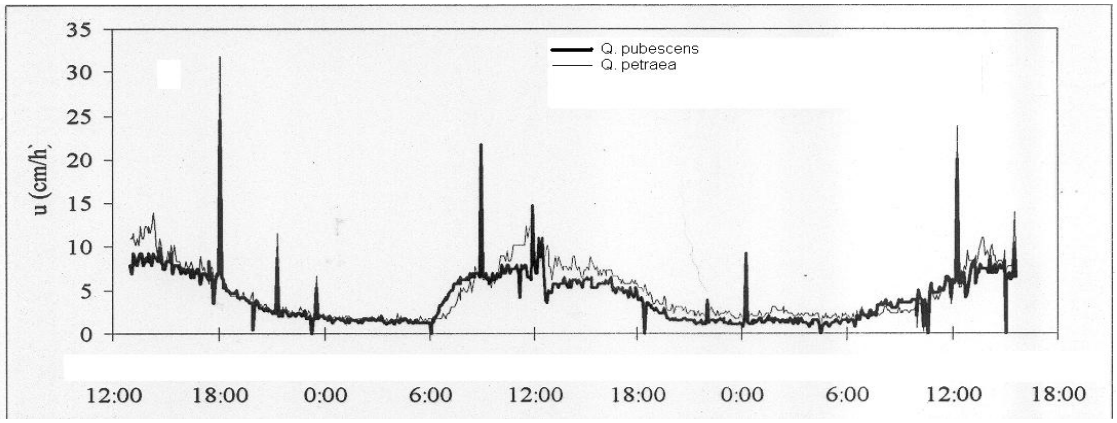
Eredmények:
Morfológia:



1. ábra:(ÖE: öböleresség, N: levélnyél hossz, NL: levélnyél %, S1S2: levélalak index, S1SM: levélalak index, SML: levélalak index, L1L: levélalak index, MK: mellékkaréjok száma, Z: karéjmélység %, S: szimmetria-jelzőszám, CK: csúcskaréj, CKI: csúcskaréj index, LA: levélalap formai értékelése, KS: karéjok száma, KI: karéjindex)

Az 1. ábrán látszik, hogy a közepesen rügyező fák esetében eltérő a legtöbb morfológiai bélyeg, ezek közül a legtöbb, a levélalak-indexek közé tartozik. A késői és korán rügyező csoport levélmorfológiai hasonlósága nagyobb. A legnagyobb eltérést a közepesen rügyező csoport mutatja a későn rügyező csoporttól. Ezt igazolja a három csoport közötti hasonlósági valószínűségi értékek: korai-közepes: 0, 9973, korai-késői: 0, 9985, közepes-késői: 0, 9326.
A korán rügyező fák legtöbb levélmorfológiai paramétere a *Quercus petraea ssp. dalechampii*-hez hasonló, ezt követi a *Quercus petraea ssp.petraea* majd a *Quercus petraea ssp. polycarpa*. A hasonlósági valószínűségek értékei: korai-dalechampii: 0,9492, korai-petraea: 0,7064, korai-polycarpa: 0,5465. A későn rügyező fák a Q. petraea-hoz hasonlítanak a legjobban. A hasonlósági valószínűségek: késői-dalechampii: 0,5795, késői-petraea: 0,9929, késői-polycarpa: 0,4662. A közepesen rügyező fáknál mind a petraea, mind a dalechampii hasonlóság egyformán magas, a polycarpa pedig kicsi. A hasonlósági valószínűségek: közepes-petraea: 0,9525, közepes-dalechampii: 0,9677, közepes-polycarpa: 0,43. Mindezek alapján az erdő fái nagy valószínűséggel egy kevert *Q. petraea* és *Q. dalechampii* kevert populációhoz tartoznak, a balkáni ökotípusú *Q. polycarpa* jelenléte csekélynek tűnik.

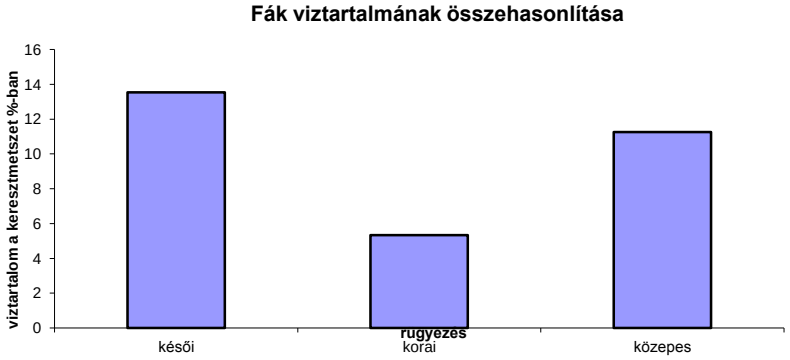
Vízforgalmi mérések:



2. ábra: Quercus petraea és Quercus pubescens áramlási sebességeinek változása a jósvafői mintaterületen

A vízáramlás a törzsben mindkét fafajnál jellegzetes napi menetet mutat. A maximumértékek a déli órákban vannak, amikor a napsütés hatására a legnagyobb a transzspiráció, ekkor az átlagos sebességek 5-10 cm óra^{-1} értéket is elérhetnek (Fenyvesi et al.1998). Az éjszakai órákban ez a sebesség lecsökken, de ekkor is történik felfelé áramlás. Láthatunk jellegzetes „csúcsokat", amely rövid ideig tartó, nagyon gyors, az átlagsebesség többszörösével történő vízáramlást jelez.

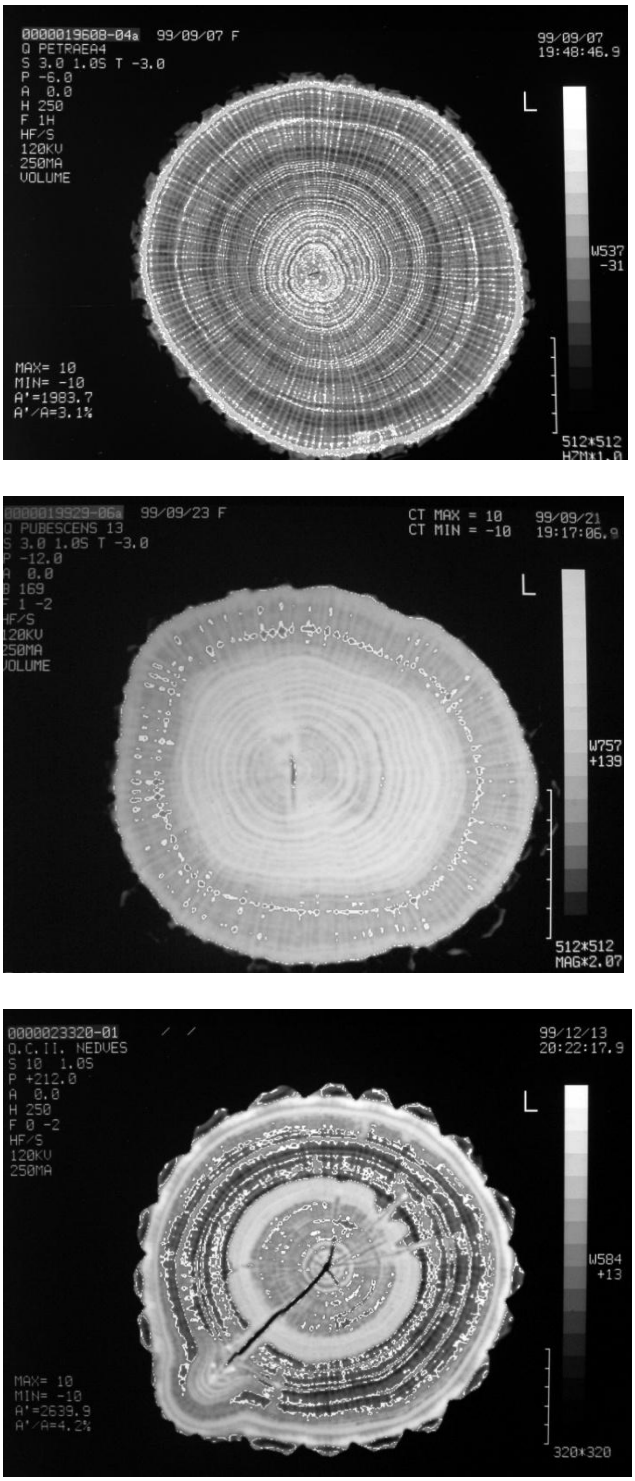
A komputer tomográfiás felvételek azt mutatták, hogy sem a *Quercus petraea*, sem a *Quercus pubescens* törzsében nem folytonos a farész utolsó évgyűrűiben a víztartalom, azaz a legkülső szállítónyalábok nagy része eltömődött állapotban van (Borghetti et al.1993). Különösen nyár végén csökken le azon területek nagysága, amely vizet tartalmaz. Ez magyarázhatja a gyors szállítási csúcsokat, hiszen csak a vízszállító területek azon részén történhet a lombkorona irányába gyors áramlás, amely közvetlen összeköttetésben van a talaj és lomb között. A fatörzs közepe, a felvételek tanulsága szerint, vízraktárként működik. Az itt tárolt víz „csatornákon" keresztül (amelyek valószínűleg a bélsugarak egy részének felelnek meg) van kapcsolatban a külső aktív szállító területekkel. Vízhiánykor a belső tartalékokból képes a fa vizet mobilizálni, de ez az oldalirányú diffúzió lassú sebessége miatt jóval alacsonyabb áramlási sebességeket eredményez. Ez lehet a magyarázata az éjszakai vízmozgásnak is.



3. ábra: korán, közepesen, későn rügyező fák törzsében lévő víztartalékok

Június végén átlagosan (12 fa alapján) a 466 cm^2 átlagos törzskeresztmetszet alig 10%-a tartalmazott vizet. A központi vízraktárok mobilizálásának így igen nagy szerepe van a fák víz-

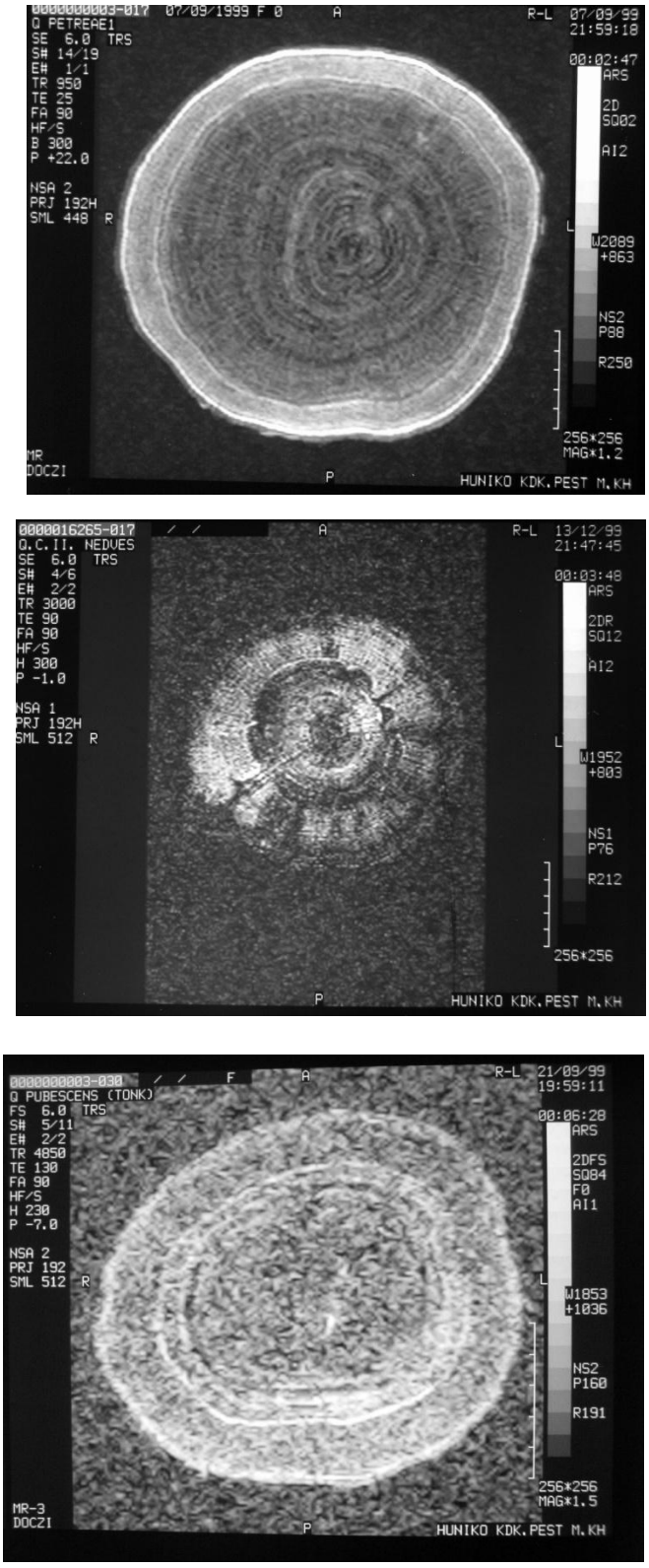
adaptációjában. A következőkben példaként bemutatunk három CT felvételt, mely mutatja a három tölgyfaj víztartalmának eltéréseit.



4. ábra: Quercus petraea, Quercus.pubescens és Quercuscerris törzsében lévő víz.

Miután a szárazság-adaptációban fontos szerepet játszanak a fatörzs belsejében lévő víztartalékok, ezek mobilizálhatóságának gyorsaságát mágneses rezonancia mérésekkel (MR) tisztáztuk. A Quercus petraea törzsének belsejében szinte csak kötött formában van jelen a víz, míg a Quercus cerris fatörzs belsejében könnyen mobilizálható nagy mennyiségű szabad vizet

tartalmaz, sőt a szállító nyalábokba való „csatornák” átmenetei is főként szabad vizet tartalmaznak. A Quercus pubescens szabad víztartalma hasonló a Quercus petraea-hoz, de törzsében vannak szabad víztartalmú területek. Az eredményeink alapján a szárazságadaptációban fontos szerepe van a fatörzs víztartalékainak.



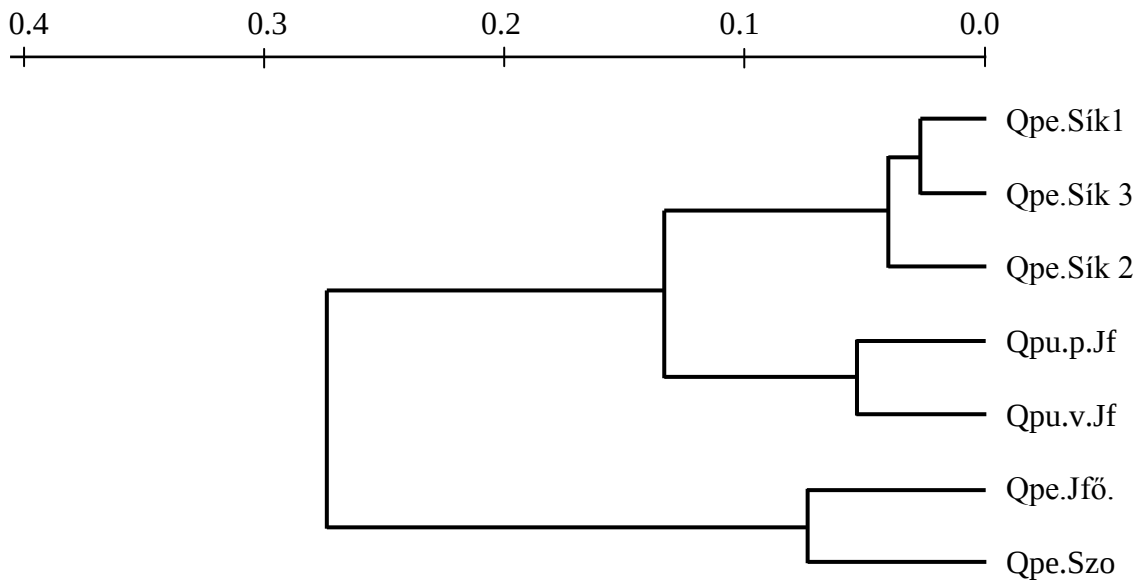
5. ábra: Quercus.petraea, Quercus cerris és Quercus pubescens törzsében lévő szabad víz MRI felvétele

Genetikai variabilitásra vonatkozó eredmények:

Dr. Pecsenye Katalin (Debreceni Egyetem, Állattani Tanszék) vizsgálatai alapján:

Fontos kérdés volt a vizsgálatok során, hogy a *Quercus petraea* három fenofázisa genetikailag differenciálódott-e valamilyen szinten egymástól. Ennek a megállapítására szintén több lehetőség adódott. Elsőként megvizsgáltuk a három fenofázis közötti differenciálódás mértékét a fixációs index és a Fisher-féle egzakt teszt segítségével. Mind az F_{ST} érték, mind pedig az egzakt teszt eredménye azt mutatta, hogy egyetlen lókuszon (*Acph*) tapasztalható szignifikáns differenciálódás a három fenofázis között. A másik lehetőség a *Q. petraea* populációk adatain végzett hierarhikus F-statisztika, ahol ”régióknak” tekintjük a földrajzilag elkülöníthető populációkat és ”lokális populációként” kezeljük a síkfőkúti populációban vizsgált három fenofázist. A hierarhikus F-statisztika eredményei alapján megállapíthatjuk, hogy a populációk közötti teljes variancia legnagyobb része a ”régiók” között figyelhető meg, és csak kis hányada adódik a ”síkfőkúti régión” belül, a fenofázisok közötti különbségekből.

Az analízisek utolsó lépéseként populációpáronként kiszámoltuk a Nei-féle genetikai távolságokat és a távolságmátrix alapján UPGMA dendrogramot szerkesztettünk. A dendrogram mindenben alátámasztotta a korábbi statisztikai elemzések eredményeit. A síkfőkúti populáció három fenofázisa a dendrogram egy ágában klasztereződött és köztük a genetikai távolság relatíve a legalacsonyabb volt. A *Quercus pubescens* két feltételezett taxonja szintén a dendrogram egy ágába került, és a kettő között lévő genetikai távolság hasonló volt, mint a három síkfőkúti minta közötti távolság. A másik két *Quercus petraea* populáció (Jósvafő és Szombathely) a dendrogram teljesen különálló ágában található. A genetikai távolságok a fixációs indexekhez hasonlóan szokatlanul nagyok voltak. A tölgyek polimorfizmusával foglalkozó legtöbb tanulmányban ugyanis a populációk közötti genetikai különbségek relatíve alacsonyabbak. Ez, mint azt már korábban kifejtettük, feltehetően a vizsgált lókuszok spektrumának eltéréseivel magyarázható. A dendrogram ugyanakkor felvet néhány problémát is. Az egyik érdekes kérdés, a *Quercus pubescens* dendrogramon elfoglalt helyével kapcsolatos. A különböző tölgyfajok populációinak keveredése a dendrogramokon nem új jelenség, más tanulmányokban is tapasztalható. Ennek egyik magyarázata a tölgyek közötti gyakori hibridizáció. Az viszont érdekes, hogy a jósvafői *Quercus petraea* és *Quercus pubescens* minták a dendrogram külön ágában találhatók, holott a két faj elegyes állományt alkot a mintavételi helyen (Szőlőhegy, Jósvafő). Továbbá az is meglepő, hogy a jósvafői és a szombathelyi *Quercus petraea* közötti genetikai távolság kicsi, míg mindkettő jelentősen eltér a síkfőkúti populációtól. Ez utóbbit összevetve azzal a ténnyel, hogy mind a jósvafői, mind pedig a szombathelyi populációban szignifikáns heterozigóta hiányt tapasztaltunk, ami feltehetően a populációk tagolódásából adódik, felvetődik annak a lehetősége, hogy genetikai struktúrájukat tekintve mennyire egységesek a *Quercus petraea*-nak tekintett állományok. Mindezen kérdések megoldása további vizsgálatokat igényel, amelyekben célszerű növelni mind a minták nagyságát, mind pedig a mintaszámokat.



6. ábra: A Nei-féle genetikai távolságok alapján a hét vizsgált populációra szerkesztett UPGMA dendrogram. Qpe.Sík: Q. petraea Síkfőkút; Qpu.p.: Q. pubescens pubescens; Qpu.v.: Q. pubescens virgiliana; Qpe.Jfő.: Q. petraea Jósvafő; Qpe.Szom.: Q. petraea Szombathely

Összefoglalás:
Munkánkban arra kerestünk választ, hogy a síkfőkúti *Quercus petraea* állomány egységes-e, vagy a rügyezési időkben való eltérés más ökofiziológiai, genetikai eltérést is mutat. A levélmorfológiai vizsgálatok arra utalnak, hogy az eddig egységesnek tekinthető tölgy populáció kevert, *Quercus petraea ssp. petraea* és *Quercus petraea ssp. dalechampii* populáció egyedeiből áll. A *Quercus petraea ssp. polycarpa* volt legkevésbé jelen az erdő tölgyei között. A késői rügyezés a tölgyeknél elősegíti a szárazsághoz való alkalmazkodást, mivel a törzs víztartalékai jóval nagyobbak a nyári szárazság idején. Ez a víztartalék jobban hasonlít a *Quercus cerris* víztartalékához, mely a száraz időszakokat szinte sérülés nélkül elviseli a törzsi víztartalékai és ezek mobilizálása miatt. A korán rügyező tölgyek nagyban hasonlítanak a *Quercus pubescenshez*, melyre a száraz időszakokban lassú vízáramlás jellemző, de már egy kevés csapadék is gyorsan feltölti a törzs közepén lévő vízraktárakat, mely nagy része szabad víz, azaz felhasználható a lombba való szállításra.
Az izoenzim összehasonlításon alapuló genetikai vizsgálatok alapján van különbség a három különböző időben rügyező tölgy között, de a területi különbségek nagyobbak. Másrészt a jósvafői és szombathelyi minták hasonlósága heterozigóta hiányt jelzett. A pontosabb vizsgálatokhoz több minta és mintavételi időpont szükséges.

Köszönetnyilvánítás:
Köszönetet szeretnék mondani Dr. Pecsenye Katalinnak az izoenzim vizsgálatokért és értékelésért. A munkát az OTKA T029084 sz. pályázata támogatta.

Irodalom:

1. Bacilieri, R., Labbe, T. and Kremer, A. (1994) : Intraspecific genetic stucture in a mixed population of Quecus petraea (Matt.) Leibl and Q. robur L. Heredity 73: 130-141.
2. Béres, Cs.et al.(1989): Application of MGC- cyclotron and methods of radioecology in solution of problems of forestry and wood industry. Nuclear Inst. and Meth. in Physics Research B 43 101-103.

3. Béres,Cs., Fenyvesi, A., Raschi, A., Ridder,H-W. (1998): Field experiment on water transport of oak trees studying by computer tomograph and magnetic resonance imaging. Chemosphere. 36..No.4-5. 925-930
4. Borghetti, M, De Angelis, P., Raschi, A., Scrascia Mugnozza, G.E., Tognetti, R., Valentini, R. (1993): Relation between sap velocity and cavitation in broad -leaved trees. In: Borgetti and al. ed.: Water transport in Plants under Climatic Stress. Proceeding of an International Workshop, Vallombrosa, Firenze, Italy. Cambridge University Press. 114-128.
5. Borovics, A. (1997): A kocsánytalan tölgyek levélmorfológiai vizsgálata. Erd. Kut. 86-87. 125-142.
6. Cermak, J., Kucera,J. (1993): Extremly fast changes of xylem water flow rate in tall trees caused by atmospheric soil and mechanical factors. In: Borgetti and al. ed.: Water transport in Plants under Climatic Stress. Proceeding of an International Workshop, Vallombrosa, Firenze, Italy. Cambridge University Press. 181-190.
7. Fenyvesi, A., Béres, Cs., Raschi, A., Tognetti, R., Ridder, H-W., Molnár, T., Röfler, J., Lakatos, T., Csiha, I.(1998): Sap-flow velocities and distribution of wet-wood in trunks of healthy and unhealthy Quercus robur, Quercus petraea and Quercus cerris oak trees in Hungary. Chemosphere. 36.No.4-5. 931-936.
8. Hutchinson, J. M. S. (1987): NMR proton imaging techniques. In Foster, M.A. ed.: Magnetic Resonance in Medicine and Biology. Pergamon Press. Oxford. 173-190.
9. Mátyás, V. (1992): A magyarországi kocsánytalan tölgyfajok alakörének kritikai elemzése. Erd. Kut. 67. 43-96. Gencsi, L., Vancsura R.: Dendrológia. Erdészeti Növénytan II. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
10. Pecsenye, K. (1988): Data on enzyme polymorphysm in Hungarian *Drosophila* populations. III. *D. hydei, D. immigrans, D funebris* and *D. busckii*. Z.zool. Syst. Evolut.-forsch. 28. 501-505.
11. Tognetti, R., Raschi, A., Béres, Cs., Fenyvesi, A., Ridder, H-W.(1996): Comparison of sap flow, cavitation and water status of Quercus petraea and Quercus cerris trees with special reference to computer tomography. Plant, Cell and Environment. 19. 928-938.
12. Zanetto, A. and Kremer, A. (1995): Geographical structure of gene diversity in Quercus petraea (Matt.) Liebl. I. Monolocus patterns of variation. Heredity 75: 506-517.

A 2015-ÖS BÓCSAI-KASKANTYÚI ERDŐTŰZ TÉRINFORMATIKAI ALAPÚ FELMÉRÉSE ÉS TOVÁBBI TERMÉSZETVÉDELMI KEZELÉSE

Bolla Bence[1] Hoksa Attila[2]

[1]Nyugat-Magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Kar
Geomatikai, Erdőfelátársi és Vízgazdálkodási Intézet
9400 Sopron, Bajcsi-Zsilinszky utca 4.
e-mail: bolla.bence.kalman@gmail.com
[2]Tandofer Informatikai Kft.
6000 Kecskemét, Munkácsy utca 47.

Kivonat
Írásunkban rövid betekintést szeretnénk nyújtani a 2015. július végén bekövetkezett erdőtűzről, amely a Bócsa és Kaskantyú községhatárában található, a Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóság által kezelt erdőtömböt érintette. Munkánk során a közel 250 ha kiterjedésű tűz által károsított faállományokat részletesen felmértük. A felmérésből származó alapadatokból térinformatikai adatbázis épült, amely a tűzzel érintett erdőrészletek további erdészeti és természetvédelmi kezelését nagyban segíti.
Kulcsszavak: Bócsa, erdőtűz, térinformatika, természetvédelmi kezelés

Bevezetés

A Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóság saját vagyonkezelésében lévő, Bócsa és Kaskantyú községhatárban elhelyezkedő erdőállományok fokozottan védett és Natura 2000 területként, valamint bioszférarezervátumként is nyilvántartottak. A térségben már korábban is jellemzőek voltak az erdőtüzek: 1993 (1800 ha) és 2012 nyarán (12,7 ha) a bócsai ősborókásban, 2012 tavaszán a bugaci ősborókásban (860 ha) pusztított tűz. A legutóbbi erdőtűz helyszíne is a bócsai erdőtömb volt, amely 253,27 ha-os kiterjedésben égett. 2015. július 24-én a Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóság területileg illetékes kollégái észlelték a kialakuló erdőtüzet. Csak az első napon mintegy 50 hektáron pusztított Kaskantyún a borókásból kiinduló tűz, további terjedésével veszélyeztetve a délnyugati szomszédos zárt fenyőállományokat (2. ábra). Az oltás során a fenyvesek védelmét sikerült biztosítani, viszont az erős szél hatására a tűz tovább terjedt északkelet felé, összességében 175 hektáron károsítva a kaskantyúi és 78 hektáron a bócsai községhatárban lévő nemzeti parki erdőket. Az erdőtűz megfékezése július 30-án megtörtént.

1. ábra: Erdőtűz Kaskantyún

A jelölő élőhelyek közül a 91N0 Pannon borókás-nyáras és 6260 Pannon homoki gyep élőhely-típusokat érintette a tűz. A Nemzeti Park Igazgatóság célkitűzései között szerepel a leégett élőhelyek további felmérése, monitorozása, valamint a természetközeli állapotok visszaállítása, a természetes hazai nyár sarj újulatra és a mesterséges szerkezet-átalakításokra alapozva.

2. ábra: Leégett borókás-nyáras állományrész

Korábban több kutatás is részletesen foglalkozott a különböző élőhelyek tűzveszélyességével, valamint a keletkező tüzek természetvédelmi jelentőségével (Csontos & Cseresnyés 2007, Deák et al. 2012, Deák et al. 2014, Ónodi et al. 2007, Valkó et al. 2012, Valkó et al. 2014).

Alkalmazott mérési módszerek

Munkánk során a 253,27 ha-on leégett erdei élőhelyeinek részletes erdészeti felmérését végeztük el. A leégett élőhelyrészek területi lehatárolását, a későbbi erdőfelújítások megtervezését GPS-es felvételezés alapján végeztük el. Terepi adatgyűjtőre telepített szoftver a GIS ArcPad 4.0 volt.

A terepen gyűjtött adatokból térinformatikai (ArcGIS) adatbázist készítettünk, térinformatikai szoftver (GIS ArcMap 9.3.1.) segítségével.

A tűzzel érintett erdőállományok terepi felmérése alkalmával megállapítottuk az egyes faállományok károsodásának mértékét, hogy később monitorozhassuk a tűzzel érintett terület regenerálódási képességét.

Eredmények és megvitatásuk

A terepi felmérésből épített adatbázisban hat égési formát különítettünk el. A 253,27 ha-os leégett területet 22,34 ha-on érintette csak avartűz (1 táblázat). Főleg kisebb borókásba beékelődött, jelölő Pannon homoki gyepfoltok kerültek felmérésre. A tűz utáni regenrálódásuk gyorsan megindult. Egyetlen veszélyeztető tényező az intenzíven terjedő közönséges selyemkóró (*Asclepias syriaca* L.) agresszív terjedése.

A törzstűz 113,69 ha-on érintette a területet. A hazai nyáras és az akácos faállományok vélhetően túlélnek. A nagyterületű égés miatt viszont ezeknek a lombos faállományok lombkoronája hősokkot kapott. A fenyőállományok esetében a törzstűz és a hősokk a faállományok pusztulását eredményezte.

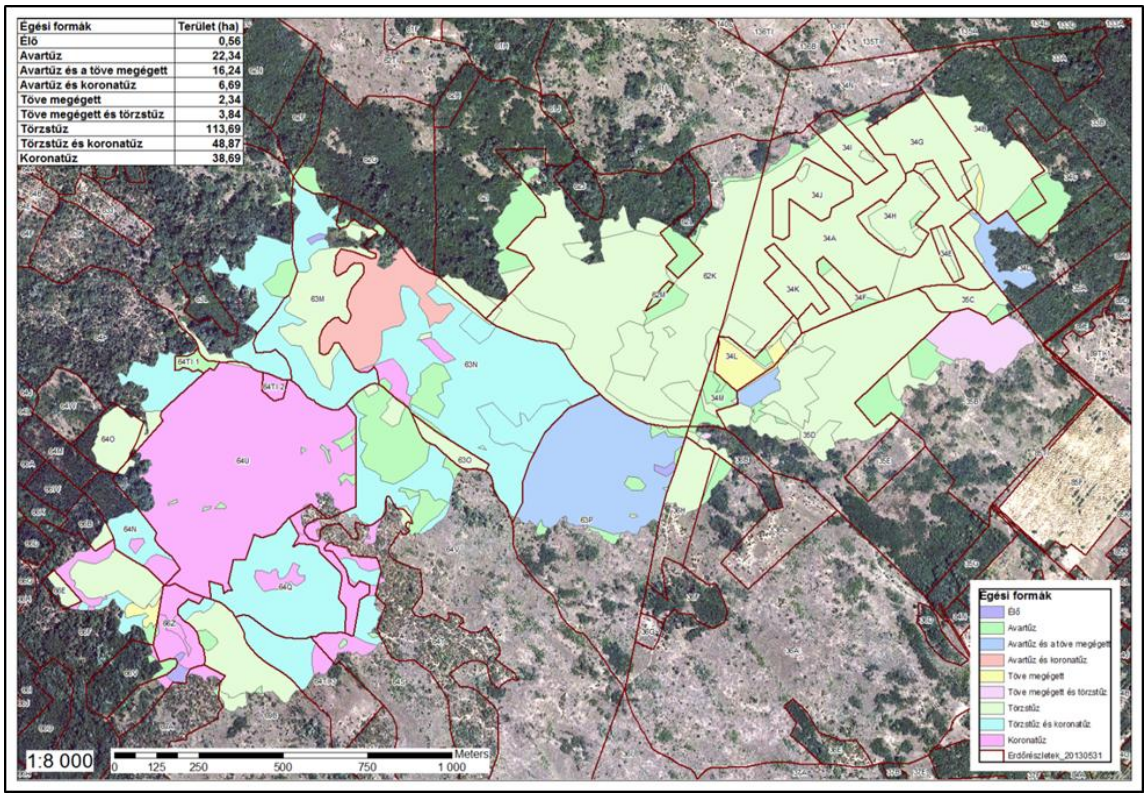
Az erdőállományokat a koronatűz mintegy 38,69 ha-on károsította. A tájidegen fenyő és

bóróka által dominált erdőrészletekben lévő faállományok teljes mértékben elpusztultak (2. ábra), regenerálódásuk a borókások esetében természetes úton csak a hazai nyárak sarjadása utján velószínűsíthető, a leégett tájidegen fenyvesek pedig szerkezet-átalakítás utáján mesterséges úton tudnak megújulni.
A területen lehatárolt égési formák közül több egybemosódott. A terepen térinformatikai módszerekkel lehatárolni elkülöníteni az egyes égési formákat nem lehetett, így átmeneti kategóriaként 73,65 ha-t vettünk fel, ami a leégett terület 29%-a.

Égési formák	**Terület (ha)**
Avartűz	22,34
Törzstűz	113,69
Koronatűz	38,69
Tűzzel nem érintett	0,56
Égés a faegyed tő közeli részén	2,34
Átmenet az égési formák között	73,65

1. táblázat: A felmérés során elkülönített égési formák területi megoszlása

A korábban leégett bugaci erdőtömb természetvédelmi kezelési tapasztalataihoz hasonlóan, az erdőfelújításaink jelentős részét az őshonos hazai nyár sarjak területi arányára alapozzuk. A leégett borókás-nyáras jelölő élőhelyek megújítása elsősorban természetes úton valósul meg, természetkímélő mesterséges kiegészítéssel. A leégett tájidegen faállományok véghasználatát és szerkezet-átalakítását első körben 19 hektáron tervezzük. A mesterséges erdőfelújításaink során több helyen részleges talaj-előkészítést alkalmazunk a jelölő fajok és jelölő élőhelyek megőrzése érdekében. Igazgatóságunk a felnyíló erdő törvényi kirtériumainak megfelelő erdőrészletek esetében kezdeményezni fogja a felnyíló erdővé történő átminősítést az illetékes hatóságoknál.



3. ábra: A leégett erdőterület égési formáinak térképi megjelenítése

Felhasznált irodalom

1. Csontos, P. & Cseresnyés, I. (2007): Feketefenyvesek tűzveszélyességi viszonyainak elemzése. In: Csontos P. (szerk.): Sziklagyepek szünbotanikai kutatása, Scientia Kiadó, Budapest. pp. 57−79.
2. Deák, B., Valkó, O., Schmotzer, A., Kapocsi, I., Tóthmérész, B. & Török, P. (2012): Gyepek égetésének természetvédelmi megítélése – probléma vagy gyepkezelési alternatíva? Tájökológiai Lapok 10(2): 287-303.
3. Deák, B., Valkó, O., Török, P., Végvári, Zs., Hartel, T., Schmotzer, A., Kapocsi, I. & Tóthmérész, B. (2014): Grassland fires in Hungary – experiences of nature conservationists on the effects of fire on biodiversity. Applied Ecology and Environmental Research 12(1): 267-283.
4. Ónodi, G. Csatádi, K., Németh, I., Váczi, O., Botta-Dukát, Z., Kertész, M. & Altbäcker, V. (2007): Birka (Ovis aries, L.)- és nyúllegelés (Oryctolagus cuniculus, L.) hatásainak vizsgálata az égésre homokpusztagyepen. Természetvédelmi Közlemények 14: 117-129.
5. Valkó, O., Deák, B., Kapocsi, I., Tóthmérész, B. & Török, P. (2012): Gyepek kontrollált égetése, mint természetvédelmi kezelés – Alkalmazási lehetőségek és korlátok. Természetvédelmi Közlemények 18: 517-526.
6. Valkó, O., Török, P., Deák, B. & Tóthmérész, B. (2014): Prospects and limitations of prescribed burning as a management tool in European grasslands. Basic and Applied Ecology 15: 26-33.

A FÉNY VIZSGÁLATA OKOSTELEFON SEGÍTSÉGÉVEL

Finta Zsanett

ELTE Fizika Doktori Iskola - Fizika Tanítása Program
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A
Szombathelyi Nagy Lajos Gimnázium
9700 Szombathely, Dózsa György utca 4.
e-mail: fintazsanett@gmail.com

Jelen projektmunkában megvilágítás méréseket végeztünk okostelefon segítségével. A mérés során a megvilágítás mértékét különböző fényforrások esetén, (hagyományos izzó, LED, halogén izzó és kompakt fénycső) vizsgáltuk, a hely és a fényforrás teljesítményének függvényében.
Kulcsszavak: fizika tanítása, projekt oktatás, okostelefon, fényforrások, megvilágítás

Bevezetés

Projektünk egyik meghatározó célja, hogy a diákokat a fényjelenségek kvalitatív vizsgálata a későbbiekben hozzásegítse a fény hullámtermészetének megértéséhez és elfogadásához, valamint az optikai jelenségek kvantitatív értelmezéséhez.

A hullámtannal kapcsolatos jelenségek a közép- és általános iskolai fizika meghatározó, de a diákok számára általában nehezen érthető és feldolgozható anyagrészei közé tartoznak.

Az anyagrész megalapozása már az általános iskola 7-8. évfolyamon elkezdődik, jó esetben megtörténik. A legtöbb szó az optika jelenségköréről esik, hiszen a fényt a diákok jól ismerik és a fénytani jelenségek széles skálája órai keretek között egyszerű kísérletek segítségével bemutatható. Már itt lehetőségünk van arra, hogy az elektromágneses spektrum nem látható tartományára is felhívjuk a figyelmet. Középiskolai szinten ezek a fogalmak tovább bővülnek, differenciálódnak és természetesen nehezednek. Az optika témakörének feldolgozása végén – a fénnyel való analógia alapján – történik az atomfizika anyagrészhez kapcsolódóan az elektron hullámmodelljének előkészítése.

A fénnyel való ismerkedés, a fény hullámtermészetének megértése azonban már jóval a 11. évfolyam megkezdése előtt szükséges, hiszen a diákok földrajz órán már korábbi évfolyamokon találkoznak a napsugárzás jelenségével és jellemzőivel. Ekkor a fogalmak tisztázására fizika órán még igazán nincs lehetőségünk, hiszen a gimnáziumi tanulmányok kezdeti szakaszán nem áll a tanulók rendelkezésére a megfelelő matematikai apparátus, így csak kísérletekre és szemléltető hasonlatokra támaszkodhatunk.

A fényjelenségek okos telefonos vizsgálata újszerű, a modern technika felkelti a gyerekek érdeklődését az optika témaköre iránt. A kísérleti eszköz mindig kéznél van, hiszen manapság már szinte minden diáknak van okostelefonja, amelyek többsége rendelkezik a szükséges szenzorral. A mérést 9. és 10. évfolyamos, tehetséggondozó szakkörön résztvevő diákok végezték. Sem a fizika szaktárgyi ismeretek, sem a matematika eszköztár nem teszi lehetővé, hogy a középiskola ilyen korai szakaszán az optika témakörét precízen, kvantitatív szinten tárgyaljuk. Így a diákok, bár a fényjelenségeket leíró pontos törvényeket még nem ismerik, a mérés segítségével mégis közelebb kerülnek a fény természetének és tulajdonságainak megértéséhez.

Megvilágítás mérése okostelefon segítségével

Elméleti háttér

A fotometria – más néven fénymérés – fogalmai többnyire szinte elő sem kerülnek a gimnáziumi fizika órákon, holott nagyon sok szállal kapcsolódnak mindennapi életünkhöz. Így mindenképp szükségét érzem, hogy – ha máshol nem is, de legalább szakkörön –szenteljünk időt ennek a témának, akár úgy is, hogy a fogalmakat, törvényeket nem tisztázzuk pontosan. Ezen fogalmak közé tartozik a *fényerősség,* melynek mérésére az ún. fotométerek szolgálnak. Ezek közül az egyik legismertebb a Bunsen-féle fotométer, amely az emelt szintű fizika érettségi mérési feladatai között is helyet kapott. (A fotométer működése különböző fényforrásokkal való megvilágítás vizuális összehasonlításán alapul.)

A *megvilágítás* a megvilágított felületre eső fényáram és a megvilágított felület nagyságának hányadosa. A fényáramot tekinthetjük úgy, mint a jelen lévő látható fény összegét; a megvilágítást pedig, mint az adott területre eső fényáram intenzitását. A fogalmak természetesen ebben a formában nem pontosak, a mérés azonban megérteti a tanulókkal az egyszerű szóhasználattal megfogalmazott összefüggések tartalmát. A megvilágítás mértékegysége a lux.[1]

A kísérleti eszköz

A kísérleti eszköz egy házilag gyártott, jól záródó fadoboz volt, melyet *Juhász Gergő (Szombathelyi Nagy Lajos Gimnázium, 10.C osztály)* tervezett meg és készített el. A nagyméretű dobozba hat különböző fényforrást helyeztünk el, amelyek mindegyike saját kapcsolóval rendelkezett. A használt fényforrások: hagyományos, LED, kompakt, halogén, karácsonyfa és kerékpárizzó. Az utóbbi kettőt kis fényereje miatt összehasonlító mérésre nem használtuk, kizárólag a megvilágítás értéküket mértük meg, ami a többi fényforráséhoz képest nagyon alacsony érték volt. A telefont mindig ugyanarra a helyre tettük a fényforrásokkal szemközti oldallapnak támasztva, érzékelővel a fényforrások felé.

1. ábra A házi "sötétkamra" a fényforrásokkal

A fény hullámtermészete – a fényvisszaverődés jelensége

A fényvisszaverődés minden tanuló számára ismert. Bár a pontos törvény majd csak a 11. évfolyamon kerül elő, a hétköznapok során számos alkalommal találkozhatnak a jelenséggel, hiszen reggelente mindegyikük tükörbe néz, vagy látta már a tó felszínén visszatükröződő part képét. Tehát a jelenség ismert, csupán a precíz fizikai vonatkozások hiányoznak a gimnázium kezdeti szakaszán.

A fényvisszaverődés szemléltetésre a következő mérés alkalmas. Az egyes fényforrásokat különböző pozícióba helyezve, észrevehetjük, hogy a megvilágítás értékek megváltoznak. Ennek oka természetesen az, hogy a különböző helyekre kerülőizzók fénye másként verődik vissza a doboz faláról, így a telefon szenzora más fényerőt detektál.

[1] https://hu.wikipedia.org/wiki/Fotometria#Megvil.C3.A1g.C3.ADt.C3.A1s

A fényforrásokat négy különböző helyre téve, és több mérést is végezve feljegyeztük az egyes megvilágítás értékeket. Várakozásainknak megfelelően a szimmetrikusan elhelyezkedő foglalatokban (1- és 4. illetve 2. és 3.) a megvilágítás értékek is közel azonosnak bizonyultak.

Hely	LED	Kompakt	Halogén	Izzó	ÁTLAG
1	51,45969	74,0381	89,9927	66,08643	70,39423
2	97,47277	96,75009	98,17385	97,509	97,47643
3	100	100	100	100	100
4	53,68192	79,94023	99,19649	63,65546	74,11853

1. táblázat A 3. mérési helyet 100 %-nak tekintve az egyes mérési pontok %-os „súlya”

A megvilágítás teljesítménytől való függése

Kíváncsiak voltunk, hogy vajon hogyan függ a mért megvilágítás értéke a fényforrás teljesítményétől. Ehhez egyszerű áramkört állítottunk össze, amelybe potenciométert és feszültség, valamint árammérőt kötöttünk.

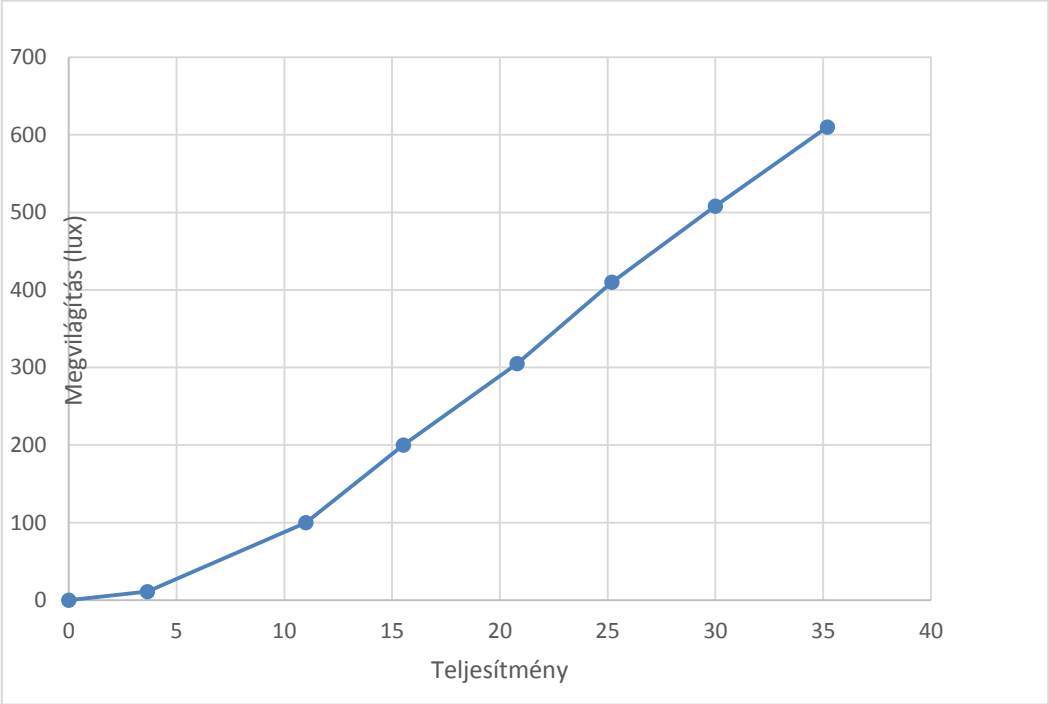
2. ábra Az összeállított áramkör a potenciométerrel és a mérőműszerekkel

A potenciométer segítségével a fényforrásokra eső feszültség nagyságát 0-tól egészen 220 V-ig változtattuk. Az egyes feszültség-áramerősség értékpárokat leolvasva kiszámoltuk a források teljesítményét, miközben feljegyeztük a telefon által mért megvilágítás értékeket, majd az adatokat Excel táblázatba foglaltuk.

Feszültség	Áramerősség	Teljesítmény	Megvilágítás (lux)
0	0	0	0
57	0,064	3,6	11,00
110	0,1	11,0	100,00
135	0,115	15,5	200,00
160	0,13	20,8	305,00
180	0,14	25,2	410,00
200	0,15	30,0	508,00
220	0,16	35,2	610,00

2. táblázat A kapott feszültség, áramerősség, teljesítmény és megvilágítás értékek

A megvilágítás értékeket a fényforrás teljesítményének függvényében ábrázoltuk, majd a kapott értékpárokra függvényt illesztettünk.



3. ábra A megvilágítás-teljesítmény függvény

Eredmények összevetése a zsírfoltos fotométerrel kapott értékekkel

A telefonnal kapott mérési eredményeket Bunsen-féle zsírfoltos fotométerrel ellenőriztük. A fotométer működési elve egyszerű,ha papírlapon elhelyezkedő zsírfoltot egyik oldalról megvilágítunk, a fényforrás felőli oldalon a folt sötétebb, mint a szemközti oldal, ugyanis a zsírfolt fényáteresztő képessége nagyobb, mint a tartalmazó papíré. Ha az mindkét oldalról megvilágítjuk a fényfoltot, és megtaláljuk a papírlapnak azt a helyzetét, ahol a folt mindkét oldalon azonos fényességű, akkor a folt két oldali megvilágítása megegyezik [1].

Ha a folt két oldalának megvilágítása azonos, akkor a fényteljesítmények úgy aránylanak egymáshoz, mint a fényforrások ernyőtől való távolságának négyzetei. [2]

$$\frac{\Phi_1}{\Phi_2} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 .$$

Ezzel az összefüggéssel a fényteljesítmények aránya meghatározható. A fényteljesítmény – más néven fényáram – arányos a megvilágítással, ezáltal a klasszikus és a modern eljárással kapott eredmények összehasonlíthatók.

A fényforrások kiválasztásánál figyeltünk arra, hogy a gömbök átmérői közel azonosak legyenek. Méréseinkhez 30 W-os halogén izzót, 40 W-os hagyományos izzót és 4 W-os LED-es fényforrást használtunk.

Először a Bunsen-féle fotométeres módszerrel hasonlítottuk össze a hagyományos izzót a halogén izzóval, és a LED-es fényforrással. A méréseket a fent leírtak alapján elvégezve a következőket kaptuk.

	Izzó	LED	Halogén
Izzó	1	0,65	0,36
LED	1,55	1	0,56
Halogén	2,74	1,79	1

3. táblázat A Bunsen-féle fotométeres méréssel kapott értékek

A következő táblázat az okostelefonnal történő mérés eredményeit tartalmazza. A 2-es mérőhelyen lévő megvilágítás értékeket nézve a keresett arányokra a következőket kaptuk.

	Izzó	LED	Halogén
Izzó	1	0,69	0,41
LED	1,45	1	0,60
Halogén	2,41	1,66	1

4. táblázat Az okostelefonnal kapott eredmények

Mindkét táblázat esetén a főátlóban 1-es szám található, ami azt jelenti, hogy az azonos fényforrások fényteljesítményei megegyeznek. A főátló alatti 1-nél nagyobb számok arra utalnak, hogy az adott fényforrás fényteljesítményei nagyobbak a másikénál. A kapott értékeket vizsgálva megállapíthatjuk, hogy a hagyományos izzó a legerősebben, a LED-es pedig a legkevésbé fényes..

A két táblázatot nézve elmondhatjuk, hogy a különböző mérésekkel kapott értékek jó közelítéssel megegyeznek.

Összefoglalás

A legtöbb tanár a következő jól ismert mondattal kezdi a tanórát: mindenki tegye el a mobiltelefonját! Képzeljük csak el, mennyire meglepődnek a diákok, mikor arra kérjük őket, hogy vegyék elő a készüléküket, mi több, töltsenek le egy applikációt, teljesen „legálisan”. Nagyon erős motivációt jelent a diákok számára, hogy ez most valami új, valami más. A hagyományos tanóráktól eltérő módszerek megmutatják a diákoknak, hogy a fizika nemcsak száraz feladatmegoldást, és törvények, összefüggések megtanulását jelenti, hanem a tanultakat pl. egyik kedvenc „játékszerűk” segítségével alkalmazhatják a gyakorlatban is.

Tapasztalatom szerint a tanórák még akkor is színesebbé tehetők, ha egy iskola nem rendelkezik jól felszerelt szertárral. Erre érdemes minden lehetőséget megragadnunk a hétköznapi használati eszközök kísérletezésbe, mérésbe való bevonásával is. A fent leírt kísérletek, mérések az okostelefonok tanórán való felhasználásának csak kis részét mutatják be.

Az órákon vagy a szakköri foglalkozások kívül lehetőségünk nyílik a diákoknak otthoni mérések elvégzésére, kiértékelésére, és ehhez kapcsolódóan számítási feladatok megoldására.

Felhasznált irodalom

1. Budó Ágoston: Kísérleti Fizika III. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1995.
2. Juhász András: A 2010. évi emelt szintű fizikai érettségi vizsga mérési feladatai. Öveges József Tanáregylet, Budapest, 2010.

SZOMBATHELY LÉGSZENNYEZETTSÉGÉNEK JELLEMZÉSE A FALEVELEKRE ÜLEPEDETT POR ELEMÖSSZETÉTELÉNEK VIZSGÁLATA ALAPJÁN

Füzesi István, Farsang Ágota

Nyugat-magyarországi Egyetem, Földrajz és Környezettudományi Intézet
9700 Szombathely, Károlyi Gáspár tér 4.
E-mail: fuzesi.istvan@nyme.hu; farsang.agi@nyme.hu

Szombathely porterhelését vizsgáltuk a fák leveleire ülepedő por mennyiségi és minőségi analízisével. A forgalmas utak mentén található mintavételi helyeken magasabb porterhelés volt kimutatható, ezzel szemben a parkok, nagyobb zöldterületek szennyezettsége általában alacsonyabb. Egyes nehézfémek (pl. cink, ólom) feldúsulása szintén egyértelműen a közlekedés szennyező hatásával magyarázható.
Kulcsszavak: légszennyezés, porterhelés, nehézfém, biomonitoring

Bevezetés

Az elmúlt évszázadokban antropogén hatásokra jelentősen megváltozott a nyomelemek légköri koncentrációja. A szennyező anyagok közvetlen kibocsátása a városi környezetben a legjelentősebb, ezért a légszennyeződés itt fokozottan károsan hat az emberi egészségre, az épületek és egyéb műtárgyak állapotára, valamint a városi levegő optikai tulajdonságaira *(Mészáros 1997).*

A nyomelemek nagy része a szárazföldi ökoszisztémákba száraz vagy nedves ülepedéssel kerül. A városi környezetben a nyomelemek koncentrációjának növekedése elsősorban a közlekedéssel magyarázható, beleértve a kipufogógáz-kibocsátást és a járművek kopását *(Harrison et al. 2003)*. Jelentős szennyező lehet még az építőipar, valamint a különböző pontszerű forrásokból történő kibocsátás *(Abdul-Wahab és Yaghi 2004)*.

Az utóbbi években a szennyező anyagok, ezen belül a nyomelemek vizsgálatára a hagyományos módszerek mellett széles körben alkalmazzák a növényi biomonitorozást *(Burger 2006).* A növények információt nyújtanak nem csak a szennyező anyagok minőségéről és mennyiségéről, hanem a légszennyezés hatásáról is az élő rendszerekre. A légkör nyomelem szennyezésének vizsgálatára a mohák és a zuzmók a legmegfelelőbb szervezetek. Városokban és iparterületeken viszont ezek a szervezetek gyakran nem fordulnak elő, ezért helyettük magasabb rendű növények szerepe nő meg a szennyezőanyagok kimutatásában *(Freer-Smith et al. 2005; Nowak et al. 2006; Fujiwara et al. 2011; Tomasevic 2011).* A fák nagyon hatékonyan csapdába ejtik a légköri részecskéket, ezért kiemelt szerepük van a kisméretű részecskék megkötésében, melyek potenciálisan káros hatással rendelkeznek a környezetre és az egészségre *(Beckett et al. 2000; WHO 2003; Peachey et al. 2009).*

Margitai és munkatársai *(2005)* a falevelekre ülepedett por elemzésére alapozva egy gyorsan kivitelezhető, olcsó módszert fejlesztettek ki a városi légszennyezettség jellemzésére. A módszer jól alkalmazható a vegetációs időszakban a porok elemtartalmának szárazanyagtartalomra vonatkoztatott koncentrációjának a jellemzésére.

Szombathely levegőszennyezettségét 2015 őszén vizsgáltuk a falevelekre ülepedő por mennyiségi és minőségi analízisével. Ennek keretében elemeztük a levegő állapotát különböző

szennyezőanyagok szempontjából, feltérképeztük a város erősen és kevésbé szennyezettebb területeit, valamint azonosítottuk a főbb szennyező forrásokat.

Vizsgálati anyag és módszer

Szombathely porterhelésének vizsgálatára hársfa fajokat alkalmaztunk. A hársfák leveleit hálózatos, zegzugos szerkezetű viaszréteg borítja. A levelük felületén jelentős mennyiségű port képesek ezek a növények megkötni. Szombathelyen az utak mellett és a parkokban gyakran ültetik ezeket a fákat, mivel jó a várostűrésük és jelentős a pormegkötő képességük. A vizsgálatba három hársfajt vontunk be: ezüsthársat (*Tilia tomentosa*), nagylevelű hársat (*Tilia plathyphyllos*), kislevelű hársat (*Tilia cordata*).

2015 szeptemberében a város 30 fájáról gyűjtöttünk be levélmintákat *(1. ábra)*. A fák kijelölésekor törekedtünk arra, hogy legyenek minták forgalmas utak mellől, lakótelepekről, valamint parkokból is. A fákról 1,5-2 m magasságból 25-30 levelet szedtünk le. A begyűjtést követően a minta-előkészítésig a papírzacskóba helyezett leveleket +4 °C-on, hűtőgépben tároltuk.

1. ábra: A levélmintavételi pontok

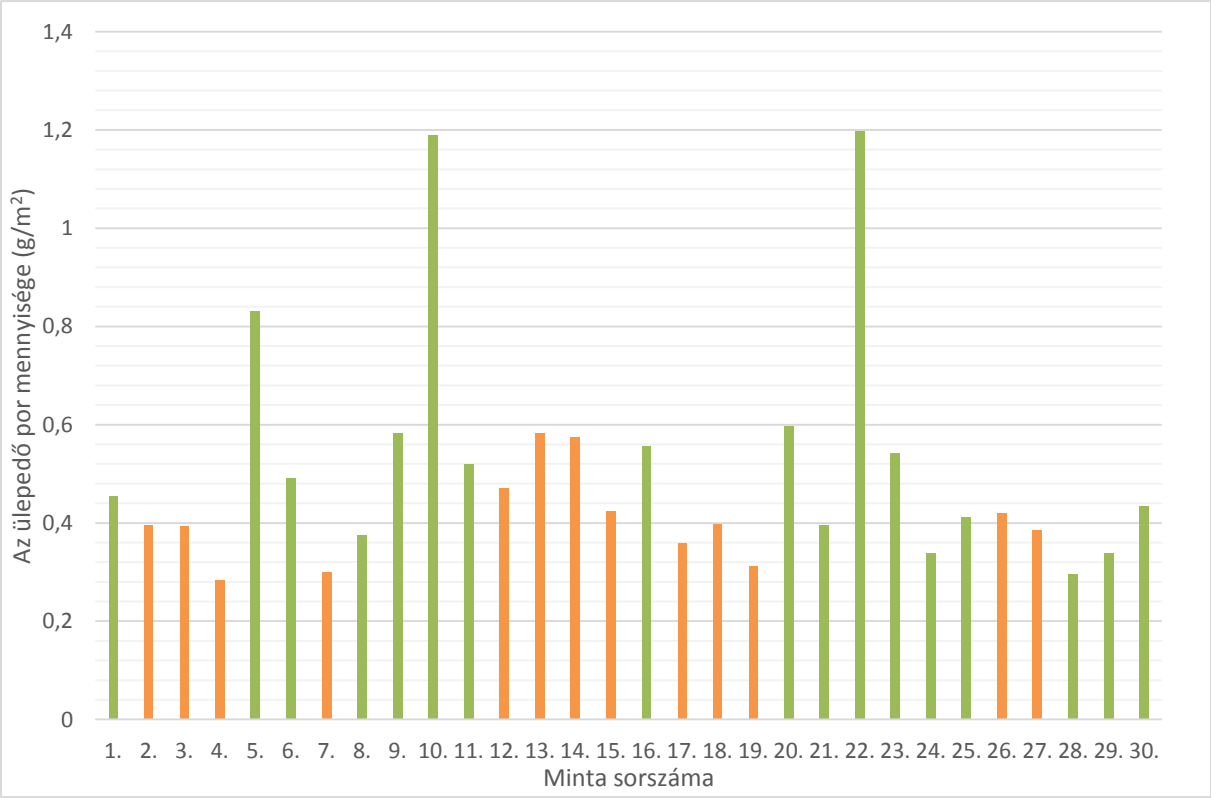
A levelek felületét lapszkenner segítségével határoztuk meg. Mintavételi helyenként a feldolgozott levelek felülete10-12 dm^2 között változott. A szeknnelést megelőzően a levelekről eltávolítottuk a levélnyelet, majd a leveleket a fonákkukkal lefele helyeztük a szkenner üvegfelületére. A szkennelést 300 dbi felbontással végeztük. A beszkennelt levélfelület nagyságát ImageJ szoftver segítségével határoztuk meg.

A szkennelést követően a leveleket 500 ml-es műanyag tégelyekbe helyeztük, mindegyik edénybe 250 ml desztillált vizet adagoltunk, majd rázógéppel 10 percig erősen rázogattuk a mintákat, hogy a levelek felületén megtapadt szennyeződés leváljon. A kapott szuszpenziókat 150 µm-es szűrőn átszűrtük 500 ml-es főzőpoharakba, majd szárítószekrényben 15-20 ml tér-

fogatra pároltuk a szűrleteket. Az így bepárolt mintákat előzetesen analitikai mérlegen lemért főzőpoharakba mostuk át, majd a maradék vizet is elpárologtattuk. A bepárlást követően négy tizedes pontossággal visszamértük a minták tömegét, majd a levélfelületet figyelembe véve kiszámítottuk az 1 m^2-nyi levélfelületre jutó pormennyiséget. 10 kiválasztott pormintát atmoszférikus, nedves roncsolással készítettük elő a műszeres vizsgálathoz. A főzőpoharak tartalmához először 5 cm^3 65 tömeg%-os salétromsavat és 1 cm^3 30 tömeg%-os hidrogénperoxidot adtunk, majd az így kapott elegyet 80 °C-on beszárítottuk. A leroncsolt mintákra 10 cm^3 1 tömeg%-os salétromsavat töltöttünk. Az elemösszetétel meghatározása plazma optikai emissziós spektrométerrel (Spectro Genesis ICP-OES) történt.

Vizsgálati eredmények értékelése, következtetések

A levelekről begyűjtött por mennyiségének átlaga 0,49 g/m^2 volt *(2. ábra)*. A forgalmas utak menti területeken, a parkolókban, valamint az ipari övezetben mértük a magasabb - átlagosan 0,56 g/m^2 - porterheltséget. A két legmagasabb érték a Nyugat-magyarországi Egyetem parkolójában (10. minta) és a Semmelweis utcában (22. minta) volt kimutatható. Mindkét helyen a közelben zajló építési munkálatok magyarázhatják a nagyobb porszennyezettséget. Jelentős porterhelés volt mérhető a Vépi úton is, amely a város keleti részén található ipari övezet egyik fő útja. A város kevésbé forgalmas területeit, parkjait alacsonyabb - átlagosan 0,41 g/m^2 - porterheltség jellemezte. A vizsgálatok alapján megállapítható, hogy Szombathely porterheltségének mértékében, eloszlásában a közlekedésnek van kulcsszerepe.



2. ábra: Az ülepedő por mennyisége a mintavételi pontokon (1 m^2-nyi levélfelületre vonatkoztatva)

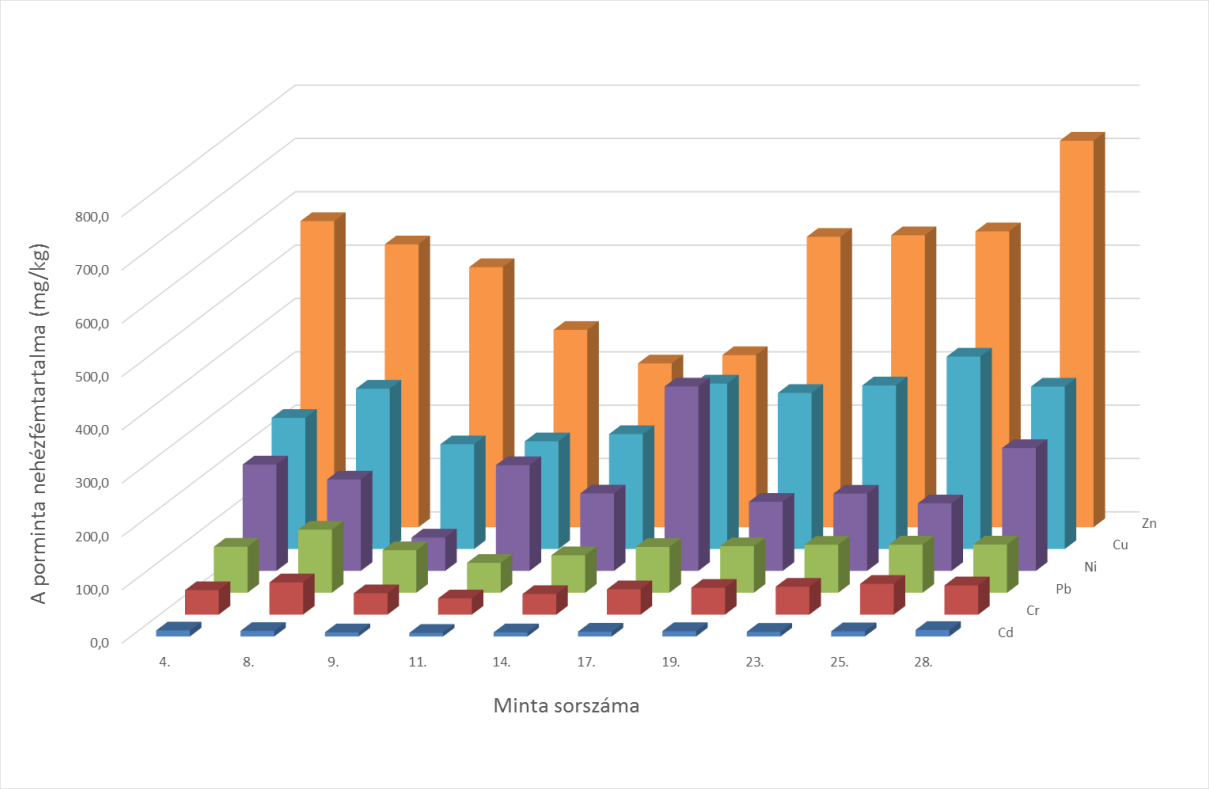
Az analitikai elemzéssel megvizsgáltuk a porok összes elemtartalmát. A minták átlagos ólomkoncentrációja 85,4 mg/kg volt *(1. táblázat)*, ami megfelel az európai városok átlagértékének *(Margitai és Braun 2005)*. Emelkedett ólomkoncentrációt általában a város forgalmas útjai

mellett mértünk. A legmagasabb ólomkoncentrációt a Puskás Tivadar úton, a legkisebbet pedig a Körmendi út és a Perint patak között található fáknál mértük *(3. ábra)*.
A kadmium átlagos koncentrációjára 9,4 mg/kg értéket mértünk, ami magasabb a kevésbé szennyezett területekre jellemzőnél. A legnagyobb koncentrációt egy belvárosi parkolóban, a Thököly utcában kaptuk, a legalacsonyabbat pedig a Körmendi út és a Perint patak között található parkosított területen.

1. táblázat: A fákról gyűjtött porok átlagos nehézfémtartalma (mg/kg)

	Cd	*Cr*	*Cu*	*Ni*	*Pb*	*Zn*
Átlag	*9,4*	*47,8*	*273,5*	*175,3*	*85,4*	*496,2*
Szórás	*1,6*	*8,8*	*52,3*	*72,3*	*15,1*	*122,3*

A nikkel koncentrációját a legmagasabbnak (345,8 mg/kg) az Oladi lakótelep parkosított részén mértük. A réz feldúsulása egyes pormintákban a közúti forgalom okozta szennyezéssel magyarázható, ezért nem véletlen, hogy a legnagyobb, 360,7 mg/kg-os koncentrációt a város legforgalmasabb közlekedési csomópontjában, Szent Márton úton mértük.
A vizsgált nehézfémek közül a legmagasabb mennyiségben a cink fordult elő a mintákban, átlagértéke 496,2 mg/kg volt. A legnagyobb cinkkoncentrációt egy belvárosi parkolóban (Thököly utca) tapasztaltuk, ami magyarázható azzal, hogy a cinkszennyezés főként közlekedési eredetű.



3. ábra: A fákról gyűjtött porminták nehézfémtartalma

Összefoglalás
Szombathely levegőszennyezettségét vizsgáltuk a hársfák leveleire rakódott por mennyiségi meghatározásával és analitikai mérésével. Az alkalmazott módszer nem informál az egységnyi idő alatt egységnyi felületre ülepedett por mennyiségéről (azaz az ülepedési sebességről), viszont tájékoztatást nyújt egy adott település porterhelésének mértékében megmutatkozó területi különbségekről, és a porok elemtartalmának szárazanyagra vonatkoztatott koncentrációjáról.
Magasabb porterheltséget elsősorban a forgalmas utak és parkolók mellett mértünk a városban, emellett jelentős pontszerű szennyező forrás volt még az építőipar. A vizsgált toxikus nehézfémek közül a cink fordult elő a legnagyobb koncentrációban a levelekre ülepedett porban. Egyes nehézfémek (pl. cink, ólom) feldúsulása egyértelműen a közlekedés szennyező hatásával magyarázható, más fémeknél viszont további vizsgálatokra van szükség a szennyezés eredetének meghatározásához.

Felhasznált irodalom

Abdul-Wahab, S.A., Yaghi, B., 2004. Total suspended dust and heavy metal levels emitted from a workplace compared with nearby residential houses. Atmos. Environ. 38, 745–750.

Beckett, K.P., Freer-Smith, P.H., Taylor, G., 2000. Effective tree species for local air quality management. J. Arboriculture 26, 12–19.

Burger, J., 2006. Bioindicators: a review of their use in the environmental literature1970–2005. Environ. Bio-Indic. 1 (2), 136–144.

Freer-Smith, P.H., Beckett, K.P., Taylor, G., 2005. Deposition velocities to Sorbus aria, Acer campestre, Populus deltoides X trichocarpa 'Beaupre', Pinus nigra and X Cupressocyparis leylandii for coarse, fine and ultra-fine particles in the urban environment. Environ. Pollut. 133 (1), 157–167.

Fujiwara, F.G., Gomez, D.R., Dawidowski, L., Perelman, P., Faggi, A., 2011. Metalsassociated with airborne particulate matter in road dust and tree bark collectedin a megacity (Buenos Aires, Argentina). Ecol. Indic. 11, 240–247.

Harrison, R.M., Tilling, R., Romero, M.S.C., Harrad, S., Jarvis, K., 2003. A study of trace metals and polycyclic aromatic hydrocarbons in the roadside environment. Atmos. Environ. 37, 2391–2402.

Margitai Z., Braun M., 2005. Nyolc európai város légszennyezettségének vizsgálata falevelekről gyűjtött por elemösszetételének diszkriminancia analízisével. Magyar Kémiai Folyóirat, Közlemények. III. évfolyam, 1 szám, 38-41.

Margitai Z., Braun M., Posta J., 2005. Légszennyezettség jellemzése a falevelekre ülepedett por szervetlen komponenseinek elemzése alapján. Műszeres analitika. 2005/2, 61-64.

Mészáros E., Levegőkémia. 1997. Veszprémi Egyetem, Veszprém.

Nowak, D.J., Crane, D.E., Stevens, J.C., 2006. Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. Urban Forestry Urban Green. 4, 115–123.

Peachey, C.J., Sinnett, D., Wilkinson, M.,Morgan, G.W., Freer-Smith, P.H., Hutchings, T.R., 2009. Deposition and solubility of airborne metals to four plant species grown at varying distances from two heavily trafficked roads in London. Environ. Pollut. 157, 2291–2299.

Tomasevic, M., Anicic, M., 2011. Trace element content in urban tree leaves and SEM-EDAX characterization of deposited particles. Phys. Chem. Technol. 8, 1–13.

World Health Organization (WHO), 2000. Air hygiene report no. 10. Biomonitoring of Air quality using plants, Geneva.

AZ ATLANTI HURRIKÁNOK KINETIKUS ENERGIASŰRŰSÉGE

Iván Márk, Tasnádi Péter

Eötvös Loránd Tudományegyetem, Földrajz– és Földtudományi Intézet,
Meteorológiai Tanszék 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A
e-mail: ivanmark90@gmail.com, tasi@ludens.elte.hu

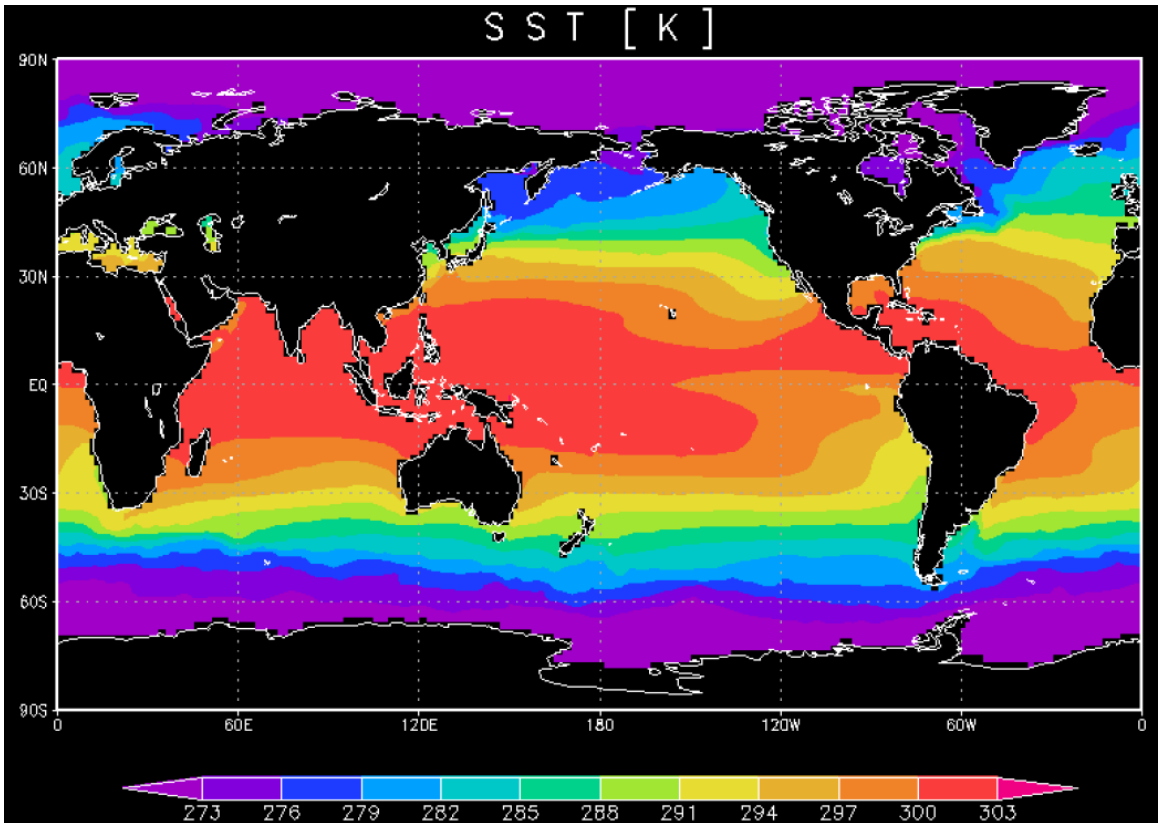
A trópusi ciklonok, bár hosszú ideje a meteorológiai vizsgálatok fókuszában vannak sokféle máig is tisztázatlan tulajdonsággal rendelkeznek. Igen nehéz például az életútjuk, energiájuk és pusztító hatásuk előrejelzése. A trópusi ciklonok pusztító hatásának egyik mérőszáma a hosszú ideig fennálló magas kinetikus energiasűrűség. Jelen kutatásban az észak-atlanti régió trópusi ciklonjainak kinetikus energiasűrűségét határoztuk meg a ciklonok legerősebb életszakaszára vonatkozóan.
trópusi ciklon, hurrikán, Saffir-Simpson, kinetikus energiasűrűség, ECMWF

Bevezetés

A meteorológiai jelenségek igen széles méretskálájúak lehetnek. A globális méreteket öltő nagy földi légkörzés mellett, akár a mikroskálájú turbulens örvényekkel is találkozhatunk. Jelen munkában egy igen intenzív és pusztító jelenséggel, a trópusi ciklonnal foglalkoztunk. Azokat a légköri képződményeket, melyek a szinoptikus és mezo skála határán mozognak, az Egyenlítőhöz közeli területeken alakulnak ki, és alacsony légnyomású, meleg magú központtal rendelkeznek, trópusi ciklonoknak nevezzük. Közülük azokat, melyek elérik a 33 m/s – os szélsebesség értéket, hurrikánoknak nevezzük. Fontosnak tartjuk megemlíteni, hogy a trópusi ciklonok máig is tisztázatlan tulajdonságokkal is rendelkeznek, emiatt többféle definíciójukkal is találkozhatunk. Szinte ahány trópusi országot érintenek a pusztító trópusi örvények, és ahány meteorológiai szervezet vagy éppen tankönyv foglalkozik velük, annyiféle különböző leírásuk létezik. Néhány jellegzetességük azonban minden leírásban közös.

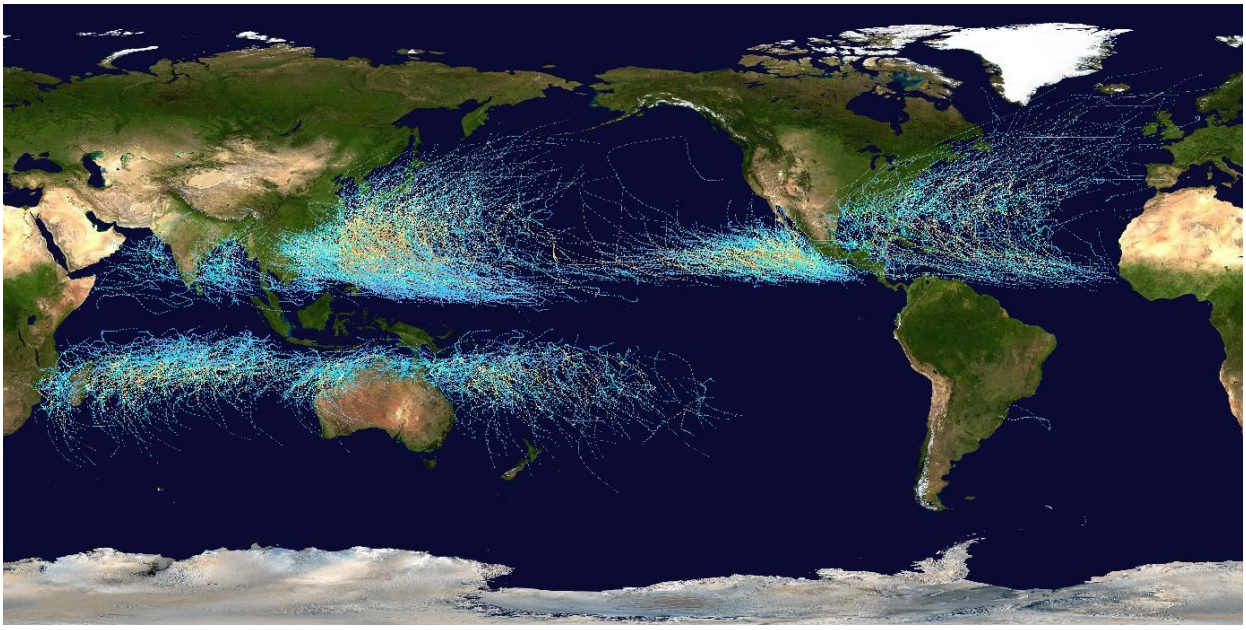
A trópusi ciklonok pályája és kialakulásának feltételei

A trópusi ciklonoknak keletkezési környezete és élettere is meleg óceáni vízfelszínhez kötött. A magas hőmérsékletű óceáni vízfelszín, a vízgőz körforgása révén energiával táplálja a trópusi ciklonokat. Ezek mellett fontos megemlíteni, hogy a kifejlett trópusi ciklonok esetében nem csak a vízfelszín hőmérséklete, hanem a vertikális hőmérsékleti profil is kitüntetett fontossággal bír. (Emanuel, K. A., 2005) Az 1. ábra az óceáni vízfelszín hőmérsékletét mutatja be, abszolút hőmérsékleti skálán. (Az SST [K] betűszó az angol Sea Surface Temperature rövidítése.) A pirossal jelölt óceáni területek felszíni hőmérséklete megfelelően magas a trópusi ciklonok kialakulásához.



1. ábra: Óceáni vízfelszín hőmérséklet. [K]

A trópusi ciklonok keletkezését és mozgását vizsgálva megállapítható, hogy létezésük mind az északi, mind a déli féltekén az 5 és a 20 szélességi fok közötti területre korlátozódik. Furcsa azonban, hogy habár a 0 és 5 szélességi fokok közötti tengerfelszín hőmérséklete elegendően magas a trópusi ciklonok létezéséhez, ebben a közvetlen egyenlítő közeli sávban trópusi ciklonnal nem találkozunk. Ennek az az oka, hogy ebben a sávban a Coriolis-erő horizontális komponense túlságosan kicsiny ahhoz, hogy a konvektív cellában feláramló levegőt megpörgesse. A 2. ábra a hurrikánná alakult trópusi ciklonok, illetve tájfunok útvonalát mutatja be. Az ábrán jól látható az előbbiekben már említett 0 és 5 szélességi fokok közti zóna, amelyen nem csak, hogy nem keletkeznek, hurrikánok, de pályájuk sem érinti azt. Mindezek mellett a trópusi ciklonok pályája egyes óceáni medencéket is elkerül. Ezeken az óceáni területeken a hideg tengeráramlatok miatt nem, vagy csak elvétve láthatóak trópusi ciklonok. Az Egyenlítőtől távolodva a vízfelszín hőmérséklete csökken és a trópusi ciklonok gyakorisága rohamosan nullára esik. A ciklonpályákat összesítő ábra jól mutatja azt is, hogy óceánt jelző kék felületről a zöldes árnyalatú szárazföld fölé érve a trópusi ciklonok gyorsan megszűnnek. A ciklonpályák szárazföld fölé eső szakasza nagyon rövid. Ez sem véletlen, hiszen a légköri képződményeknek a kontinensek felett megszakad az energia utánpótlása, sőt a szárazföld érdessége következtében az energia disszipációja ugrásszerűen megnő. (Ginis I., 2002)



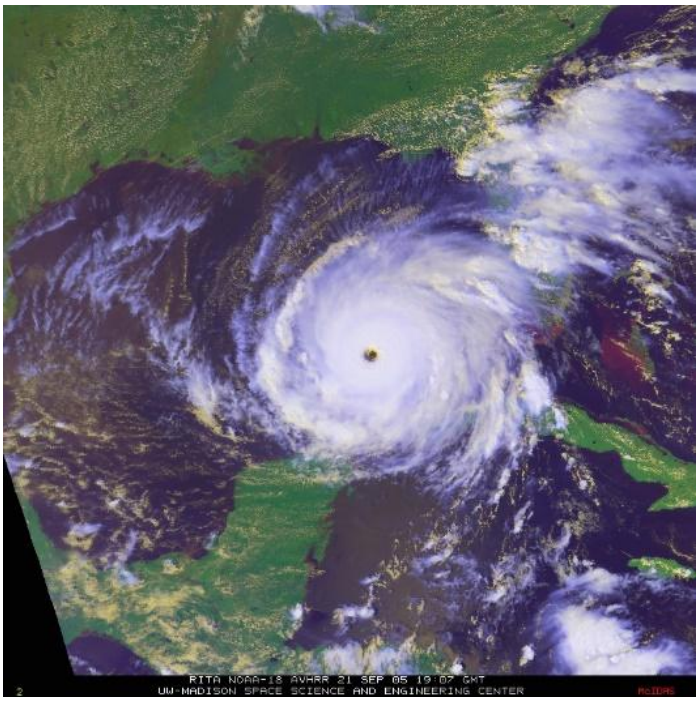
2. ábra: A hurrikán erősségű trópusi ciklonok és tájfunok útvonalai

Összefoglalva a tapasztalatokat, a trópusi ciklonok kialakulásához elengedhetetlen fontosságú tényezők:

- Teljes troposzférát felölelő feláramlás, azaz mély konvekció
- Meleg óceáni vízfelszín
- Feltételes instabilitás
- Gyenge szélnyírás
- Erős örvényesség

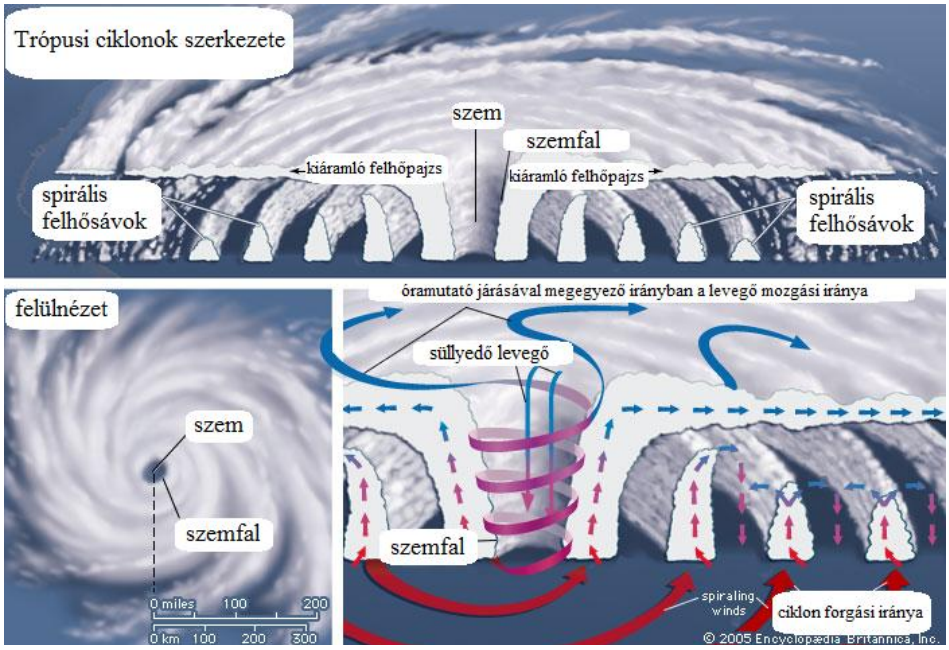
A trópusi ciklonok szerkezete

A trópusi óceáni területeken a besugárzás következtében, igen intenzív a feláramlás és a gomolyfelhő képződés. Amikor néhány nagyobb gomolyfelhő képződik egymástól nem túl távol és a vertikális szélnyírás igen csekély, akkor nagy esély van az úgynevezett „forró torony" (hot-tower) kialakulására. A hot-tower úgy keletkezik, hogy az alacsony szinten létrejövő nyomási depressziós centrum felé igen erőteljes konvergencia indul be, s ennek következtében heves feláramlás jön létre. Ebben a fázisban igen erőteljes a Cumulonimbus felhőzet képződése, amelyek rohamosan fejlődnek a nagy mennyiségű nedvesség utánpótlás következtében. Ha ez a konvergencia viszonylag nagy léptékű, azaz távoli helyekről szívja a centrum közelébe a levegőt és a nedvességet, akkor a Coriolis–erő hatására a konvektív cellák képesek bepörögni. A bepörgést követően a troposzféra felső régióiban megjelennek a jól ismert spirál karok, melyeket a 3. ábra műholdfelvétele mutat. A tömegmegmaradás megköveteli azonban, hogy a heves feláramlási tartományok mellett lefelé áramló levegő is legyen. Emiatt a ciklonban periodikusan alakulnak ki zivatarfelhőkből álló és ilyen felhőktől mentes tartományok A leáramlás legjellegzetesebb megjelenése a ciklonok közepén képződő felhőmentes tartomány. Ez a ciklon „szeme", ami a műhold képeken is jól látható. (Czelnai R., et al., 1983)



3. ábra: Rita – hurrikán felhőzete

A 4. ábra sematikusan mutatja a trópusi ciklon szerkezetét. A piros és kék nyilak az északi félteke trópusi ciklonjának az alsó és felső troposzférában kiépülő jellegzetes áramlási rendszerét szemléltetik. A déli féltekén az ellentétes irányú Coriolis-erő miatt a ciklonok ellentétes irányban forognak, mint az északin. A piros nyilak az alsó troposzférára jellemző ciklonális, míg a kék nyilak a felső troposzférára jellemző anticiklonális forgást mutatják. A lila színnel jelzett nyilak a szemfalban és a szemen belüli áramlási rendszert mutatják be.



4. ábra: A trópusi ciklon szerkezete.
forrás: http://media-2.web.britannica.com/eb-media/44/76744-004-AF8CF4A2.jpg

Míg a szemfalban spirálisan felfelé, ciklonálisan áramlik a levegő, a szemben és a légköri képződmény középpontjában leáramlást tapasztalhatunk. Az ábra feltűnteti az átlagos trópusi ciklon méretskáláját és különböző típusú felhők térbeli elhelyezkedését is. Míg a talaj közelében gomolyfelhőzet, azaz Cumulonimbus, addig a felső-troposzférában Cirrus és Cirrostratus felhőzet található. A szemtől kifelé először Cumulonimbus, majd Nimbostratus és végül Cumulus felhősávok vannak. Természetesen a feláramláshoz heves csapadékzónák párosulnak. (Czelnai, 1988) A leáramlás felhőoszlató hatása miatt ezekben a régiókban, még ha ideiglenesen is, de megszűnik a csapadékhullás.

A trópusi ciklonokban ható erők

A trópusi ciklonok szerkezetét, a rendszer dinamikáját meghatározó erők alakítják ki. Amikor a ciklon stacionárius állapotban van, akkor a benne fellépő erők egyensúlyt tartanak. A trópusi ciklon különböző zónáiban a gradiens, a Coriolis és a ciklonhoz rögzített rendszerben fellépő centrifugális erőt kell figyelembe venni. (A tenger felett a súrlódási erő elhanyagolható.) A ciklon középpontjától távolodva azonban a felsorolt erők közül mindig mások válnak dominánssá. Az 5. ábrán számokkal jeleztük a különböző a trópusi ciklon jellegzetes zónáit.

5. ábra: Egy trópusi ciklon felülnézetben

<u>3-as zóna</u>:

$$-\frac{\partial p}{\partial R} = \rho \frac{v^2}{R}$$

<u>2-es zóna</u>:

$$-\frac{\partial p}{\partial R} = f\rho v + \rho \frac{v^2}{R}$$

<u>1-es zóna</u>:

$$-\frac{\partial p}{\partial R} = f\rho v\,,$$

ahol:

$$-\frac{\partial p}{\partial R} = nyomási\ gradiens - erő$$

$$\rho \frac{v^2}{R} = centrifugális - erő$$

$$f\rho v = Coriolis - erő$$

Jelmagyarázat: A „ρ” a levegő sűrűsége (mértékegysége: kgm^{-3}), a „v” a hurrikánban mérhető szélsebesség (mértékegység: ms^{-1}), az „f” a Coriolis-paraméter (2Ωsinφ –vel egyenlő, adott szélességhez kapcsolódó szögsebességet fejez ki), az „R” a trópusi ciklon szemétől vett távolság és a „p” a légnyomás (mértékegység: Pa).

A 3-as zóna a trópusi ciklon közvetlen szeme körüli zóna, ahol az „R” a sugár elég kicsiny, a Coriolis-erő elhanyagolható. Így ebben a zónában a nyomási gradiens-erő és a centrifugális-erő tart egyensúlyt. A 2-es zóna már a szemtől távolabb, de a ciklon szélétől még beljebb található. Ebben a zónában a nyomási gradiens-erő tart egyensúlyt a Coriolis-erő és a centrifugális-erő összegével. Az 1-es zónában az „R” értéke igen nagy, így elhanyagolható a centrifugális-erő. Ebben a zónában a nyomási gradiens-erő és a Coriolis-erő tart egyensúlyt.

A kinetikus energia meghatározása

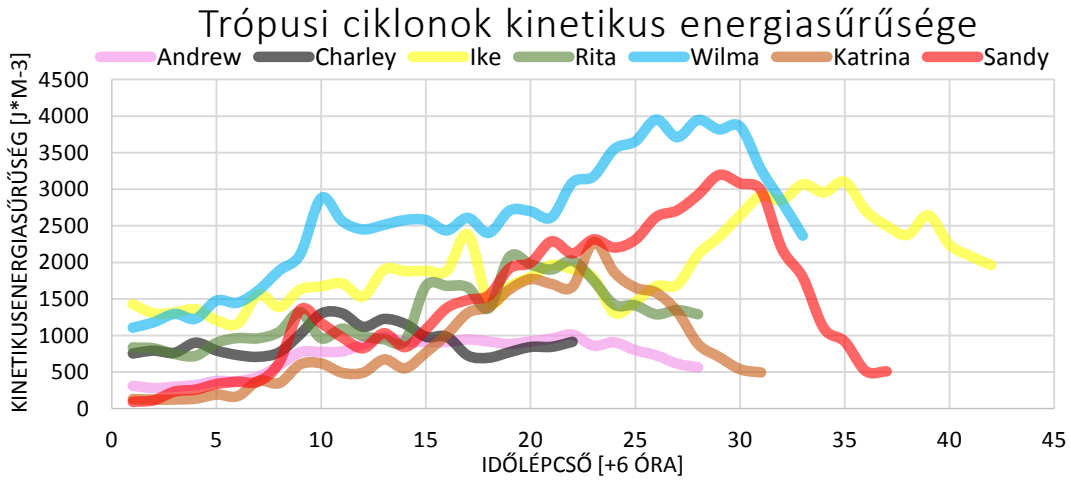
A trópusi ciklonok erősségének, pusztító hatásának mérése sokféle módon történhet. (Szokásos például az összesített anyagi kárt használni erre.) Az egyetlen mérőszámmal való jellemzés jelentős egyszerűsítés és minden bizonnyal vitatható megállapításokra vezethet, mégis

sokat segít a ciklonok összehasonlításában. A meteorológiában, ahol nem utólag kell megállapítani a pusztító hatást, hanem előre kell becslést adni, a ciklon erősségére a szélsebességet, vagy a hosszantartó magas kinetikus energiasűrűséget érdemes használni. Ebben a dolgozatban a hurrikánok átlagos kinetikus energiájának meghatározását mutatjuk be.
A trópusi ciklon kinetikus energiasűrűségének kiszámításához, a jól ismert energiasűrűségre vonatkozó formulát használtuk fel, (Rákóczi F., Götz G., 1981)

$$E_k = \frac{1}{2}\rho v^2 \qquad (1)$$

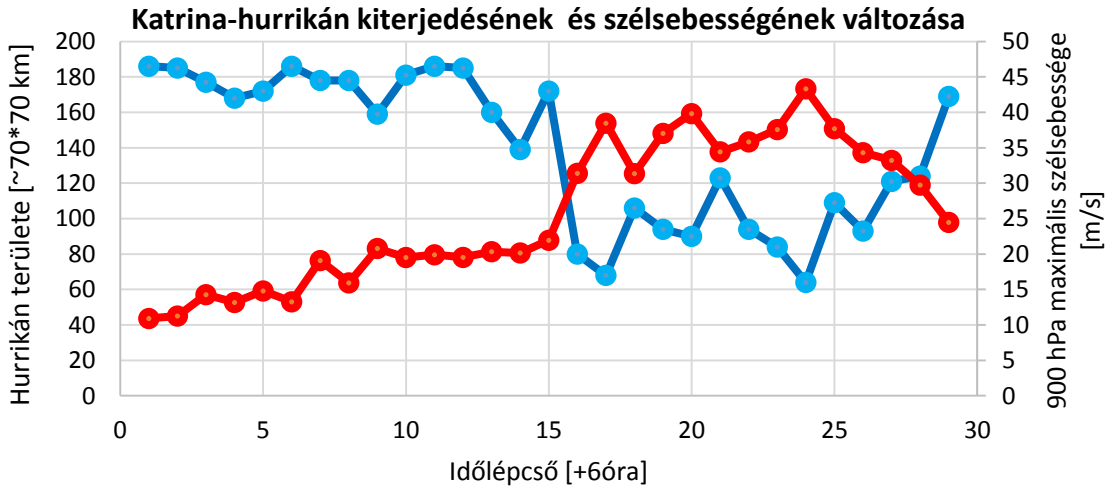
ahol a „ρ" a levegő sűrűségét (mértékegysége: kgm^{-3}), míg a „v" a hurrikánban mérhető szélsebesség értékét (mértékegység: ms^{-1}) határozza meg.
A számítások során az NHC – National Hurricane Center – a Nemzeti Hurrikánkutató Központ, trópusi ciklonok szeméhez rögzített GPS koordinátáit, illetve az ECMWF - European Centre for Medium–Range Weather Forecasts – az Európai Időjárás Előrejelző Központ, napi nyomásszintű adatait használtuk fel. Az 1000 hPa – tól 100 hPa – ig 100 hPa – os lépésközökkel, hat órás időlépcsőkben számoltuk ki az egyes értékeket. Az első feladat az volt, hogy a GPS koordináták és a szélsebesség adatok segítségével a trópusi ciklonokat minden egyes időlépcsőben elkülönítsük közvetlen környezetüktől, azaz kijelöljük a ciklon kiterjedését. A ciklon kiterjedésének kijelölésére minden időlépcsőben meghatároztuk a 900 hPa – on mért legnagyobb szélsebesség értéket és azokat a pontokat tekintettük a ciklonhoz tartozónak, ahol a sebesség meghaladta ennek negyven százalékát. (Azért a 900 hPa –on mért maximális szélsebesség értéket használtuk, mert ez általában a trópusi ciklonban fellépő maximális szélsebességet is jelentette.) A számítások során tehát csak azokat a rácsponti értékeket vettük bele a trópusi ciklon pillanatnyi területébe, melyek megfeleltek ennek a negyven százalékos küszöbértéknek. (Azaz, ha a maximális érték 10 ms^{-1} volt, akkor a küszöbérték 4ms^{-1}, ami azt jelentette, hogy az a rácspont, és így az a terület, amelyre 4 ms^{-1} –nál kisebb értéket kaptunk, már nem tartozott a trópusi ciklon adott nyomási szintjének területéhez.). Mivel minden egyes időlépcsőben újra és újra elvégeztük a számításokat, a küszöbérték minden időlépcsőben más lett, s így különbözővé vált a trópusi ciklon egyes nyomási szintjeinek a kiterjedése is. A küszöbértéket meghaladó szélsebesség értékekből, s az általuk reprezentált rácsokból területi átlagokat hoztunk létre. Az (1) egyenlet segítségével meghatároztuk a kinetikus energiasűrűség területi átlagait. Ezt követően meghatároztuk a térfogati energiasűrűséget is, ahol ügyelni kellett arra, hogy az egyes rácspontokhoz tartozó cellák mérete változik.

Eredmények



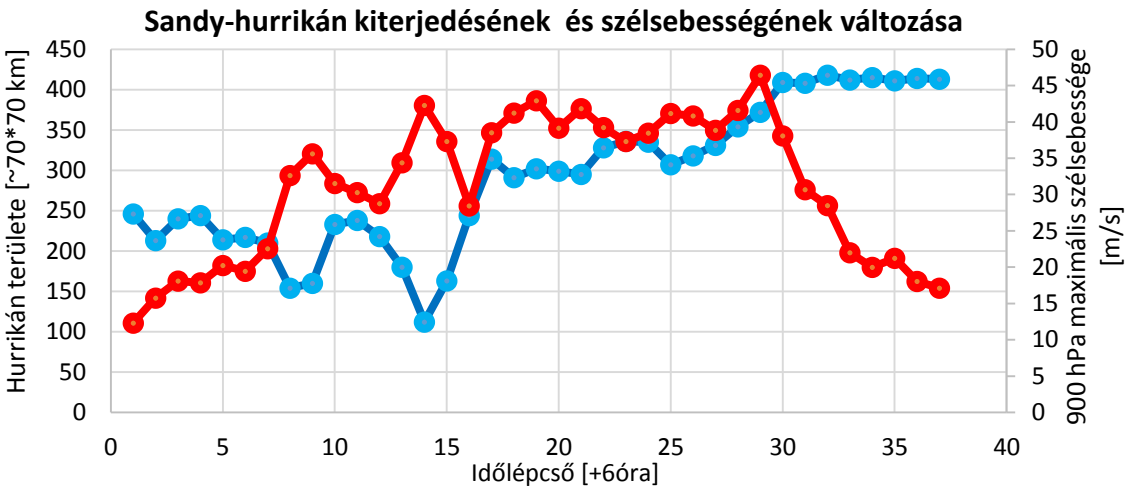
6. ábra: Néhány vizsgált hurrikán kinetikus energiasűrűség görbéje

A 6. ábrán néhány vizsgált trópusi ciklon kinetikus energiasűrűség görbéje látható. Látható, hogy a vizsgált képződményeknek mind az élettartama, mind az energiasűrűsége széles skálán változik. Ez azért érdekes, mert van olyan képződmény, amelynek a maximális kinetikus energiasűrűség értéke kisebb, mint valamely másik kezdeti, kiinduló állapotbeli értéke. Ez természetesen annak az előzőekben már említett ténynek tudható be, hogy az egyes ciklonok más és más környezetben és kezdeti feltételekkel keletkeztek. Megfigyelhető azonban, hogy minél nagyobb a kezdeti pillanat kinetikus energiasűrűsége, azaz minél kedvezőbbek a feltételek ahhoz, hogy kialakulhasson trópusi ciklon, annál hosszabb élettartamú lesz a képződmény, és jó közelítéssel igaz az is, hogy minél hosszabb a ciklon élettartama, annál nagyobb az átlagos kinetikus energia sűrűség maximuma is. (Ez alól kivétel az Ike-hurrikán). A hosszabb élettartammal rendelkező képződmények között vannak olyanok, melyek akár többször is elérik az ötös fokozatot a Saffir – Simplon féle hurrikán skálán, de vannak olyanok is, ezek jellemzően rövidebb élettartamúak, amelyek „csak" egyes vagy maximum kettes fokozatot értek el.
Érdekes összefüggés mutatkozik a ciklonok területi kiterjedése és átlagos szélsebessége között A 7. ábrán a Katrina- a 8. ábrán a Sandy-hurrikán szélsebességének (piros görbe) illetve kiterjedésének (kék görbe) a változása figyelhető meg.



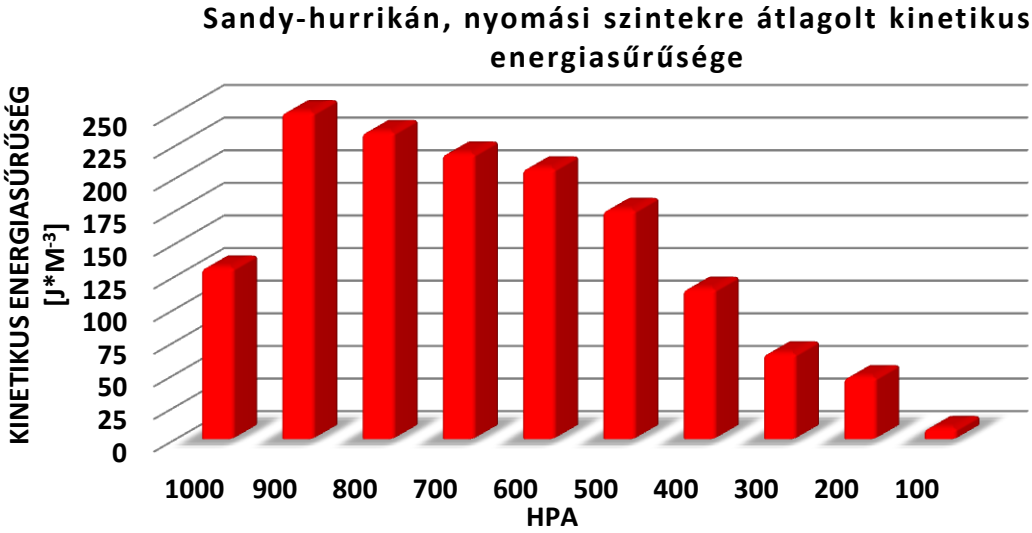
7. ábra: A Katrina-hurrikán kiterjedésének és szélsebességének változása

A Katrina-hurrikán esetén látható, hogy a kezdetben még alacsony szélsebességhez, nagy terület párosul és, ahogyan haladunk előre az időben a terület csökkenésével a szélsebesség értéke egyre nagyobb és nagyobb lesz. A jelenség áttételesen azt igazolja, hogy a hurrikánok impulzusmomentuma jó közelítéssel állandó. A jelenség a piruettező korcsolyázók mozgásával analóg. Amikor a korcsolyázók kiterjesztik a karjaikat, akkor lassul a forgásuk, amint behúzzák a karjukat, felgyorsul a pörgésük.



8. ábra: A Sandy-hurrikán kiterjedésének és szélsebességének változása

A Katrina-hurrikán görbéinél a szélsebesség és kiterjedés között fennálló fordított arányosság a Sandy-hurrikán esetében is megfigyelhető, azonban a 16. időlépcső után bekövetkező szélsebesség növekedés nem jár a terület csökkenésével, azaz itt sérülni látszik az impulzusmomentum megmaradás. A Sandy-hurrikán élettörténetét követve megtalálható ennek a magyarázata is. Ugyanis, a Sandy-hurrikán távol került a trópusi, meleg óceáni vízfelszíntől, ütközött egy hideg fronttal és mérsékelt égövi (hideg magú) ciklonná vált. (Blake, Eric S., et al., 2013) Az ütközés jelentette azt a külső hatást, amely a szélsebesség látszólag „indokolatlan" változását magyarázza. A 9. ábrán nyomási szintekre átlagolt kinetikus energiasűrűség értékek figyelhetőek meg a Sandy-hurrikán esetére vonatkozóan. Fontos megjegyezni, hogy a vizsgált hurrikánok mindegyikére hasonló oszlopdiagramokat lehetne bemutatni, ugyanis menetükben azonosak, de a szemléltetésre a Sandy-hurrikán tökéletes mintapéldája az értékek menetének.



9. ábra: A Sandy-hurrikán nyomási szintekre átlagolt értékei

Összefoglalás

A trópusi ciklonokon végzett számítások alapján elmondható, hogy a legmagasabb kinetikus energiasűrűség értékek a talajhoz közeli nyomási szintekben, azaz 900-800 hPa környékén lépnek fel. Ezt a 9. ábra tökéletesen mutatja is. A hurrikánok kinetikus energiasűrűsége egyenes arányban van az élettartammal, azaz minél hosszabb egy trópusi ciklon élettartama, annál nagyobb kinetikus energiasűrűség értékeket vesz fel. A kinetikus energiasűrűség értékeket elemezve enyhe napi menetet mutatnak. Továbbá a hurrikán területe és az átlagos szélsebessége között fordított arányosság van, ami az impulzusmomentum megmaradására utal.

Irodalomjegyzék

1. Blake, Eric S., Kimberlain, Todd B., Berg, Robert J., Cangialosi, John P., and Beven II., John L., 2013: Tropical Cyclone Report Hurricane Sandy. National Hurricane Center
2. Czelnai R., Götz G., Iványi Zs., 1983: Bevezetés a meteorológiába II. A mozgó légkör és óceán
3. Elsner, James B., Kossin, James P., Jagger, Thomas H., 2008: The inceasing intensity of the strongest tropical cyclones. Natue Letters, vol. 455, 2008.09.04. doi:10.1038/ nature07234
4. Emanuel K. A., 2005: Increasing destructiveness of tropical cyclones over the past 30 years. Nature Letters vol. 436, 2005. 08. 04. doi:10.1038/nature03906
5. Ginis I., 2002: Tropical Cyclone - Ocean Interactions. Atmosphere – Ocean Interactions, Advanced in Fluid Mechanics Series, No. 33, WIT Press, 83-114.
6. Internetes hivatkozás: http://www.britannica.com/EBchecked/media/100134/A-top-view-and-vertical-cross-section-of-a-tropical)
7. Rákóczi, F., Götz, G., 1981: A dinamikus meteorológia alapjai. Tankönyvkiadó

AZ ÉGHAJLATVÁLTOZÁS POZITÍV HATÁSAI A KÁRPÁT-MEDENCE NYUGATI BORVIDÉKEIN AZ ELMÚLT 30 ÉVBEN

Kovács Erik[1], Puskás János[2]

[1]Nyugat-magyarországi Egyetem Kitaibel Pál Környezettudományi Doktori Iskola
[2]Nyugat-magyarországi Egyetem Földrajz és Környezettudományi Intézet
H-9700 Szombathely, Károlyi Gáspár tér 4.
e-mail: kovacs.erik@nyme.hu; pjanos@gmail.com

Absztrakt
Kutatási területünk a Kárpát-medence nyugati felén található Zalai és Soproni borvidék, melyek korábban klimatikus szempontból nem voltak alkalmasak kiváló minőségű borszőlő termesztéshez.
Az elmúlt bő 30 évben 1,2°C-kal emelkedett az évi középhőmérséklet, a tenyészidőszaki középhőmérséklet 2,3°C-kal, a tenyészidőszaki maximum hőmérséklet átlaga 2,6°C-kal, a tenyészidőszaki minimum hőmérséklet pedig 2,2 °C-kal a korábbi 1956-1985 közötti időszakhoz képest.
Pozitív változás, hogy az aktív hőösszeg értéke szignifikánsan növekedett.
A tenyészidőszaki csapadék az elmúlt 30 évben szignifikánsan 25-30%-kal csökkent, míg a nyugalmi időszakban 20-25%-kal növekedett.
A szőlő növény esetében pozitív változás a Huglin-index értékének növekedése. A többi mesterséges klimatikus indikátor (pl. Gladstones-féle fagyindex, R-index stb.) is szignifikáns és pozitív változást mutat.
Kulcssszavak: éghajlatváltozás, Kárpát-medence, Vitis Vinifera L., Zalai borvidék, Soproni borvidék

Bevezetés

A 21. század egyik legjelentősebb globális és regionális kihívása az éghajlatváltozás és a módosuló klímához való alkalmazkodás. Az éghajlatváltozásnak nemcsak negatív, hanem számos pozitív hatása is van.
Az éghajlat az egyik legfontosabb tényezője a szőlő termesztésnek és a bortermelésnek (Jones et al., 2005). Az éghajlati paraméterek határozzák meg, hogy az egyes bortermő régiókban mely szőlőfajták termesztetők a legideálisabban (Fraga et al., 2014).
A szőlő termésének minősége és mennyisége jelentősen függ az adott térség mikro- és mezoklimatikus adottságaitól (Mullins et al., 1992). Minden termőhelynek meg van a sajátos éghajlati törzsértéke (hőmérséklet, csapadék és ezek szélsőségei, illetve a napsütés).
Nagyon fontos minden esetben a talaj-klíma-fajta egyensúlyt figyelembe venni a termesztéshez (Fraga et al., 2013). Ez az egyensúlyi helyzet inoghat negatív és pozitív irányban a klíma megváltozásának eredményeként, ezért rendkívül fontos azon szőlőfajták és klónjaik telepítése, melyek képesek alkalmazkodni a változásokhoz (Grezskowiak et al. 2013; Ignaciuk és Mason-D'Croz, 2014).
A borszőlő a hőmérséklet és a csapadék változására reagál a legérzékenyebben, különösen a tenyészidőszak ideje alatt, amely a vizsgált területen rendszerint április közepétől október közepéig, egyes években november elejéig is elhúzódhat.

A klímaváltozásnak lehetnek pozitív és negatív hatásai, amelyek regionálisan változnak (Christidis et al., 2015). Egyes területek, ahol korábban nem lehetett termeszteni, vagy nem voltak alkalmasak borszőlő termesztésére, a növekvő tenyész-, és nyugalmi idei hőmérséklet hatására alkalmassá válhatnak, míg ahol eddig is alkalmas volt a klíma jó minőségű borszőlő termesztésére, ott a növekvő hőmérséklet és a hozzá kapcsolódó szélsőséges paraméterek (pl. forró napok, hőség napok, hőhullámok, aszály stb.) gyakoribbá válása következtében, csak kellő intézkedések segítségével lehet borszőlőt termeszteni (Schultz és Jones, 2010).

Anyag és módszer

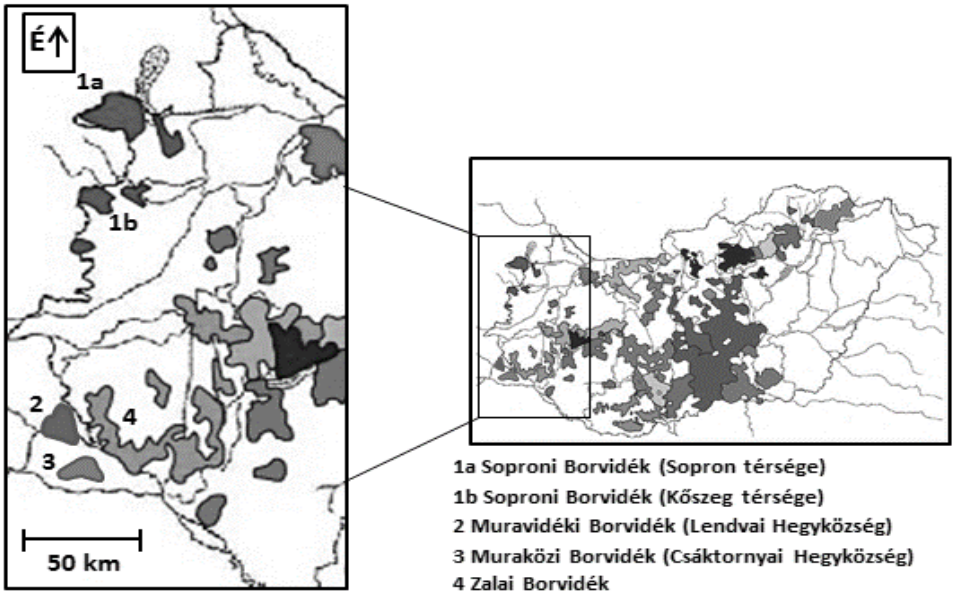
A vizsgált terület

A kutatást és a megfigyeléseket a Kárpát-medence nyugati területén található Soproni, Zalai, Zagorje-Muraközi (Horvátország) és a Muravidéki (Szlovénia) borvidék területén végezzük.

A Soproni borvidék soproni és kőszeg-vaskeresztesi körzetén kutatunk, a Zalai borvidék összes hegyközségén, a Zagorje-Muraközi (továbbiakban: Muraközi) borvidék csáktornyai körzetén és a Muravidéki borvidék lendvai hegyközségi területén. A Soproni borvidék területének nagy része a Soproni-hegységhez és Kőszeghegyaljához tartozik, a Zalai borvidék nagy része az Egerszeg-letenyei dombsághoz, a Zalaapáti háthoz, Lenti-hegyhez és Kerka-vidékhez, a Muraközi borvidék vizsgált egysége az Ivancicához, a Lendvai Hegyközség pedig Lendvahegyhez (1. ábra).

A vizsgált területen egyedül a Lendvahegy talaja nevezhető jó minőségűnek, a homokos-márgás talaj a minőségi fehér borok termelésének kedvez. Mindegyik borvidék talaja kötött, enyhe lejtésű dombvidéki szőlőhegyek a Zalai borvidékre jellemzőek, a többi borvidéken gyakoriak a meredek lejtők – gyakran erodált talajjal -, melyek extrém erős fagytól mentesek.

A Soproni borvidék északi része a mérsékelten hűvös-mérsékleten száraz éghajlati területhez tartozik, a többi borvidék a mérsékelten hűvös-mérsékelten nedves éghajlati kategóriába (Péczely, 2002).



1. ábra A Kárpát-medence nyugati területén vizsgált borvidékek

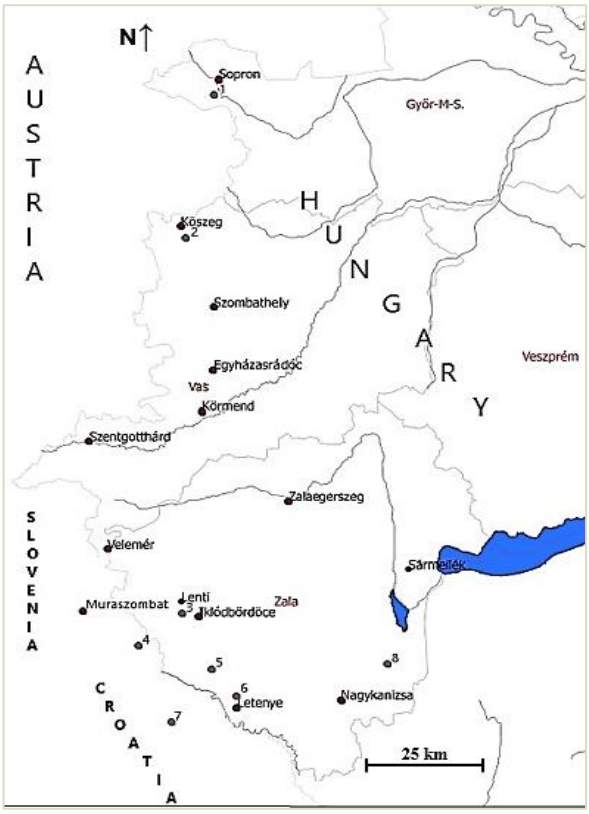
Az évi középhőmérséklet (100 éves átlag) a Soproni borvidék soproni borkörzetének területén 9-9,3ºC, Kőszeghegyalján 8-9ºC, a Zalai borvidék területén 9,8-10ºC (Justyák, 1998), a Muraközi borvidék vizsgált területén 9,9-10ºC, Lendvahegynél pedig 9,7-9,9ºC (Cegnar, 2012).
A legcsapadékosabb terület Kőszeghegyalja és Lendvahegy, a legkevésbé csapadékos a Zalaapáti hát.
A napsütéses órák száma 1800-2000 óra, mely észak-déli irányban növekszik.
Éghajlati adatok elemzésénél a borszőlőnél nem szabad elhagyni hőmérséklet szempontjából a tenyészidőszak alatti aktív hőösszeg (az a 10ºC feletti plusz hőösszeg, amikor a növény bizonyos életfolyamatai elindulnak) értékét. A tenyészidőszak aktív hőösszegeinek korábbi 30 éves átlaga (1956-1985) a vizsgált térségben 1150-1190°C, mely átlagban 1220ºC-ra emelkedett 1986-2015 között (szórás értéke: s= 41,11), számításaink szerint.
Továbbá meg kell említeni a szőlő növény esetében a Huglin-index értékét. A Huglin-index (Huglin melegösszeg-index) a borvidékek számára kialakított, majd finomított és pontosított bioklimatikus meleg-index, amely a 10°C-ot meghaladó középhőmérsékletű napok április 1. és szeptember 30. közötti összegét adja meg, a 40-50° szélességi körök között változó fotoperiódust figyelembe véve (Hoppmann, 2010).
A Huglin-index kalkulációja a következő az északi féltekére (Maaß és Schwab, 2011):

$$HI = K \cdot \sum_{04.01.}^{09.30.} \frac{(T_{med} - 10) + (T_{max} - 10)}{2}$$

T_{med} = napi középhőmérséklet (°C)
T_{max} = napi maximum hőmérséklet (°C)
Bázis hőmérséklet = 10°C
K = a földrajzi szélességtől függő érték (értéke: 40° = 1.02 to 50° = 1.06)

A Huglin-index értéke számításaink szerint az 1986-2015 közötti időszakban a Soproni borvidék területén 1780-1980ºC, a Zalai, Muraközi és a Muravidéki borvidéken 1950-2130ºC között ingadozik.

A vizsgálat eszközei és módszerei
A kutatáshoz a vizsgált területen létesített meteorológiai állomások adatait használjuk fel. Ezek közül az Országos Meteorológiai Szolgálathoz tartozik a kőszegi, soproni, iklódbördőcei, zalaegerszegi, sármelléki, nagykanizsai és szentgotthárdi állomás. A Szlovén Nemzeti Meteorológiai Intézethez (NMSS) a lendvahegyi (Lendava) és a muraszombati (Murska Sobota), a Horvát Nemzeti Meteorológiai és Hidrológiai Intézethez pedig a csáktornyai (Čakovec) és varazsdi (Varaždin) állomás (2. ábra).
Ezen kívül 2006 óta a saját, kalibrált letenyei állomásunkat (10 percenkénti mérésre van beállítva) is használjuk. Ma már négy magán, kalibrált állomás van telepítve a Soproni borvidéken, hét a Zalai borvidéken.
A kapott adatokat statisztikailag tisztítjuk, az összes paraméter esetében homogenizálást végzünk. Korreláció, regresszió és t-próba analízissel végeztük a szignifikancia vizsgálatot.
Vizsgáltuk általános szempontból a hőmérséklet évi, évszakos és havi változásait, a szőlőtermesztés szempontjából fontos indikátorokat (1. táblázat), illetve a hőmérséklet, a borszőlő tenyészidejében végbement változásait analizáltuk.



2. ábra A metetorológiai mérőállomások. Megjegyzés: 1. Soproni borvidék (soproni hegyközség), 2. Kőszeghegyalja, 3. Lenti-hegy, 4. Lendvahegy, 5. csörnyeföldi Zsófia-hegy, 6. letenyei Öreghegy, 7. Csáktornya, 8. Zalakaros térsége Hegyközség állomásai

1. táblázat A szőlőtermesztésben alkalmazott hőmérsékleti indikátorok (Hlaszny, 2012)

Hőmérsékleti indikátor megnevezése, jelölése, mértékegysége	**Meghatározás**
Huglin-index (HI) ºC	$HI = K \cdot \sum_{04.01.}^{09.30.} \frac{(T_{med} - 10) + (T_{max} - 10)}{2}$
Júliusi átlaghőmérséklet (MJuT)ºC	MJuT= $T_{átlag\ (Július\ 1\text{-}31.)}$
Virágzás alatti átlaghőmérséklet (BMT)ºC	BMT= $T_{átlag\ (május\ 15\text{-}\ június\ 15.)}$
Tenyészidőszak alatti átlaghőmérséklet (GSAT)ºC	GSAT= $T_{átlag\ (április\ 1\text{-}\ október31.)}$
Tenyészidőszak alatti maximumhőmérséklet (GSATX)ºC	GSATX= $T_{átlag\ (április\ 1\text{-}\ október31.)}$ (T_{max})
Tenyészidőszak alatti minimumhőmérséklet (GSATN)ºC	GSATN= $T_{átlag\ (április\ 1\text{-}\ október31.)}$ (T_{min})
Szüreti maximum hőmérséklet (HMX)ºC	HMX= $T_{átlag\ (június\ 1\text{-}\ szeptember\ 30.)}$ (T_{max})
Hideg éjszaka index (CNI)ºC	CNI= $T_{átlag\ (szeptember\ 1\text{-}\ szeptember\ 30.)}$ (T_{min})
Jeges napok száma (NID) (november 1 – október 31.) nap	NID= $T_{min} < -10$ ºC
Szőlő fagyindex (F8D) (november 1 – október 31.) nap	F8D= $T_{min} < -8$ ºC
Tavaszi fagyos napok száma (NSFD) (március 1 – május 31.) nap	NSFD= Március elseje és május 31-e közötti olyan napok száma, amikor a minimumhőmérséklet < 0°C
Őszi fagyos napok száma (NFFD) (szeptember 1 – november 31.)	Szeptember elseje és november 30-a közötti olyan napok száma, amikor a minimumhőmérséklet < 0°C

A hőmérséklet és szélsőséges indexei általános vizsgálatán kívül elemeztük a tenyészidőszak aktív hőösszeg változását 1956-1986 és 1986-2015 között időszakra vetítve, ezenkívül a radiotermikus-index (R-index) értékét, az OMSZ és az NMSS adatai által kalkulálva.
A szőlőfenológiai vizsgálatát a vizsgált borvidékeken termesztett leggyakoribb borszőlő fajtákon végeztük. A vizsgálat kiterjed a rügyfakadás, a tömeges virágzás, a lombhullás és a szüretek időpontjára.
E borvidékeken, Magyarországon elsőként és egyedül mi végzünk átfogó alkalmazott vizsgálatokat.

Eredmények
Az évi középhőmérséklet az elmúlt 30 évben a korábbi 1956-1985 közötti időszakhoz viszonyítva 1,8ºC-ot emelkedett. Ez egy nagyon fontos és pozitív változás a szőlőtermesztés szempontjából.
A hőmérséklet legerőteljesebb emelkedése tavasszal és nyáron figyelhető meg. A nyári középhőmérséklet több mint 1,9ºC-kal magasabb, mint az 1956-1985 közötti időszakban.
A téli középhőmérséklet nem mutat szignifikáns változást, kevesebb, mint 0,7ºC volt az emelkedés.
A tavaszi középhőmérséklet rendkívül fontos a mezőgazdaság számára, kezdődik a könnyezés, a rügyfakadás, és a virágzás is a tavasz második felében és néhány növény, ekkor már termést hoz.
A tavaszi átlaghőmérséklet a vizsgált térségben 1956-1985 között 9,9ºC. Ez az érték az 1986-2015 közötti időszakban már 11,2ºC.
A tavaszi hónapok közül áprilisban és a májusban figyelhető meg jelentős hőmérséklet emelkedés.
A havi középhőmérséklet áprilisban 1,8ºC-kal, májusban 1,7ºC-kal magasabb az utóbbi 30 évben, mint korábban. A szórás értéke a vizsgált borvidékek átlagára, áprilisban s = 0,52, májusban s = 0,51.
Az ősz 1956-1985 közötti középértéke 9,2ºC, mely 1986-2015 már 10,1ºC.

A szélsőséges hőmérsékleti indexek változása 1986-2015
A szőlőtermesztésben vizsgált szélsőséges éghajlati indexek közül az összes változást mutat 1956-1985 között a korábbi időszakhoz képest (2. táblázat).

*2. táblázat Egyes szélsőséges hőmérsékleti paraméter 1956-1985 és 1986-2015 közötti átlaga (*szignifikáns változás)*

Paraméter	1956-1985	1986-2015
Nyári nap	41	57*
Hőség nap	16	26*
Forró nap	5	12*
Téli nap	31	20*
Fagyos nap	109	81*
Extrém zord nap	10	2*
Trópusi éjszaka	~ 1	3*

Pozitív változás a nyári napok növekedése, a téli napok és a fagyos napok csökkenése. Utóbbiak szükségesek a szőlő kényszernyugalmi állapotához. Ismeretes ugyanis, hogy a rügyek csak a kedvezőtlen, hideg, fagyos időjárás miatt maradnak nyugalomban (Mullins et al., 1992).

Kedvező változás, hogy csökkent a késő őszi és a tavaszi fagyos napok száma az 1986-2015 közötti időszakban, illetve a zord napok – különösen a -17ºC-nál hidegebb éjszakák - és az extrém zord napok jelentős csökkenése.
A 25ºC feletti napok növekedése csak abban az esetben jelent pozitív változást, ha mellette a levegő páratartalma nem ér el egy kritikus szintet, mely már a szőlő kártevőinek – főként a gombák – kedvez a terjedésben.
Emellett a 25ºC feletti napok számának növekedése hozzájárulhat egyes években a gyorsabb éréshez és a magasabb cukortartalom eléréséhez.
A 3. és 4. táblázatban figyelhető meg egyes szélsőséges indikátor változása. A táblázatokban a vizsgált borvidékek vizsgált indikátorainak átlagát írtuk le.

*3. táblázat A szőlőtermesztésben alkalmazott – eddig még nem említett – hőmérsékleti indikátorok változása (*szignifikáns változás)*

Indikátor megnevezése	1956-1985	1986-2015
Januári átlaghőmérséklet	-0,9	0,4
Júliusi átlaghőmérséklet	18,3	20,7 *
Virágzás ideje alatti átlaghőmérséklet	15,8	17,3 *
Tenyészidő alatti átlaghőmérséklet	16,4	17,9 *
Tenyészidőszak alatti maximum hőmérséklet átlaga	21,9	24,4 *
Tenyészidőszak alatti minimum hőmérséklet átlaga	8,4	8,8
Szüreti maximum hőmérséklet	23,2	25,8 *
R-index	21,8	23,3 *
Huglin-index	1920ºC	2030ºC *

Az általános hőmérsékleti és csapadék indikátorok közül a hideg éjszaka indexen kívül mindegyik jelentősen változott. E változások megmutatkoznak a vizsgált fenofázisok alakulásában is, mivel a borszőlő a megfigyelt borvidékeken rendkívül érzékenyen reagált a változásokra, pl. gyorsabb lett az érés ideje, korábban történnek a szüretek és magasabb a must cukorfoka, mint korábban.

*4. táblázat A szőlőtermesztésben alkalmazott szélsőséges indikátorok változása (*szignifikáns változás)*

Szélsőséges indikátor megnevezése	1956-1985	1986-2015
Extrém meleg napok száma (NEHD)	5	12*
Meleg napok száma (NHD)	16	26*
Nyári napok száma (NSD)	41	57*
Fagyos napok száma (NFD)	108	93*
Szőlő fagyindex (F8D)	64	38*
Tavaszi fagyos napok száma (NSFD)	20	17
Őszi fagyos napok száma (NFFD)	17	16
Érés ideje alatti csapadék (mm)	187	132*
Tenyészidőszak alatti csapadék (mm)	598	469*

Összegzés

A vizsgált borvidékeken főleg a hőmérséklet és az abból származtatott indikátorok változása szignifikáns és pozitív. A csapadék térben és időben változékony éghajlati paraméter a Kárpát-medencében, ezért nem lehet egyértelműen leírni a változásokat. Azt megfigyelhetjük, hogy a tenyészidőszak alatt jelentősen emelkedett a hőmérséklet, a csapadék mennyisége csökken, ezáltal gyorsabb az érés, magasabb a must cukorfoka.

Irodalom

Christidis, N., Jones, G.H., Stott, P.A. (2015): Dramatically increasing chance of extremely hot summer since the 2003 European heatwave. Nature Climate Change 5, pp. 46-50.

Fraga, H., Malheiro, A., Moutinho-Pereira, J., Santos, J.A. (2013): Future scenarios for viticultural zoning in Europe: ensemble projections and uncertainties. International Journal of Biometeorology 57 (6), pp. 909-925.

Fraga, H., Malheiro, A.C., Moutinho-Pereira, J., Santos, J.A. (2014): Climate factors driving wine production in the Portuguese Minho region. Agricultural and Forest Meteorology 185, pp. 26-36.

Grzeskowiak, L., Costantini, L., Lorenzi, S., Grando, M. S. (2013): Candidate loci for phenology and fruitfulness contributing to the phenotypic variability observed in grapevine. Theoretical and Applied Genetics 126 (11), pp. 2736-2776.

Hlaszny, E. (2012): Early phenological responses of grapevine (*Vitis Vinifera L.*) in Kunság wine-growing are based on plant surveys, weather observations and regional climate model. PhD (doctoral) thesis. Corvinus University of Budapest

Hoppmann, D. (2010): Terroir, Wetter-Klima-Boden. Verlag Ulmer KG, Stuttgart

Ignaciuk, A., Mason-D'Croz, D. (2014): Modelling Adaptation to Climate Change in Agriculture-OECD Food. Agriculture and Fisheries Papers 70: doi10.1787/5jxrclljnbxq

Maaß, U., Schwab, A. (2011): Wärmeansruch von Rebsorten. Klimawandel und Sortenwahl 10, pp. 29-31.

Mullins, M.G., Bouquet, A., Williams, L.E. (1992): Biology of the grapevine. Cambridge University Press

Péczely, Gy. (2002): Éghajlattan. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest

Schultz, H. R., Jones, G. V. (2010): Climate Induced Historic and Future Changes in Viticulture. Journal of Wine Research, 21 (2/3), pp. 137-145.

VÍZKEMÉNYSÉG MEGHATÁROZÁS: MÉRŐKÉSZLET ÖSSZEÁLLÍTÁSA, TEREPI MÉRÉSEK

Németh László, Ódor Noémi, Adonyi Dávid

Nyugat-magyarországi Egyetem Földrajz és Környezettudományi Intézet
9700 Szombathely, Károlyi Gáspár tér 4.
e-mail: nemethl@ttk.nyme.hu; odornoemi94@gmail.com; adonyidavid@gmail.com

A természettudományos tantárgyak népszerűségének növelésére, a tárgyak oktatására az oktatási módszerek változtatását javasolják a kutatók. A tevékenykedtető módszerek használatát, a kutatásalapú tanulást, a terepi vizsgálatokon, méréseken keresztül megvalósuló ismeretszerzést.

Vízkeménység terepi meghatározásához készítettünk mérőkészletet. Fontos szempont volt az anyagtakarékosság. Gyógyszertárban olcsón beszerezhető szemcseppentőket, fecskendőket használtunk fel.

Komlexometriás térfogatos vizsgálathoz meghatároztuk a szükséges mérőoldat koncentrációt. Oldatkészítés és faktorozás után csepptömeg és sűrűség mérésből csepptérfogatot számoltunk. Ismerve a lejátszódó kémiai reakciókat kiszámoltuk a mérőoldat csepp milyen vízkeménységet jelent német keménységi fokban Szemcseppentők segítségével elvégeztük a vízminták titrálását.

A Kőszegi hegységben, illetve a hallgatók lakóhelyén történtek a vízkeménység mérések. A dokumentáláshoz, a jegyzőkönyvek elkészítéséhez okostelefont használtunk. Mobil applikációt készítettünk az adatgyűjtéshez: időpont, mintavétel helyszínének koordinátái, fénykép, mérési körülmények, mért értékek, hangjegyzet. Az adatokat feltöltöttük az Internetre, az utólagos feldolgozás az adatbázis segítségével történt.

SAJÁT LAKÓHELYÜNK BEMUTATÁSA EPICOLLECT+-ALKALMAZÁSSAL, ÉS AZ APPLIKÁCIÓ ÁLTALÁNOS ISMERTETÉSE

Ódor Noémi, Adonyi Dávid Attila

Nyugat-magyarországi Egyetem
9700 Szombathely Károlyi Gáspár tér 4.
e-mail: odornoemi94@gmail.com; adonyidavid@gmail.com

Tanulmányaink során lehetőségünk volt megismerni az EpiCollect+ nevű telefonos alkalmazást. A programot okostelefonokra lehet telepíteni, mind Android, és IOS operációs rendszerre. Lényege, hogy a terepi adatgyűjtést megkönnyíti. Segítségével egyszerűen rendelhetünk képeket, hanganyagot az adatokhoz és vehetünk fel GPS koordinátákat is. Az adatokat tárolhatjuk telefonunkon, illetve webes felületre is van lehetőség feltölteni, ezáltal mások által rögzített koordinátákat, adatokat is megtekinteni.
Saját lakóhelyünket próbáltuk bemutatni az alkalmazás segítségével. Nagyon egyszerű volt bevinni az adatbázisba a különböző természeti és épített környezetünket. Az érdekességek regisztrálása közben volt bauxitbányát, a Torna-patak egyik erét, záportározót stb. regisztráltunk az adatbázisba.
Poszterünkkel a Bakonyban található Kislőd települést és fentebb említett applikációt szeretnénk ismertetni.

MIT JELENT A PILÓTA NÉLKÜLI REPÜLŐESZKÖZÖK AUTONOMIÁJA

Pánya Nándor[1], Veréb Nándor[2]

[1-2]Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Katonai Repülő Intézet, Fedélzeti Rendszerek Tanszék, honvéd tisztjelölt 5008 Szolnok, Kilián u. 1.
E-mail: pnandi94@hotmail.com; verebnandi@gmail.com

Napjainkban jelentősen megnőtt az UAV-k mind katonai mind civil alkalmazása. Ezek az eszközök egyre több autonómiát mutatnak, az automatikus távirányított gépektől a jövőben eljutunk a teljes autonóm rendszerekig. A cikkben bemutatjuk a pilóta nélküli repülőeszközök autonómia szintjei kategorizálásának néhány lehetőségét.
Kulcsszavak: UAV, drón, autonómia, automatika, automatikus repülésszabályozó rendszer, robotpilóta

Bevezetés

A pilóta nélküli légi járművek forradalmasítják a hadviselést, és hamarosan a civil életre is egyre nagyobb hatást gyakorolnak. Modern hadseregek egyik kulcsfontosságú elemeivé válnak az UAV[1]-k, mint például a Reaper, vagy a Global Hawk. Várhatóan a jövőben a légi robotok képesek lesznek végrehajtani egyre több feladatot emberi beavatkozás nélkül is. Napjainkban az emberek még szerves részei annak a zárt szabályozási rendszernek, („huroknak") amely biztosítja ezeknek a berendezéseknek a működését. Az emberek döntik el, hogy mikor kell a drónoknak fel- és leszállniuk, és hogy közben milyen feladatokat végezzenek el, de a jövőben ehhez nem lesz rájuk szükség [1][2][3][5][6][7][24].

Drón hadviselés: múlt, jelen, jövő

A múlt pilóta nélküli repülőeszközei

Az első igazán sikeres katonai UAV-nak az öbölháborúban bevetett **Pioneer**-t tekinthetjük, amely felderítő, megfigyelő feladatokat hajtott végre. Egy szimbolikus mérföldkő volt, amikor is egy katona pilóta nélküli eszköznek adta meg magát (iraki katonák fehér lepedőket és fehérneműt lengetve megadták magukat egy Pioneernek). A kezdetleges technológia korlátokat szabott az irányíthatóságnak, vagyis hogy egy repülő eszköz célt tudjon követni, vagy repülés közben pályát tudjon módosítani. Ez a képesség, amitől több lesz egy UAV, mint egy kilőtt lövedék. A lézercélzó és a cirkáló rakéta felfedezése a 20. század egyik legfontosabb fejlődése a pilóta nélküli technológiában. A lézer-irányított bombákat nem egy ember irányítja, hanem a kezelő „megvilágítja" lézerrel a célpontot és az eszköz a lézercélzó berendezésével a cél irányába fordul.
A cirkáló rakéták képesek a célba önállóan eljutni fedélzeti rendszereik segítségével. Az első ilyen rakéta a második világháború idején használt német Fiesler Fi.103. A korai cirkáló rakéták még nem voltak kellően precízek, egészen a Tomahawk rakéta megalkotásáig, amit az öbölháborúban használtak először. A **Tomahawk** rakéták célpontjait még indítás előtt meg kell határozni, és kilövés után nem lehet módosítani, és csak feltérképezett terület fölött jó időben volt képes repülni, akadályokat egyáltalán nem tudott leküzdeni.

[1] Unmanned Aerial Vehicle - Pilóta nélküli repülőgép

Az öbölháború Pioneerje távirányított eszköz volt, ha a kommunikációs kapcsolat megszakadt az irányító és a drón között egyszerűen lezuhantak. A még korábbi modelleket csak lövészetre céltárgyként, vagy irányított rakétaként az ellenség pusztítására használták. A 20. század vége felé kezdtek megjelenni azok a modellek, amelyek már kezdetleges autonómiával rendelkeztek [1][2].

Napjaink drónjai

A fentiekben láthattuk, hogy a 20. században is voltak pilóta nélküli távirányított járművek. Míg a múltban kommunikációs és navigációs problémákkal küszködtek, napjaink új technológiái egyre hatékonyabbá teszik ezen eszközök alkalmazását. Például a **Predator** 24 órát is eltölthet a levegőben és képes egy célpont fölött hosszasan körözni, 3 kilométer távolságból is le tud olvasni egy rendszámtáblát és meg tudja figyelni az alatta lévő területet bármilyen időjárásban. A **Reaper** kétszer olyan gyorsan és kétszer olyan magasra tud repülni több mint 1,5 tonna hasznos teherrel, mint elődje a Predator. A Reaper viszont nem tud egy terület felett járőrözni és a repülési időtartama is csak 18 óra, ami két 450 kilós külső üzemanyag tartállyal kiegészítve 42 órára növelhető. A Predator és a Reaper is fejlett szenzorikával és fegyverzettel rendelkezik, de ettől eltekintve nem többek táviányítású repülőgépeknél. Három módon lehet őket alkalmazni: (1) távirányítással, (2) fél-autonóm megfigyelt repüléssel, és (3) előre programozott repüléssel, melyhez automatikus repülésszabályozó rendszert telepítettek a fedélzetükre.

A fegyvertelen felderítő drónok közé tartozik például a nagy magasságú, nagy hatótávolságú **Global Hawk**, amely 28 órát is képes eltölteni 20 km-es magasságban. Bármilyen napszakban és bármilyen időjárásban képes felderítést végrehajtani. Gombnyomásra képes fel és leszállni, közben önállóan tud repülni és felderíteni, de üzemeltetése egy kisebb hadsereget igényel.

A jövő robotjai

Jelenleg folyó az autonómiával kapcsolatos kutatásokban a negyedik és az afeletti szintű drónok fejlesztésén dolgoznak a mérnökök, kutatók. A stratégák pedig azon gondolkoznak, hogy hogyan, milyen feladatok ellátására vonják be a pilóta nélküli eszközöket.

Több ország fejleszt pilóta nélküli lopakodó repülőgépeket, például az Amerikai Haditengerészet UCLASS (pilóta nélküli anyahajóról indítható felderítő csapásmérő) pályázatára két prototípus jelentkezett. A **Phantom Ray** és az **X-47B** akár fél-autonóm képes anyahajón fel- leszállni, levegő-föld támadásokat végrehajtani és légiutántölteni.

A görög, olasz, spanyol, svájci és svéd összefogásban Franciaország vezetésével épül a **nEUROn**, mely csupán technológia demonstrációja a jövő autonóm lopakodóinak. A drón autonómiája olyan magas szintű lesz, hogy képes lesz önálló levegő-föld támadást végrehajtani, és képes lesz irányított kötelék repülést végrehajtani, akár egy Gripen fedélzetéről is lehet őket vezérelni.

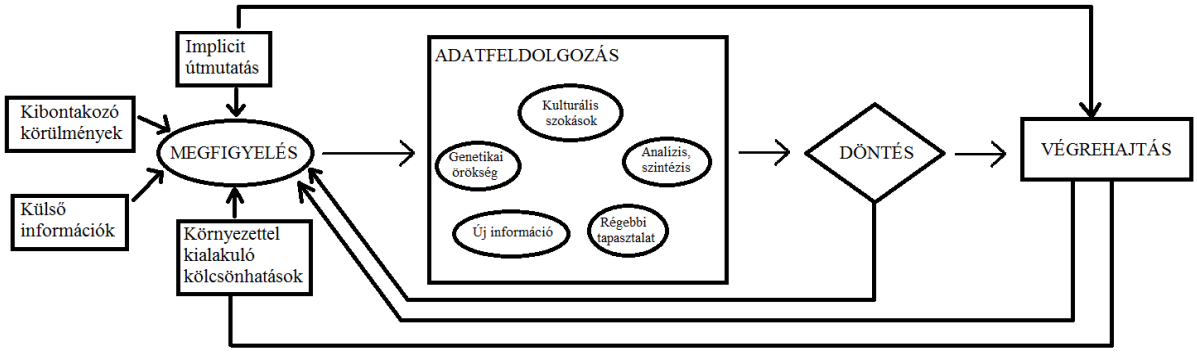
A 2014 óta teszt fázisban lévő folyékony hidrogén meghajtású **Phantom Eye** képes teljesen autonóm repülni (autonóm módon felszáll, repül és leszáll). A következő generációs Reaperek (**Avenger**) várhatóan felismerik és kategorizálják az embereket, a tárgyakat és a legkisebb változásokat is felismerik, mint például a lábnyomokat, vagy a lenyírt füvet.

A jövő drónjai felülmúlják majd az embereket is sok szempontból. Gyorsabb és pontosabb megfigyelést, adatfeldolgozást, döntést és cselekvést fognak tudni végrehajtani, az emberek az irányító pozícióból átkerülhetnek megfigyelőkké, akik csak szükség esetén avatkoznak be. Az önálló cselekvőképesség előnye, hogy a drón nem kerül veszélyes helyzetbe, ha megszakad a kapcsolata az irányítójával [1][2][5][9][19].

Gépek problémamegoldása, a különbség autonómia és automatika között

Hogy megértsük az automatika és az autonómia közti különbséget vegyük az OODA-Loopot, melyet bonyolult rendszerek vezetéselméleti elemzéséhez használnak. John Boyd pilóta és

hadtudományi szakértő szerint, aki megalkotta ezt a rendszert, a harcban az győz, aki képes gyorsabban pontosabb döntéseket hoznia és ezzel kizökkentenie az ellenfelet a hurokból. Boyd szerint bármilyen döntéshozatal négy lépésből állt: megfigyelés (Observation), feldolgozás (Orient), döntés (Decision) és cselekvés (Act), vagyis a személy először megfigyeli a körülötte lévő világot, információt gyűjt az érzékszervei (szenzorai) segítségével, feldolgozza a begyűjtött információt, majd mérlegeli a lehetséges kimeneteleket és döntést hoz, végül pedig végrehajt. Az OODA Loop (1. ábra) nem tökéletes mivel egymástól függetlenül vizsgálja a négy részt, miközben a való életben ezek adattovábbító és visszacsatoló csatornákkal össze vannak kötve, szerves részei egymásnak [1][2][20].



1. ábra A Boyd féle OODA Loop[2]

A pilóta nélküli repülőeszközök irányítását, szabályozását automatikus szabályozó rendszerek végzik, amelyek MIMO (Multi input, Multi output) rendszerek, megalkotásuk komplex mérnöki feladat. Ezek a berendezések a repülőgép mozgásjellemzőit állandó értéken tartják, vagy előírt módon változtatják meg. A repülőgép irányításának automatizálásakor annak térbeli mozgását leíró jellemzők/paraméterek ismerete alapvető. A repülő eszközök stabilizálását biztosító vezérlési törvények meghatározása (a kormánylap-kitérítés és az eszköz elmozdulása közti kapcsolat), továbbá a kormányszervek megadott pontosságú és gyorsaságú kitérítésének létrehozása a vezérlési törvények szerint kiemelt feladat. Napjaink robotpilótái a stabilitás növelésén túl képesek előre programozott útvonalrepülésre, önálló manőverek végrehajtására, navigálásra, automatikus fel-, leszállásra, a meghatározott, ismert külső zavarok hatásainak csökkentésére (aktív repülésszabályozásra) [4][11][12][13][14][15][21][23].
Egy gépnek a feladat végrehajtásához először is szüksége van egy adott szenzorrendszerre, ami felméri az akadályt, és ahhoz tartozó adatfeldolgozó rendszer, ami képes a bejövő információkat feldolgozni. A szenzorika és adatfeldolgozás fontos része a huroknak, mivel ez kihat a későbbi döntéshozatalra, például, ha hibás információkat gyűjtött be, vagy az adatokat rosszul kezelte, pontatlan, lassú döntés születhet. Az adatfeldolgozásnak emellett gyorsan is kell lennie, mert ha a szituáció dinamikusan változik a bejövő információk túlterhelhetik a rendszert és kritikus hiba is előfordulhat. Ezt követi a döntéshozatal, ami az előbbieknél még bonyolultabb folyamat. Jelenleg egy gép csak az előre programozott sémák, és a programozói által elképzelt akadályokra tud reagálni és emberi beavatkozást igényeltek a hiba elhárítására.
A cselekvés már csupán a rendszer felszerelésétől függ, ha a gép rendelkezik szárnyakkal, a fent említett sziklát egyszerűen átrepüli, ha teherbíró karokkal van felszerelve eltolhatja, akár fegyverzetével megsemmisítheti. Minél többet tud a rendszer önállóan végrehajtani, annál kevesebb emberi beavatkozásra van szüksége és felmerül a kérdés, hogy mi az a pont ahonnan autonómnak tekinthető [1][2][8][9][10][18].

[2] Szerkesztette a szerző (MS WORD) https://en.wikipedia.org/wiki/OODA_loop#/media/File:OODA.Boyd.svg (2016.02.17)

Felmérhető egy gép autonómiája az OODA-Loop különböző szakaszain végrehajtott teljesítménye alapján: (1) mennyire képes "megismerni" a környezetét, (2) hogyan dolgozza fel a környezetéből vett adatokat, (3) mennyi idő alatt és milyen döntést hoz, (4) hogyan képes cselekedni. Ugyan mind az automatika és az autonómia azt jelenti, hogy a gép „képes egy folyamatot végrehajtani emberi beavatkozás nélkül" a különbség hatalmas.
Önálló döntéshozatalra és feladatvégrehajtásra nem alkalmasak automatikus rendszerek, míg autonóm entitások képesek saját céljaiknak megfelelően cselekedni, alkalmazkodni a szituációhoz és tanulni. Az automatika csak pótol egy rutin feladatot (mint pl. a mosógép vagy a futószalag, robotkar). Egy autonóm rendszer képes adott helyzetben gyorsabban és pontosabban dolgozni, mint egy ember (pl. egy légvédelmi rakétarendszer).
Egy teljesen autonóm rendszer független a vezérléstől és rendelkeznie kell az alábbi tulajdonságokkal:

- automatika - vagyis képesség külső beavatkozás nélküli munkavégzésre;
- döntéshozó képesség - vagyis képesség saját céljai végrehajtása;
- tanulás - vagyis tapasztalatot levonni a múlt cselekvéseiből, majd ezt felhasználni.

Az automatika és autonómia közti határ nem teljesen tiszta. Könnyebb, ha az autonómiát, mint tulajdonságok összességét vesszük. A három fő tulajdonság, amivel az autonómia mérhető:

- **szükséges emberi beavatkozás gyakorisága** - egy automata rendszer folyamatos emberi felügyeletet és irányítást igényel, az ember hoz meg minden döntést, míg egy teljesen autonóm gép képes a felszállást követően a parancsnak megfelelően cselekedni;
- **környezeti változóktól való független cselekvés** - egy automata gép vagy nem rendelkezik semmilyen szenzorrendszerrel, vagy a bejövő adatokat a kezelőnek továbbítja, míg egy teljesen automata rendszer bármilyen szituációban és környezetben képes cselekedni;
- **asszertációs szint (kreatív döntéshozás és kockázatfelmérés)** - miután akadályba ütközött egy gép felméri a sikeres továbbhaladás esélyét, például: 80%-nál egy magas asszertációval rendelkező gép a küldetést fontosnak ítéli és továbbmegy, míg egy kisebbel rendelkező leáll és megvárja, hogy a kezelője hogy dönt, vagy visszafordul [1].

Az autonómia szintjei

A drónok fejlődésével párhuzamosan alakultak ki az azokat besoroló rendszerezések. Thomas Sheridan 10 lépcsőfokos besorolása az 1. szinten lévő automatikustól a 10. szinten lévő teljesen autonómig sorolja be a gépeket. A 2-5. szinteken a döntéshozatalt az ember végzi, míg a 6-9. szinteken a gép meghozza a döntést és változó mennyiségű vétó jogot és információt ad csak az embernek.

1. táblázat: Sheridan féle autonómia szintek[3] [1]

Szint	Leírás
1	A gép nem segít, az ember csinál mindent.
2	A gép több lehetőséget ajánl fel.
3	A gép egy leszűkített listát ajánl fel.
4	A gép egy lehetőséget javasol.
5	A gép cselekszik, ha az ember jóváhagyja.
6	Az automatikus végrehajtás előtt ad vétó jogot az embernek.
7	Cselekvés után mindenképpen tájékoztatja az embert.
8	Cselekvés után, ha az ember kéri, kap tájékoztatást.
9	Cselekvés után, ha a gép úgy gondolja, tájékoztatja az embert.
10	A gép mindent önállóan csinál, az ember teljes kihagyása.

[3] Szerkesztette a szerző (MS WORD)

A Sheridan féle felosztás (1. táblázat) nem foglalkozik azzal, hogy egy drón más-más teljesítményt nyújt az OODA Loop különböző részein, ezeket egyszerűen átlagolja. Például lehet, hogy egy gép tökéletesen felméri a környezetét, de szüksége van emberi beavatkozásra döntéshozásnál.

A Légierő Kutató Intézete (AFRL – Air Force Research Lab) elkészítette saját 11 lépcsős beosztását, amibe már ezt a jelentős tényt is számításba vették. Emellett tekintettel vannak arra is, hogy vannak olyan helyzetek, ahol egy kezelő több járművet kezel egyszerre, vagyis a többgépes rendszerek autonómiáját is figyelembe veszi.

Az AFRL besorolásából látható, hogy egy rendszer autonómia szintjét az OODA Loop különböző részein elért teljesítménye alapján jól lehet jellemezni. Például egy gép eléri a 10. szintet megfigyelésben, de lehet, hogy csak az 5. szintet döntéshozásban, vagyis el tudja kerülni az ütközéseket, de komolyabb gondok megoldására akkor is kell a kezelő beavatkozása.

2. táblázat: Az autonómia 11 szintje az AFRL szerint[4] [1]

Szint	Leírás
0	Távirányított jármű
1	Előre eltervezett küldetés végrehajtása
2	Változtatható küldetés végrehajtása
3	Határozott válasz a valós idejű hibákra/eseményekre
4	Hibára/eseményre alkalmazkodó
5	Több jármű valós idejű koordinációja
6	Több jármű valós idejű együttműködése
7	Harctér ismerete
8	A harctér egyéni megismerése
9	A harctér rajban való megismerése
10	Teljes autonómia

Habár az Egyesült Államok harci drónjai mutatnak autonóm és automatikus tulajdonságokat is, elsősorban automatikus rendszerek. Például: (1) a Global Hawk felderítő repülőgép képes fel-, és leszállni közvetlen emberi beavatkozás nélkül, a kezelőnek csak az indító gombot kell megnyomnia. Azonban hiányzik az a képesség, hogy önállóan irányítsa a kameráit olyan célpontokra, amik bizonyos szempontokból érdekesebbek lehetnek. (2) A Predator és a Reaper is három repülési móddal rendelkeznek, amelyeket a kezelő választ ki: manuális repülés (távirányítás), fél-autonóm megfigyelt repülés, és előre beprogramozott repülés. A jelenleg alkalmazott pilóta nélküli repülő rendszerek esetén, a fejlettségüktől függetlenül az ember állítja be az eszközök autonómiájának a szintjét [1][2][16][18][19][20].

Besorolás az AFRL táblázatba

3. táblázat A felsorolt példák táblázatban[5]

Szint	Példa	AFRL Leírás	ALFUS Leírás
0	Pioneer	Távirányított jármű	Autonómia teljes hiánya
1	Tomahawk rakéta, Predator, Reaper	Előre eltervezett küldetés végrehajtása	Magas szintű ember-gép együttműködés
2	Global Hawk	Változtatható küldetés végrehajtása	Alacsony szintű taktikai feladat végrehajtás Egyszerű környezethez való alkalmazkodás
3	Phantom Eye	Határozott válasz a valós idejű hibákra/eseményekre	
4	Phantom Ray, X-47B	Hibára/eseményre alkalmazkodó	Közepes szintű ember-gép együttműködés Közepes szintű taktikai feladatvégrehajtás Összetett környezethez való alkalmazkodás
5+	nEUROn	Több jármű valós idejű koordinációja	

[4] Szerkesztette a szerző (MS WORD)
[5] Készítette a szerző

Az 1980-as évek előtt a drónokat távirányítású légi járművekként kezelték, semmilyen autonómiával nem rendelkeztek, annyiban különböztek a vadászrepülőgépektől, hogy pilótáik egy földi állomásról kontrolálták azokat. A cirkáló rakéták megjelenésével (Tomahawk) megteremtődött annak a lehetősége, hogy az eszközöket előre beprogramozzák, így az egyszerűbb feladatokat önállóan képesek voltak végrehajtani. Az első jelentős autonómiával rendelkező drónnak a Predatort tekinthetjük, sok harcszíntéren bizonyította a fejlettségét.
A Global Hawk felderítő drón az U2-es felderítő repülők munkáját vette át, gyakorlatilag ugyanazt a feladatot hajtja végre, csak fedélzeti pilóta nélkül. A jövőben például a Phantom Eye és az Avenger is feltételezhetően magasabb szintű autonómiát fog elérni, de ezek is távol maradnak még a teljes autonómiától, mivel csak az olyan eseményekre lesznek képesek reagálni (és lehet, hogy nem is egyből) amit előtte beléjük programoztak [16][17][22].

Összefoglalás

A drón technológia rohamos fejlődése az elmúlt években, napjainkban és a jövőben is folytatódni látszik. A fejlesztések érthető okokból szigorúan titkosak és elérhetetlenek a nagyközönségnek. A kutatási tendenciákból megállapíthatók, hogy ezek a drónok nagyobb autonómiával rendelkezhetnek, mint amit jelenleg mutatnak.
Benne van az ember a hurokban vagy sem? Ez a kérdés túl sarkalatosan ábrázolja az autonómiát. Mi döntjük el, mikor van szükség emberi beavatkozásra és mikor hagyjuk a drónt önállóan cselekedni. Csak a technológia szab határt mikor és milyen mértékben veszik át az autonóm drónok a veszélyes vagy megterhelő katonai feladatokat.

Felhasznált irodalom

1. William C. Marra & Sonia K. Mcneil: Understanding “the loop”: Regulating the Next Generation of War Machines, (online) url: http://www.harvard jlpp.com/wpcontent/ uploads/2013/05/36_3_1139_Marra_McNeil.pdf (2016.02.17)
2. Peter W. Singer: Wired for War: The Robotics Revolution and Conflict in the Twenty First Century 110 (2009)
3. Békési Bertold, Szegedi Péter: Napjaink fegyverrendszer fejlesztési trendjei Economica (Szolnok) 2015:(4/2. szám) pp. 158-168. (2015)
4. Szegedi Péter: Repülésszabályozó rendszerek szabályozóinak számítógépes analízise és szintézise, (PhD értekezés) Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Katonai Műszaki Doktori Iskola, Budapest, 2005.
5. Békési Bertold, Papp István: UAV Future Development. In: Jiří Stodola, Jiří Šťastný, David Vališ, Vlastimil Neumann (szerk.) Deterioration, Dependability, Diagnostics 2013. Brno, Csehország, Univerzita Obrany, 2013. pp. 63-76. (ISBN: 9788072319398)
6. Békési Bertold, Szegedi Péter: Gondolatok a jövőbeni fegyverek alkalmazási lehetőségeiről, XIV. Természet-, Műszaki- és Gazdaságtudományok Alkalmazása Nemzetközi Konferencia, Nyugat-magyarországi Egyetem, Szombathely, 2015. pp. 183-188. (ISBN: 978-963-359-053-9)
7. Békési Bertold, Szegedi Péter: Napjainkban fejlesztett fegyverrendszerek megjelenése a jövő hadszínterein, tudás alkalmazás és fejlesztés szempontjából, Repüléstudományi Közlemények, Szolnok, 2015/3: pp. 105-116. (online) url: http://www. repulestudomany.hu/folyoirat/2015_3/2015-3-08-0223_Bekesi_B-Szegedi_P.pdf (2016.02.17)
8. Szegedi Péter, Békési Bertold: Sensors on Board of the Unmanned Aerial Vehicles, Proceedings of 19th International Scientific Conference Transport Means 2015., Kaunas, Litvánia, 2015. pp. 219-222.

9. Kolláth Gábor, Szegedi Péter: A pilóta nélküli repülőeszközökön alkalmazott szenzorok, Műszaki Tudomány az Észak-kelet Magyarországi Régióban, Debrecen, 2015. pp. 331-338. (ISBN: 978-963-7064-32-6)
10. Szegedi Péter, Békési Bertold: Az UAV-on alkalmazható szenzorok, XIV. Természet-, Műszaki- és Gazdaságtudományok Alkalmazása Nemzetközi Konferencia, Nyugat-magyarországi Egyetem, Szombathely, 2015. pp. 175-182. (ISBN: 978-963-359-053-9)
11. Dr. Szegedi Péter: A pilóta nélküli repüléshez kapcsolódva... Tanulmány a pilóta nélküli légijárművek működésével és üzembentartásával kapcsolatban, p.: 80, ISBN 978-963-12-5224-8, 2016 https://ludita.uninke.hu/repozitorium/bitstream/handle/11410/ 10148/ Tanulmany_Szegedi_P%C3%A9ter.pdf?sequence=2&isAllowed=y (2016.04. 01)
12. Békési Bertold, Szegedi Péter: Preliminary Design of Controller of Longitudinal Motion of the Unmanned Aerial Vehicle Using LQR Design Method, Proceedings of the 10th International Conference: Transport Means 2006, Kaunas, Litvánia, 2006. pp. 324-327.
13. Blakelock, J. H. Automatic Control of Aircrafts and Missiles, John Wiley & Sons, New York, 1965.
14. Békési Bertold, Szegedi Péter: Analysis of the Basic Signal Tracking Possibilities of an Altitude Stabilizing System, Proceedings of the 12th International Conference, Transport Means 2008. Kaunas, Litvánia, 2008. pp. 103-106.
15. Szabolcsi Róbert, Szegedi Péter: Pilóta nélküli repülőgép számítógépes analízise, Szolnoki Tudománynapi Konferencia METESZ, Szolnok 2002. november 6., Szolnoki Tudományos Közlemények VI.: (CD-ROM)
16. Human-Robot Interaction. A Research Portal for the HRI Community, (online) url: http://humanrobotinteraction.org/autonomy/ (2016.02.17)
17. Hui-Min Huang: Autonomy Levels FOR Unmanned Systems (ALFUS), (online) url: http://www.nist.gov/el/isd/ks/upload/ALFUS-BG.pdf (2016.02.17)
18. Ryan W. Proud, Jeremy J. Hart, Richard B. Mrozinski: Methods for Determining the Level of Autonomy to Design into a Human Spaceflight Vehicle: A Function Specific Approach, (online) url: http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/ 20100017272.pdf (2016.02.17)
19. Békési Bertold: Az UAV-k jövőbeni fejlesztési irányai In: Füzesi István, Puskás János (szerk.) XII. Természet, Műszaki és Gazdaságtudományok Alkalmazása Nemzetközi Konferencia, Szombathely: Nyugat-magyarországi Egyetem, Természettudományi és Műszaki Kar, Természetföldrajzi Tanszék, 2013. pp. 101-113. (ISBN:963 9290 69 6).
20. Koronváry Péter: Az amerikai „military leadership" elmélet rendszertana (PhD értekezés) Zrínyi Miklós nemzetvédelmi Egyetem, Hadtudományi Doktori Iskola, Budapest, 2008. 35. és 95. o.
21. Szegedi Péter: Szojka–III pilóta nélküli repülőgép repülésszabályozójának tervezése LQR módszerrel, Repüléstudományi Közlemények, Szolnok, 2005/1. pp. 87-102.
22. Pánya Nándor: A pilóta nélküli légi járművek vizsgálata autonómia szempontjából Repüléstudományi Közlemények, Szolnok, 2016/1. pp. 81-94.
23. Veréb Nándor: Az UAV-k fedélzetén alkalmazott szenzorok és ezek működése, Repüléstudomány Közlemények, Szolnok, 2016/1. pp. 95-108.
24. Békési Bertold, Wührl Tibor: Redundancy for micro uavs – control and energy system redundancy. In: Jiří Stodola, Jiří Šťastný, David Vališ (szerk.) Deterioration, Dependability, Diagnostics 2012. Brno, University of Defence, 2012. pp. 123-130. (ISBN: 978-80-7231-886-5)

ÉPÍTŐANYAGOK KÖRNYEZETI ÉLETCIKLUS-ELEMZÉSE

Polgár András

Nyugat-magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Kar Környezet- és Földtudományi Intézet
Környezetvédelmi Intézeti Tanszék
9400 Sopron, Bajcsy-Zs. u. 4.
e-mail: polgar.andras@nyme.hu

A környezeti életciklus elemzés (LCA) módszerével bemutatjuk az égetett tégla, cserép és térkő gyártástechnológiájának jellemző környezeti hatáskategóriáit. A vizsgálat végső céljául tűztük ki, hogy számszerűsítve kimutassuk, mennyivel kedvezőbb hatások jelentkeznek abban az esetben, ha az építőanyagokat újrahasználjuk, vagyis, ha nem válnak inert hulladékká, és újra beépítésre kerülnek.
Kulcsszavak: életciklus-elemzés, építőanyag, sajtolt cserép, égetett tégla, beton térkő

Bevezetés

A gazdasági szektor és nyitott technológiai folyamatai eltérő intenzitásukból adódóan más-más környezeti hatást fejtenek ki. Ebből adódóan a hozzájuk tartozó anyag- és energia elvonások és kibocsátások alapján a globális környezeti problémákhoz is eltérő módon járulhatnak hozzá. A technológiák folyamat- és életciklus szemléletben történő környezeti vizsgálata lehetővé teszi a részletes elemzést és az egyes globális környezeti problémakörökhöz történő hozzájárulás megállapítását is.

A környezeti elemek és rendszerek jellemzőiben az emberi tevékenység következtében bekövetkező változás a környezeti hatás (Pájer 1998). A környezeti hatás értékelése a változás jelentőségének kifejezését célozza, és ezzel egyúttal intézkedéseket, döntéseket készít elő. A környezeti hatások értékelése alapot adhat ahhoz is, hogy különböző tevékenységek környezeti szempontból összehasonlíthatók legyenek (Polgár 2012).

Az építési nyersanyagforrások csak korlátozott mennyiségben állnak rendelkezésünkre, ami az újrahasznosításukat és újrahasználatukat indokolja. Az erőforrás kímélő építőipar kialakulásában és a hulladék keletkezésének megelőzésében fontos szerepe van az újrahasználatot támogató elemzési technikáknak és hálózatoknak. A bontott építőanyagok magukban hordozott energiamennyisége jelentős (http://www.eagt.bme.hu).

A hazai gazdaság ágazatai közül az egyik legnagyobb nyersanyagigényű és hulladékkibocsájtó terület az építőipar (Pomázi – Szabó 2006). A kommunális hulladékok után az építési, bontási hulladékok aránya a legnagyobb. Építési hulladékok, valamint selejtes termékek az építőanyagok készítésekor, gyártásakor, az építéskor, illetve a felújításhoz kapcsolódó bontáskor keletkeznek (Holndonner 2013).

Az ágazatra jellemző környezeti hatások vizsgálatában fontos szerepet kap a környezeti életciklus-elemzés (LCA) technikája. Az életciklus-elemzés lehetővé teszi az építőipari termékek fenntarthatóságának és környezeti hatásminősítésének megállapítását.

Célkitűzés

Első lépésben az építőanyagokhoz tartozó gyártástechnológiák környezeti leltáradatbázisának és életciklus modelljének felépítését tűztük ki célul. Az életciklus-elemzés során feltártuk a

sajtolt cserép, égetett tégla és beton térkő termékek gyártása során a bemeneti és kimeneti oldalon jelentkező anyag- és energiaáramokat.
Másodsorban célunk az volt, hogy a leltáradatok hatásértékelése során termékenként elemezzük a gyártási folyamatok jellemző környezeti hatáskategóriáit.
A vizsgálat végső céljául tűztük ki, hogy számszerűsítve kimutassuk, mennyivel kedvezőbb hatások jelentkeznek abban az esetben, ha az építőanyagokat újrahasználjuk, vagyis, ha nem válnak hulladékká, és újra beépítésre kerülnek.

Anyag és módszer

Első lépésben a kiválasztott építőanyag gyártástechnológiák környezeti szempontú feltárására volt szükség.
Következő lépésben az elemzésre kijelölt technológiák környezeti életciklus-elemzését (LCA) végeztük el. Az LCA elkészítéséhez alkalmazott módszertan megfelel az ISO 14040:2006 és ISO 14044:2006 szabvány követelményeinek. Az elemzést a GaBi 6.0 Professional szoftverrel végeztük el.
Az LCA lépései a következők voltak:

1. Cél és tárgykör meghatározása

Az LCA módszerével a vizsgált technológiák környezeti hatáselemzését kívántuk elvégezni.
Az égetett téglagyártás folyamata során a rendszerhatárok: alapanyag bányászat – szállítás – gyártás – szállítás – használat – szállítás – hulladékká válás (100 %-ban). A technológiai sor a gyártás folyamata során a következő lépésekből tevődik össze: bányászat, szállítás depóniába, előkészítés, formázás, szárítás, égetés, szállítás, minőség ellenőrzés, csiszolás, csomagolás.
Funkcióegységnek 1000 db téglát tekintettünk (hazai viszonylatban jellemző havi előállított tégla darabszáma 2014 bázisévben). Referenciaáramként 1000 db tégla tömegét választottuk, ami 2,9 kg/db esetén 2900 kg.
A tégla típusa kisméretű tömör égetett tégla (250 x 120 x 65 mm), anyagszükséglete 25 cm-es fal esetén 102 db/m^2.
A sajtolt cserépgyártás folyamata során a rendszerhatárok: bányászat – szállítás – cserépgyártás – szállítás – használat – szállítás – hulladékká válás (100 %-ban). A technológiai sor a gyártás folyamata során a következő lépésekből tevődik össze: bányászat, beadagolás, anyag előkészítés, cserépgyártás, cserépszárítás, szárító kocsi ürítés, engóbozás, cserépégetés, csomagolás és tárolás.
Funkcióegységnek 1000 db cserepet tekintettünk (hazai viszonylatban jellemző havi előállított cserép darabszáma 2014 bázisévben). Referenciaáramként 1000 db cserép tömegét választottuk, ami 3,26 kg/db esetén 3260 kg. Ebből 1 m^2-t 14 db tesz ki.
A beton térkő gyártás folyamata során a rendszerhatárok: térkő gyártás – szállítás – használat – szállítás – hulladékká válás (100 %-ban). A technológiai sor a gyártás folyamata során a következő lépésekből tevődik össze: alapanyag előkészítés, blokkgyártás, tárolás, csomagolás, kiszállítás.
Funkcióegységnek 1000 db térkövet tekintettünk (hazai viszonylatban jellemző havi előállított térkő darabszáma 2014 bázisévben). Referenciaáramként 1000 db térkő tömegét választottuk, ami 2,6 kg/db esetén 2600 kg. A térkő (100 x 200 x 50 mm) anyagszükséglete 50 db/m^2. Egy négyzetméterre vonatkoztatott tömege 130 kg.
Az elemzésbe nem vontuk be a technológiákhoz szükséges gépek és eszközök előállításának környezeti paramétereit. Az elvégzett LCA az építőanyagok között nem szolgálja az összehasonlító elemzést.

2. Leltárelemzés:
A vizsgált technológiákról szakértői adatok, számítások segítségével környezeti leltáradatbázist (input-output, elemi áramok) hoztunk létre (Adatszolgáltatások 1-3. 2014). Átlagadatokkal is dolgoztunk, melyek megállapítása sokszor hibával terhelt, ám alkalmazásuk elengedhetetlen az elemzéshez (Gockler 2014).
Az adatok vonatkoztatási időszaka: 2014 év. Földrajzi érvényességét tekintve az adatok hazaiak. Az adatok forrásai: saját adatok, szakértői becslés, publikált adatok.
Ezután felépítettük a vizsgált technológiák életciklus-modelljeit.

3. Hatásértékelés:
A hatásértékelés módszertani lépéseit az ISO 14044:2006 szabvány írja le. A szabvány szerinti hatásértékelésnél a leltáreredményeket először az LCA tanulmány céljainak és kereteinek megfelelő hatáskategóriákhoz rendeltük. A hatáskategóriák nem mások, mint a környezeti problémaköröket képviselő osztályok, amelyekhez a leltár eredményei hozzárendelhetők. Egy leltáradat, akár több hatáskategóriához is kapcsolható. Minden egyes hatáskategóriára vonatkoztatva a módszer szerzői meghatároztak egy referencia egységet. Pl. 1 kg CO_2 globális felmelegedésre gyakorolt hatása 1, de például a metán emissziók globális felmelegedéshez (GWP) való hozzájárulását [kg CO_2-egyenérték]-ben kifejezett érték adja meg (21, 25 az alkalmazott módszertől függően) (Bodnárné Sándor – Molnárné Sípos 2010).
Simon (2012) nyomán megállapítottuk, hogy a CML 2001 módszer GWP 100 years értéket meghatározó főbb emissziókhoz tartozó karakterizációs faktora jól illeszkedik az IPCC 2007 tanulmányhoz. Hasonló a megfelelés az Eco-indicator 99 módszert illetően is. A módszerek alkalmasak pl. a szénlábnyom (carbon footprint - CF) számítására.
Számos hatásértékelési módszer áll rendelkezésre, az elemzést a fenti okokból:

- a CML 2001 (2013. áprilisi) probléma-orientált (midpoint) módszerrel és
- az Eco-indicator 99 (EI 99) károrientált (endpoint) módszerrel végeztük el.

Az alábbi környezeti hatáskategóriákkal jellemeztük a vizsgált technológiákat.

1. táblázat. Környezeti hatáskategóriák, CML2001 (Guinée et al. 2002)

CML2001 - Apr. 2013 hatáskategóriák	**Egyenérték**
Abiotikus kimerülő források (ADP)	[kg Sb-ekv.]
Abiotikus kimerülő fosszilis források (ADP foss.)	[MJ]
Savasodási potenciál (AP)	[kg SO_2-ekv.]
Eutrofizásiós potenciál (EP)	[kg foszfát-ekv.]
Édesvízi ökotoxicitási potenciál (FAETP inf.)	[kg DCB-ekv.]
Globális felmelegedési potenciál (GWP 100 years)	[kg CO_2-ekv.]
Globális felmelegedési potenciál, kizárólag biogén eredetű szén (GWP 100 years)	[kg CO_2-ekv.]
Humán toxicitási potenciál (HTP inf.)	[kg DCB-ekv.]
Tengervízi ökotoxicitási potenciál (MAETP inf.)	[kg DCB-ekv.]
Ózonréteg elvékonyodási potenciál (ODP, steady state)	[kg R11-ekv.]
Fotokémiai ózonképződési potenciál (POCP)	[kg etilén-ekv.]
Földi ökotoxicitási potenciál (TETP inf.)	[kg DCB-ekv.]

A jellemzési folyamat során az Eco-indicator 99 (EI 99) módszertanban három különböző értékelési megközelítést használnak: hierarchista (HA), individualista (IA) and egalitariánus (EA),

Az EI 99 módszertan öko-indikátor pontokat használ (mPt), melyek alapján három fő hatáskategóriában hivatott kifejezni a környezeti hatások által okozott károkat:

- Emberi egészség károsodása: kifejezve az elvesztett és fogyatékkal élt életévekkel. Ezen értékeket kombinálja a „Disability Adjusted Life Years" (DALY) mutatóban, amelyet a Világbank (World Bank) és az Egészségügyi Világszervezet (World Health Organization) is használ.
- Ökoszisztéma minőségének károsodása, kifejezve a fajok adott területről, adott idő alatti eltűnésével.
- Erőforrások károsodása: kifejezve az ásványok és fosszilis energiahordozók jövőbeli kitermelésének többlet energiájával. (Eco-indicator 99 2000).

2. táblázat. Környezeti hatáskategóriák, EI 99 (Eco-indicator 99 2000)

Eco-indicator 99 hatáskategóriák	Egyenérték
Ökoszisztéma minősége, savasodás	[PDF*m^2*a]
Ökoszisztéma minősége, ökotoxicitás	[PDF*m^2*a]
Ökoszisztéma minősége, földhasználat	[PDF*m^2*a]
Emberi egészség, karcinogén hatások	[DALY]
Emberi egészség, klímaváltozás	[DALY]
Emberi egészség, ózonréteg csökkenés	[DALY]
Emberi egészség, sugárzás	[DALY]
Emberi egészség, légúti megbetegedés (szervetlen anyagok)	[DALY]
Emberi egészség, légúti megbetegedés (szerves anyagok)	[DALY]
Erőforrások, fosszilis energiahordozók	[MJ többlet tenergia]
Erőforrások, ásványok	[MJ többlet energia]

4. Értelmezés, interpretáció:

Az LCA utolsó fázisában a leltár- és hatáselemzési eredmények ellenőrzése történt meg, következtetéseket fogalmaztunk meg.

Építőanyagonként környezeti szempontból összevetettük az egyutas felhasználás (100%-os hulladékká válás) és az egyszeres újrahasználat alternatíváit.

Eredmények

A leltárelemzés során a technológiák folyamatára jellemző input-output adatokat, elemi áramokat határoztuk meg. Építőanyagonként bementi és kimeneti oldalon egyaránt elvégeztük az adatok összesítését. Alább szemléltetésként az égetett kisméretű tégla input-output anyagáramait mutatjuk be.

3. táblázat. 1000 db tégla gyártásának bemeneti és kimeneti anyagáramai. (Adatszolgáltatás 1. 2014)

Input	Mennyiség 1000 db	Mérték-egység	Output	Mennyiség 1000 db	Mérték-egység
Össz. felhasznált gáz (szárító+kemence)	57,0832743	Nm^3	Havi termelés	1000	db
Össz. felhasznált hőenergia	928000	kcal	Ebből nem I. osztályú (1.2%)	12	db
Össz. Áramfogyasztás	107,71747	kWh	Össz. égetett tonna	2,9	t
Petrolkoksz	215,28	kg	Kipufogógázból CO_2	2,22560439	kg
Felhasznált agyag	2,22579815	m^3	Fáradt olaj begyűjtés (újra-hasznosításra!)	0,01162615	t
Felhasznált fűrészpor	0,70376943	m^3	Veszélyes hulladék begyűjtés (ártalmatlanításra!) (olajos	0,00919019	kg

Input	Mennyiség 1000 db	Mérték-egység	Output	Mennyiség 1000 db	Mérték-egység
			rongy, olajjal szennyezett fűrészpor)		
Felhasznált szénpor	43,1385415	kg	Csiszolási porhulladék	0,00498263	m^3
Felhasznált gázolaj (tar-goncák+ homlokrakodó)	0,83985071	l	Porhulladék (előkészítő porleválasztó tartályból)	0,0008858	m^3
Teherszállítás 3 km			Kemencéből elszívott hő-mennyiség	279390,04	kcal
Kenőolaj felhasználás	0,01162615	l	Havi raklapfelhasználás	1,4283552	db
Technológiai vízfogyasz-tás	0,03986108	m^3	Havi fólia felhasználás	4,28506559	kg
Havi raklapfelhasználás	1,4283552	db	Kemence füstgázkiemelés	1813,67893	m^3
Havi fólia felhasználás	4,28506559	kg	SO_2, SO_3	16,3231103	m^3
Ebből nem I. osztályú (1.2%)	35	kg	CO	342,785317	m^3
			NO_x	45,3419731	m^3
			HCl	21,7641471	m^3
			Benzol	0	m^3
			HF	0	m^3
			CO_2	1387,46438	m^3

A szoftveres elemzéssel a CML 2001 (2013. áprilisi) probléma-orientált környezeti életciklus-hatásértékelés során a következő eredményeket kaptuk. A táblázat nem szolgálja az egyes építőanyagok összehasonlító elemzését.

4. táblázat. CML 2001 (2013. április) hatáskategóriák (Polgár - Visnyei 2014)

Rövidítés	CML 2001 (2013. április) hatáskategóriák	Egyenérték	Tégla	Cserép	Térkő
ADP el.	Abiotikus kimerülő források	[kg Sb-ekv.]	9,587E-06	3,34E-05	5,09E-05
ADP foss.	Abiotikus kimerülő fosszilis források	[MJ]	3 304,608	18542,65	12419,87212
AP	Savasodási potenciál	[kg SO2-ekv.]	1,127	1,651045	2,30262874
EP	Eutrofizációs potenciál	[kg foszfát-ekv.]	0,179	0,228419	0,194245935
FAETP	Édesvízi ökotoxicitási potenciál	[kg DCB-ekv.]	0,943	2,300562	1,834536067
GWP 100	Globális felmelegedési potenciál	[kg CO2-ekv.]	148,667	1664,647	601,327437
GWP 100-bio.	Globális felmelegedési potenciál, kivétel biotikus eredetű szén	[kg CO2-ekv.]	150,625	1672,883	603,3621006
http	Humán toxicitási potenciál	[kg DCB-ekv.]	22,810	20,56253	37,52090792
MAETP	Tengervízi ökotoxicitási poten-ciál	[kg DCB-ekv.]	236 834,078	58881,56	147952,7421
ODP	Ózonréteg elvékonyodási poten-ciál	[kg R11-ekv.]	1,427E-09	1,427E-09	7,59E-08
POCP	Fotokémiai ózonképződési po-tenciál	[kg etilén-ekv.]	-0,110	-0,110	0,128731949
TETP	Földi ökotoxicitási potenciál	[kg DCB-ekv.]	1,029	1,029	1,211825584

A CML 2001 (2013. április) hatáskategóriák közül a tengervízi ökotoxicitási potenciál téglára, cserépre és térkőre vonatkozó értéke nagyságrendileg kiugróan magas a többi hatáskategória értékeihez képest. Ennek fő oka, hogy az input oldalhoz tartozó szállítások során diesel üzemanyagot és kenőolajat használnak fel. Az ezekkel kapcsolatos kőolaj kitermelés környezeti hatásai tükröződnek ebben a hatáskategóriában. Jól látható, hogy tengervízi ökotoxicitás mellett megjelenik az abiotikus kimerülő fosszilis források hatáskategóriája, amely a kemencék üzemeltetéséhez szükséges tüzelőanyag felhasználásnak tudható be.
A globális felmelegedési potenciál értéke is kiemelendő. A kipufogó gázokból származó széndioxid mennyisége jelentős volt, ehhez az értékhez még hozzájárult adott esetben kemencék (tégla és cserép) füstgázkiemelése, mint kimeneti anyagáram.
Térkő esetén az energiafelhasználásból származó szén-dioxid mennyisége is jelentősen hozzájárul a globális felmelegedési potenciál hatáskategória értékének nagyságrendi kiugrásához.
Abban az esetben, ha egy mérőszámban akarjuk megjeleníteni az összes környezeti hatást, akkor alkalmaznunk kell a normalizáció és súlyozás eszközét (CML2001 - Dec. 07, Experts IKP (Central Europe)). Ez a módszer alkalmas arra, hogy egymás mellett lássuk az összes hatáskategória eredményeit: tégla, cserép és térkő esetén a normalizált értékek közül a globális felmelegedési potenciál minden esetben min. 99%-os részaránnyal szerepelt. Ebből is látszik, hogy az egyes módszerekhez tartozó hatáskategóriák alapértékei és a súlyozott/normalizált értékek között mekkora különbségek adódnak. Fontos tehát az eredmények regionális környezeti viszonyokhoz való relatívvá tétele.

A leltáradatokat az Eco-indicator 99 károrientált módszer szerint is értékeltük. Az eredményeket egyenértékben az alábbi táblázat mutatja be egalitáriánus, hierarchista és individualista megközelítésben. A táblázat nem szolgálja az egyes építőanyagok összehasonlító elemzését.

A téglagyártás során a legjelentősebb hatáskategóriaként az erőforrások, fosszilis energiahordozók adódtak. Ezen kívül az ökoszisztéma minősége, savasodás és a földhasználatra gyakorolt hatás emelhető ki.
A cserépgyártás környezeti hatásai közül jelentősebbek az ökoszisztéma minősége, savasodás és a földhasználat hatáskategóriájának értékei. Emellett az erőforrások, fosszilis energiahordozók hatáskategória értékei a kiugróak.
A térkő gyártás környezeti hatásai közül jelentősebbek az ökoszisztéma minősége, savasodás és a földhasználat hatáskategóriájának értékei. Emellett a jelentősek az erőforrások, fosszilis energiahordozók hatáskategória értékei.
A felhasznált környezeti hatásértékelési módszerek (CML2001, EI99) alapján építőanyagonként vizsgálva, többnyire azonos eredményre jutottunk.

5. táblázat. Vizsgált technológiák környezeti hatásai Eco-Indicator 99 (EA-Egalitárianus, HA-Hierarhista, IA-Individualista) értékelési módszer alapján (Polgár – Visnyei 2014)

Hatáskategória	Egyenérték	Építőanyag								
		Tégla			Cserép			Térkő		
		EA	HA	IA	EA	HA	IA	EA	HA	IA
Ökoszisztéma minősége, savasodás	[PDF*m2*a]	7,697561	7,697561	7,697561	9,195616	9,195616	9,195616	8,382041368	8,382041368	8,382041368
Ökoszisztéma minősége, ökotoxicitás	[PDF*m2*a]	0,187565	0,187565	0,057155	0,64775	0,64775	0,162349	1,310475226	1,310475226	0,205066186
Ökoszisztéma minősége, földhasználat	[PDF*m2*a]	10,0887	10,0887	10,0887	24,33603	24,33603	24,33603	16,64693942	16,64693942	16,64693942
Emberi egészség, karcinogén hatások	[DALY]	1,96E-05	1,96E-05	4,70E-06	4,46E-05	4,46E-05	1,06E-05	1,53E-05	1,53E-05	2,10E-06
Emberi egészség, klímaváltozás	[DALY]	3,11E-05	3,11E-05	2,96E-05	0,000349	0,000349	0,000333	0,000125028	0,000125028	0,000119441
Emberi egészség, ózonréteg csökkenés	[DALY]	1,33E-12	1,33E-12	1,08E-12	5,53E-12	5,53E-12	4,47E-12	7,20E-11	7,20E-11	5,82E-11
Emberi egészség, sugárzás	[DALY]	3,22E-06	3,22E-06	2,67E-07	1,44E-05	1,44E-05	1,2E-06	3,58E-05	3,58E-05	3,01E-06
Emberi egészség, légúti megbetegedés (szervetlen anyagok)	[DALY]	0,000144	0,000142	2,40E-05	0,000201	0,000201	5,78E-05	0,000246012	0,000244988	0,000102275
Emberi egészség, légúti megbetegedés (szerves anyagok)	[DALY]	4,44E-08	4,44E-08	4,13E-08	1,04E-07	1,04E-07	9,68E-08	1,28E-07	1,28E-07	1,19E-07
Erőforrások, fosszilis energiahordozók	[MJ többlet energia]	278,4264	424,8175	-	1600,238	2563,864	-	539,03978	695,3448928	-
Erőforrások, ásványok	[MJ többlet energia]	0,039253	0,039253	0,039253	0,159595	0,159595	0,159595	0,327730295	0,327730295	0,327730295

6. táblázat. Környezeti hatások megtakarítása egyszeres újrahasználattal (%) (saját szerkesztés)

CML 2001 (2013. április) hatáskategóriák	Egyenérték	Tégla teljes életút	Tégla újrahasználat	Környezeti hatások megtakarítása újrahasználattal (%)	Cserép teljes életút	Cserép újrahasználat	Környezeti hatások megtakarítása újrahasználattal (%)	Térkő teljes életút	Térkő újrahasználat	Környezeti hatások megtakarítása újrahasználattal (%)
Abiotikus kimerülő fosszilis források	[MJ]	3304,608353	5,88E+02	8,22E+01	18542,64933	1,26E+03	9,32E+01	12419,87212	3,31E+02	9,73E+01
Globális felmelegedési potenciál	[kg CO2-ekv.]	148,6666893	7,98E+01	4,63E+01	1664,646817	9,30E+01	9,44E+01	601,327437	2,42E+01	9,60E+01
Globális felmelegedési potenciál, kivétel biotikus eredetű szén	[kg CO2-ekv.]	150,6250668	7,88E+01	4,77E+01	1672,883345	9,48E+01	9,43E+01	603,3621006	2,46E+01	9,59E+01
Humán toxicitási potenciál	[kg DCB-ekv.]	22,81037877	2,12E+00	9,07E+01	20,56252644	3,85E+00	8,13E+01	37,52090792	6,48E-01	9,83E+01
Tengervízi ökotoxicitási potenciál	[kg DCB-ekv.]	2,37E+05	6,91E+02	9,97E+01	58881,56489	1,48E+03	9,75E+01	147952,7421	2,38E+02	9,98E+01
Ózonréteg elvékonyodási potenciál	[kg R11-ekv.]	1,43E-09	1,03E-10	9,28E+01	5,93E-09	2,22E-10	9,63E+01	7,59E-08	5,04E-10	9,93E+01

Következtetések

A CML 2001 (2013. áprilisi) hatásértékelő módszer eredményeinek felhasználásával, a tégla, a cserép, és a térkő esetén kapott értékeket értelmeztük újrahasználat esetén. Kijelenthető, hogy az alapanyag kitermelésétől a gyártás életút szakaszig bezárólag vett hatások az újrahasználat esetén nem jelentkeznek.

Kimutattuk, hogy ha egyszeresen újrahasználunk egy terméket, akkor becsülten milyen mértékű környezeti hatás, vagyis ekvivalens érték takarítható meg hatáskategóriánként. A hatások becsült értékek, mivel az újbóli beépítés és bontás anyag- és energiaigényével nem számoltunk az LCA modellekben. Figyelembe vettük a 100 %-os lerakás és szállítás életút szakaszát. A szállítási távolságnak 100 tkm átlag távolságot vettünk alapul. Nem vettük figyelembe az esetleges újrahasznosítást és annak anyag- és energiaigényét.

Az alábbi táblázatban csak a jelentősebb hatáskategóriákat emeltük ki, továbbá azokat, ahol számottevő környezeti megtakarítás (%) volt megfigyelhető.

Megállapítható, hogy amennyiben a teljes életút során nem számolunk a gyártás szakaszával, tehát a terméket újrahasználjuk (egyszer) a következő fő megtakarításokat érhetjük el:

- Tégla újrahasználata: A tenervízi ökotoxicitási potenciál hatáskategóriáján belül 99,7 %, vagyis 2,36E+05 [kg DCB-Equiv.] ekvivalens érték takarítható meg. Az abiotikus kimerülő fosszilis források esetén a megtakarítható ekvivalens érték 2,72E+03 [MJ], vagyis 82,2 %.
- Cserép újrahasználata: A tengervízi ökotoxicitási potenciál hatáskategóriáján belül 5,74E+04 [kg DCB-Equiv.] ekvivalens érték, vagyis 97,5 % takarítható meg. Az abiotikus kimerülő fosszilis források esetén a megtakarítható ekvivalens érték 1,7E+04 [MJ], vagyis 93,2 %. Ezek mellet a globális felmelegedési potenciál hatáskategória esetén a megtakarítható ekvivalens érték 1,75E+03 kg CO2-Equiv.], vagyis 94,4 %.
- Térkő újrahasználata: A tengervízi ökotoxicitási potenciál hatáskategóriáján belül 1,48E+05 [kg DCB-Equiv.] ekvivalens érték, vagyis 99,8 % takarítható meg. Az abiotikus kimerülő fosszilis források esetén a megtakarítható ekvivalens érték 1,21E+04 [MJ], vagyis 97,3 %. Ezek mellet a globális felmelegedési potenciál hatáskategória esetén a megtakarítható ekvivalens érték 5,77E+02 kg CO2-Equiv.], vagyis 96 %.

Amennyiben az újrahasználat során még részletesebb anyag- és energiaigény feltárást végzünk, a kép árnyalható, a mélyebb elemzéssel kis mértékben romlanak a kimutatott környezeti megtakarításhoz köthető %-os értékek. A fentiek alapján a kutatás jövőbeli kiterjesztése esetén megadható az a kritikus bontási-beépítési energia és szállítási távolság, amivel még épp indokolt az újrahasználat környezeti szempontból. Ebből következik, hogy a fenntartható újrahasználatnak további kritériumai adhatók meg.

Összefoglalás

Tanulmányunkban megvizsgáltuk az égetett tégla, cserép és térkő életútjának fő környezeti hatásait. Első lépésben feltártuk a gyártási folyamatot jellemző főbb anyag- és energia elvonásokat és kibocsátásokat. Környezeti életciklus-elemzés módszerével, szoftveres támogatással kimutattuk probléma- és károrientált hatásértékelési megközelítéssel a jelentős környezeti hatáskategóriákat. A globális felmelegedési potenciál értékei jelezték a fő hatásokat. Jelentős hatáskategóriák még: tengervizi ökotöxicitási potenciál, abiotikus kimerülő fosszilis források.

Az építőanyagok feltételek melletti egyszeres újrahasználata során 90% körüli környezeti megtakarítást tudtunk kimutatni a környezeti hatásokban. A termékeket érintő környezeti összhatás legnagyobb része tehát a nyersanyag kitermeléstől a gyártás életszakaszáig jelentkezett.

Köszönetnyilvánítás
Köszönettel tartozunk a kutatás alapjául szolgáló környezeti adatok szolgáltatásáért a vizsgált építőanyagokat gyártó vállalatok szakembereinek.

Felhasznált irodalom

1. Adatszolgáltatás 1. (2014): Szabó I.: Téglagyártás környezeti leltáradatai, Bátaszék
2. Adatszolgáltatás 2. (2014): Tóth F.: Cserépgyártás környezeti leltáradatai, Békéscsaba
3. Adatszolgáltatás 3. (2014): Anonymus: Térkőgyártás környezeti leltáradatai
4. Az építési tevékenység környezetvédelmi kérdései. (On-line: http://www.eagt.bme.hu/tananyagok/Hagyomanyos_kepzes/BMEKOEA5152_epanyag/5_korny_ved_ujrahaszn.pdf) [2014.10.18.]
5. Bodnárné Sándor, R. - Siposné Molnár, T. (2010): Benzin és dízel termékek életciklus elemzése, Bay-Logi - Környezetmenedzsment és Logisztika Osztály, Miskolc
6. Eco-Indicator 99 Manual For Designers (2000). A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment. Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment Communications Directorate, The Netherlands, The Hague
7. Gockler, L. (2014): Mezőgazdasági gépüzemeltetés költsége 2014-ben. Agroinform Hírszolgálat, Mezőgazdasági Gépesítési Intézet, Gödöllő, on-line: http://www.agroinform. com/aktualis/A-mezogazdasagi-gepuzemeltetes-koltsege-2014-ben/20140224-24667/
8. Guinée, J.B.; Gorrée, M.; Heijungs, R.; Huppes, G.; Kleijn, R.; Koning, A. De; Oers, L. Van; Wegener Sleeswijk, A.; Suh, S.; Udo De Haes, H.A.; Bruijn, H. De; Duin, R. Van; Huijbregts, M.A.J.: Handbook on life cycle assessment. Operational guide to the ISO standards. I: LCA in perspective. IIa: Guide. IIb: Operational annex. III: Scientific background. Kluwer Academic Publishers, ISBN 1-4020-0228-9, Dordrecht, 2002, 692 pp. on-line: http://cml. leiden.edu/research/industrialecology/researchprojects/finished/new-dutch-lca-guide.html
9. Holndonner P. (szerk.) (2013): Magyarország környezeti állapota. NEKI (On-line: http://issuu.com/holndonnerpeter/docs/neki_konyv_web/45) [2014.10.18.]
10. MSZ EN ISO 14040:2006 - Környezetközpontú irányítás. Életciklus-értékelés. Alapelvek és keretek (ISO 14040:2006)
11. MSZ EN ISO 14044:2006 - Környezetközpontú irányítás. Életciklus-értékelés. Követelmények és útmutatók (ISO 14044:2006)
12. Pájer, J. (1998): Környezeti hatásvizsgálatok. Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron
13. Polgár A., Visnyei G. (2014): Életciklus elemzés építőipari alkalmazása. MSc Diplomamunka munkaanyaga. Nyugat-magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Kar, Környezet- és Földtudományi Intézet, Környezetvédelmi Intézeti Tanszék. Sopron
14. Polgár, A. (2012): Környezeti hatásértékelés a környezetirányítási rendszerekben. Doktori disszertáció, Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron
15. Pomázi I., Szabó E., (2006): Anyagáramlások a világ legfejlettebb országaiban az Egyesült Államok és Japán példáján. Magyar Tudomány, 2006/10 p. 1225 (On-line: http://epa. oszk.hu/00600/00691/00034/11.html) [2014.10.14.]
16. Simon B. (2012): A rendszerhatárok és a hatásvizsgálati módszer megválasztásának szerepe az LCA eredményében – az elektromos-energia előállítás példáján keresztül. In Eco-matrix. Az LCA (Life Cycle Assessment Center) - Magyar Életciklus Elemzők Szakmai Egyesület On-line folyóirata. 2012. 1-2 szám: 11-24. ISSN: 2061-344X

A FONYÓDI MAGASPART OMLÁSA

Somogyi Tímea

Nyugat-magyarországi Egyetem, Földrajz és Környezettudományi Intézet
9700 Szombathely, Károlyi Gáspár tér 4.
e-mail: timeasomogyi0709@gmail.com

Poszteremen a Balaton part egyik kedvelt üdülőhelyének problémáját szeretném bemutatni: a fonyódi magaspartot.
A fonyódi löszös magaspart kialakulása tudatos emberi cselekvés eredménye. Infrastruktúra-fejlesztés következtében került átvágásra az eredetileg a Balatonba futó lösz domb. A kialakuló magaspart azóta jelent folyamatos problémát az ott élők és közlekedők számára.
A magaspart omlását több tényező is befolyásolja. Jelentős problémát okoz az időjárás, azon belül is a hirtelen lehulló nagymennyiségű csapadék vagy éppen egy nagyon száraz csapadéknélküli időszak. Gondot jelent a ritkuló növényzet és a magas belvíz is.
A fonyódi magaspart omlása napjainkban már nagy problémát jelent, mind a közlekedésben, mind a lakosságra nézve, hiszen a mára kialakult helyzet lakóépületeket is veszélyeztet és a közlekedésben is fennakadásokat okoz, valamint a turisták által kedvelt sétány is veszélybe került.
A geológusok bevonásával megkezdődtek a felmérések, hogyan is lehetne biztonságossá tenni a löszfalat, illetve milyen megoldásokkal lehetne orvosolni a magaspart további omlását.

PILÓTA NÉLKÜLI REPÜLŐESZKÖZÖK SZENZORIKÁJA

Veréb Nándor[1], Pánya Nándor[2]

[1-2]Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Katonai Repülő Intézet, Fedélzeti Rendszerek Tanszék, honvéd tisztjelölt 5008 Szolnok, Kilián u. 1.
E-mail: verebnandi@gmail.com; pnandi94@hotmail.com

Az UAV-k hajózó személyzet nélküli, egyszer vagy akár többször felhasználható légi járművek. Feladataikat távirányítva illetve előre programozottan hajtják végre. Fedélzetükön különböző típusú hasznos terheket szállítanak. A payloadoktól függően katonai, a jövőben egyre gyakrabban „civil" feladatokat képesek táv-, fél-autonóm-, autonóm-, vagy kombinált vezérlés alapján végrehajtani. A katonai alkalmazásokban jellemzően csapásmérésre, illetve légi felderítésre, megfigyelésre, valós idejű információszerzésre, rendszerek elektromágneses kisugárzásának felderítésére, vegyi- és sugárfelderítő vagy aknamező felderítő feladatokra, légi célok imitálására stb. alkalmazzák őket speciális tulajdonságaikat kihasználva, valamint egyre inkább átveszik azokat a feladatokat, amelyek az emberekre nézve túl nagy kockázatot jelenthetnek. A feladatok sokrétűségéből következően számos feladatfüggő speciális rendszer telepíthető a fedélzetükre. A multifunkcionális drónokat a bevetésük után, a megfelelő fedélzeti hasznos teher cseréjével átfegyverezve és átprogramozva azonnal újra bevethetők [7][10][14][17].
A cikkben az UAV eszközök kontrollált bevetéséhez és feladatfüggő alkalmazásához szükséges, a fedélzetére telepített rendszerek érzékelők működési elvének és jelen, jövőbeli alkalmazási lehetőségeire kerül sor
Kulcsszavak: szenzor, nanoszenzor, automatikus repülés szabályozó rendszerek, robotpilóta UAV, drón, hasznos teher

Bevezetés

A pilóta nélküli repülőgépek irányításához szakszemélyzetre, vagy a fedélzeti robotpilótába programozott útvonaltervre van szükség. Földről az irányító személy, fedélzeti kamera nélkül, megfelelő látási és időjárási viszonyok között is csak a látóhatár végéig képes a repülőgépet irányítani. Az UAV eszközök felhasználási lehetőségeinek ilyen irányú bővítése alapvetően a repülőeszköztől, a fedélzeti rendszereitől és a fedélzeti hasznos terhelésétől függ. A hasznos teher leggyakrabban érzékelővel, vagy érzékelőkkel ellátott információ, adatgyűjtő eszköz, melyet az adott feladat végrehajtására optimalizálják, mint például: optikai-, rádió-, rádiótechnikai,- rádiólokációs-, meteorológia-, radiológiai-, kémiai- és biológiai érzékelők.
Az operátortól érkező manőver utasítások végrehajtására, illetve a külső zavarások hatásának csökkentésére robotpilóta (repülésszabályozó) rendszereket alkalmaznak. Ezeknek a rendszerek működésének alapkövetelménye, hogy a külső zajok által okozott, illetve távirányítás esetén a felhasználó által kiadott manőver utasítások végrehajtása olyan mértékű legyen, amely nem károsítja a fedélzeten elhelyezett berendezéseket, illetve biztosítsa a repülési jellemzők előírt szinten tartását. A repülést szabályozó rendszerek megfelelő működésének biztosításához szintén szenzor rendszerekre van szükség [2][15][16][17][18][25].

Pilóta nélküli repülők

Egy UAS[1]-t alapvetően két fő részre lehet bontani: (1) légi egységre, (2) földi egységre.

A Légi egység: *(1) a sárkány*, drón azon rendszere, mely magában foglalja az eszköz vázát, a propulziós egységet (hajtómű), az elektromos energiaellátó rendszert, és a repülésirányító rendszert. A hasznos teher szintén a sárkány szerkezeten helyezkedik el, de ezt önálló alrendszernek tekintjük. A légi eszköz lehet merevszárnyú, vagy rotoros.

(2) a hasznos teher: az UAV-k létezésének legfőbb oka, gyakran tartalmaz nappal és éjszaka is használható szenzorokat felderítési és megfigyelési feladatok ellátására. Napjainkban azok a radar szenzorok, melyek mozgó célpont indikátorral (MTI[2]) és/vagy szintetikus apertúrájú radar (SAR[3]) technológiával vannak felszerelve a felderítő küldetések végrehajtásához elengedhetetlen hasznos terhek.

A hasznos terhek másik nagy csoportja az elektronikai harc (EW[4]) rendszerek. Ezekbe beletartoznak a jelfelderítő és zavaró berendezések. Más szenzorokat, – mint például a meteorológiai és kémiai érzékelő berendezések – szintén a hasznos terhek közé soroljuk.

Minden UAS kulcsfontosságú része az adatkapcsolatot biztosító funkcionális alrendszer, amely kétirányú kommunikációt biztosít az eszköz és a földi állomás között.

A földi egység: *(1) Feladattervező és irányító állomás (MPCS[5])* az UAV rendszer műveleti irányító központja (OCC[6]).

(2) Indító, leszállító berendezés: az indítás és leszállítás többféle technikával vitelezhető ki, kezdve a hagyományos fel- és leszállóhelyekkel egészen a függőleges felszállást lehetővé tevő rotoros megoldásokig. Egyes UAV-kat kézből indítanak, mintha csak játék repülőgépeket dobnának a levegőbe. A landolás elősegítéséhez befogó eszközöket (hálókat) használnak, illetve a forgószárnyas eszközök nem igényelnek bonyolult leszállító eszközöket.

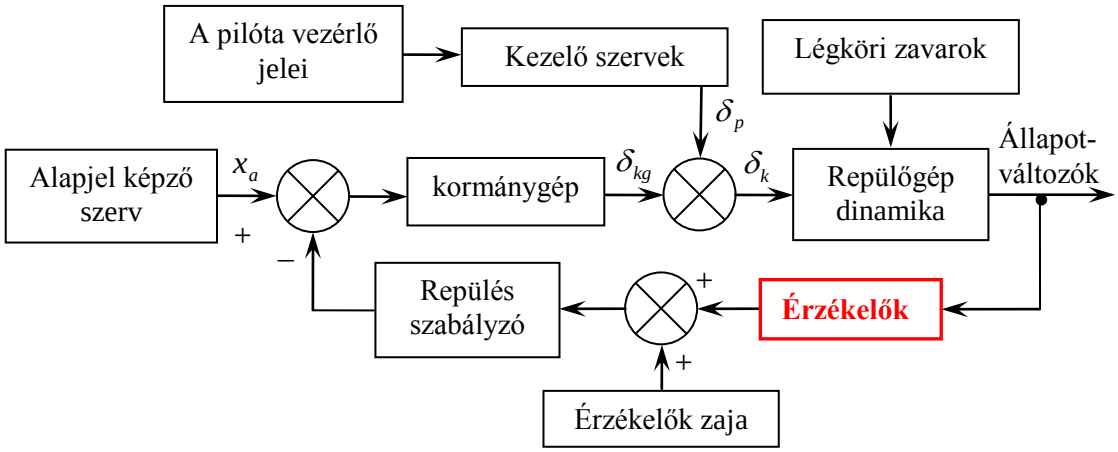
(3) Földi üzemeltető és üzembentartó állomás (GSE[7]): Az UAV rendszerek kifinomult elektronikája és komplex mechanikája miatt ezek az állomások egyre fontosabbá válnak. Egy ilyen GSE teszt és karbantartó felszerelést, pótalkatrészeket, üzemanyag utántöltő-felszerelést, a földi szállításhoz szükséges kezelőeszközöket és a teljes készlet energiaellátását biztosító generátorokat/agregátorokat tartalmazhat [2][17][19][23][24][25][26].

Autómatikus repülés szabályozó rendszerek

A drónok fejlődésével a fedélzeti berendezéseik, mint például a levegőben történő előírt minőségi paraméterek szerinti manőverezésüket biztosító robotpilóták is modernizálódnak. Ezek az eszközök a légieszköz mozgásjellemzőit állandó értéken tartó, vagy előirt módon megváltoztató repülésszabályozó berendezések (1. ábra). Napjainkban a repülőeszközök irányítását, szabályozását ezek a szabályozók végzik, amelyek MIMO (Multi input, Multi output) rendszerek, tervezésük, méretezésük, összetett mérnöki feladat. A működéssel kapcsolatosan a [7][8][9][11][12][15][23] irodalmakban részletesen olvashatunk. Ezek a berendezések a repülőgép mozgásjellemzőit állandó értéken tartják, vagy előírt módon változtatják. A repülőgép három dimenziós mozgásának automatizálásakor a repülőgép térbeli mozgását leíró paraméterek meghatározása és időbeli változásának ismerete alapvető. A repülő eszközök stabilizálását biztosító vezérlési törvények meghatározása (a kormánylapkitérítés és az eszköz elmozdulása közti kapcsolat), továbbá a kormányszervek vezérlési törvények szerint kitérítése kiemelt feladat. Napjaink robotpilótái a stabilitás növelésén túl képesek előre programozott útvonalrepü-

[1] UAS: Unmanned Aerial System, Pilóta nélküli légi rendszer
[2] MTI: Moving Target Indicator, Mozgó célpont indikátor
[3] SAR: Synthetic Aperture Radar, Szintetikus apertúrájú radar
[4] EW: Electronic Warfare, Elektronikai harc
[5] MPCS: Mission Planning and Control Station, Feladattervező és irányító állomás
[6] OCC: Operational Control Center, Műveleti irányító központ
[7] GSE: Ground Support Equipment, Földi üzemeltető és üzembentartó állomás

lésre, önálló manőverek végrehajtására, navigálásra, automatikus fel-, leszállásra, a meghatározott, ismert külső zavarok hatásainak csökkentésére, vagyis aktív repülésszabályozásra.



1. ábra. A robotpilóta rendszer általános felépítése [7]

A robotpilóta vagy inkább integrált repülésirányító rendszer működését különböző mérőadók (érzékelők) biztosítják (például: bedöntési, bólintási szög és szögsebesség adók, irányadó, túlterhelésadó, magasság-, állásszög adók), amelyek a repülőgép és a kormányszervek helyzete függvényében keletkezett, a mért (érzékelt) jellemzőkkel arányos elektromos jeleket a kidolgozó és végrehajtó berendezés bemenetére juttatják. A repülési parancsok végrehajtása a pilótától függetlenül előre programozottan, vagy a repülőgép vezető beavatkozásai hatására bekövetkező kormánykitéréseknek megfelelően megy végbe [7][15][19].

Szenzorok

Az automatizálásban az érzékelők az emberi érzékszervekhez hasonló funkciókat látnak el, vagyis olyan átalakító eszközök, egyrészről amelyek valamilyen fizikai mennyiséget (pl.: mechanikus, termikus, kémiai, mágneses stb.) elektromos jelekké alakítanak át, másrészről olyan energia átalakítók, melyek jele továbbítható, erősíthető, szűrhető és feldolgozható [3][4][11].
A jelek feldolgozásának foka szerint megkülönböztetünk (1) egyszerű, (2) integrált és (3) intelligens szenzorokat. A mérendő mennyiség átalakítására villamos jellé több módszer áll rendelkezésre: (1) közvetett mérés, (2) közvetlen mérés, (3) integrált mérés. A jel digitális feldolgozásához az analóg kimenő jelet digitális jellé kell átalakítani, ezt a feladatot az A/D átalakítók végzik el. A mikroelektronikai alkatrészek fejlődésével lehetővé vált, hogy a szenzorral közös házba integrálják a digitális kiértékelő egységet is (mikrokontrollert) (2. ábra.)

2. ábra. Intelligens (SMART) érzékelő [19]

A drónok fedélzetén a szenzorokat többféleképpen csoportosíthatjuk. Például:

- feladatuk szerint két részre: (1) az UAV működéséhez szükséges szenzorok, melyek a repülési paraméterek rendelkezésre állásáért felelősek, (2) a feladattól függően, hasznos teherként a felfedézeten elhelyezett eszközökbe épített érzékelők.
- Működési elvük alapján:(1) analóg, (2) digitális szenzorok.

Osztályozhatók még mérendő mennyiség, illetve a jel megjelenítési formája alapján, kimeneti jel létrehozásában szereplő kölcsönhatások szerint, továbbá, hogy a működéshez szükséges-e külső energiaforrás [3][4][5][6][11][13][22].

Repülési paramétereket és külső hatásokat érzékelő szenzorok

A pilóta nélküli repülőgépek mérete a technológiák fejlődésének köszönhetően egyre kisebb és kisebb. Méretük csökkentésével arányosan a teherbírásuk csökken. Az autómatikus repülés szabályozó rendszerek működéséhez szükséges repülési paraméterek érzékelésére szolgáló szenzorok mérete is csökken. A mikroméretű elektromechanikus technológiai eszközök kis fizikai paraméterekkel rendelkeznek, ám ennek ellenére mégis nagypontosságú műszerek. Ezen eszközök miniatürizálása rohamosan fejlődik, ezért a kisebb méretű gépek is relatíve nagyobb méretű energiaforrást képesek magukkal szállítani. Ez nagymértékben növelheti a levegőben tartózkodás idejét. Az UAV-kon található számos szenzorok közül a legfontosabbak talán azok érzékelők, melyek az irányításban, navigációban és a repülő vezetésének szabályozásában segítenek. Az ezekre a célokra leggyakrabban használt szenzorok:

- gyorsulásmérők
- giroszkópok
- különböző nyomásmérők
- magnetométerek
- GPS eszközök

Payload szenzorok (hasznos teher): Az UAV-k jellemző feladata az információgyűjtés. Ezek végrehajtásához szükséges a fedélzeten elhelyezett információgyűjtő berendezésekben leggyakoribb érzékelők: a kamera, infravörös kamera, a radar, de előfordulnak olyanok is, amelyek radioaktív sugárzást vagy valamilyen kémiai anyagot érzékelnek [3][6][19][27][28].

A nanotechnológia alkalmazása a szenzorikában

A nanotechnológia alkotja majd a következő technológiai hullám gerincét. Várhatóan a nanotechnológia sok területen fog forradalmi változásokat eredményezni, melyek nagy előnyökkel kecsegtetnek, de nagy kockázatot is rejtenek. A tudomány és technológia elért arra a pontra, ahol az anyagstruktúra szerkesztése nanométeres nagyságon is már rutinszerűvé vált. A letapogató-szonda mikroszkópok lehetővé teszik az egyes atomokról való képkészítést és felületen való mozgatásukat. Az élettudományokban a sejteken belüli molekuláris folyamatok megvilágosultak. A mikroelektronika 100 nm-es nagyságrendre zsugorodott, és az első kozmetikumok, melyek nanorészecskéket tartalmaznak már megtalálhatók a piacon. A számítógépek teljesítményének növekedése egyre jobb atom- és molekuláris anyagmodelleket tesznek elérhetővé.

A katonai kutatások és fejlesztések száma a nanotechnológiában rohamosan nő. A jövőben nagy valószínűséggel a hadviselés minden területén alkalmazzák majd ezeket. Az elektronikai eszközök és számítógépek sokkal kisebbek lesznek, de egyben gyorsabbak és kevesebb energiát fogyasztanak. Ilyen rendszereket a haderők egészében fognak alkalmazni, sőt egyes anyagok alkotórészeivé válnak (fegyver, lőszer, egyenruha, mini- és mikrorobotok). Másrészről az átfogó harcvezető és stratégiatervező rendszerek sokrétegű és nagyfokú autonóm döntéshozatali képességet foglalnak magukban. A szenzorokkal, vezeték nélküli kommunikációs eszközökkel, valamint a kisméretű és könnyű kijelzőkkel együtt egy mindenütt jelenlévő hálózatot alkotnak majd. A nanotechnológia kisméretű szenzorok megalkotását teszi lehetővé, ám sok esetben a jel erőssége függ az érzékelő méretétől, így korlátozódhat a zsugorítás mértéke. Mindazonáltal az olcsó tömeggyártás lehetővé teszi több tízezer szenzor szétszórását egyes területeken [1].

A szenzorika és az uav-k autonómiája

John Boyd hadtudományi szakértő szerint az emberi döntés hozatal négy lépésből állt: (1) megfigyelés (Observation), (2) feldolgozás (Orient), (3) döntés (Decision) és (4) cselekvés (Act), vagyis a személy először megfigyeli a körülötte lévő világot, információt gyűjt az érzékszervei segítségével, feldolgozza a begyűjtött információt, majd mérlegeli a lehetséges kimeneteleket és döntést hoz, végül pedig végrehajtja a meghozott döntést (OODA hurok). Felmérhető egy gép autonómia szintje az alapján, hogy hogyan hajtják végre az OODA hurkot, minél jobb a megfigyelő, feldolgozó, döntő és végrehajtó képessége annál inkább nevezhetjük autonómnak.

Három fő tulajdonság befolyásolja azt, hogy egy rendszer autonóm vagy csupán automatikus: (1) a szükséges kezelői beavatkozás gyakorisága, (2) a gép képessége hogy a környezeti változóktól függetlenül tudjon működni, (3) a gép asszertációs szintje (kreatív döntéshozó és kockázatfelmérő képessége).

Teljes autonómiáról, akkor beszélünk, ha a robot az indítása után önállóan képes döntést hozni arról, hogy hogyan küzdje le az akadályt és érjen célba. Egyáltalán nem rendelkezik autonómiával (pl.: egy RC távirányítású eszköz), akkor a kezelő vezeti végig az úton és hozza meg a döntéseket az útközben felmerülő akadályokkal kapcsolatban. A kettő között félúton van az autonómia szintje annak az eszköznek, amely képes önállóan haladni midaddig, amíg akadályba nem ütközik, de ott igényli a kezelői beavatkozást. Egy teljesen autonóm gép képes felmérni a környezetét és a beérkezett adatokat önállóan értékelni, elemezni, míg a másik végletnél a gép, vagy nem képes érzékelni a környezetét, vagy a beérkező információkat nem képes feldolgozni. A szenzorika fejlődésének köszönhetően az UAV-k egyre magasabb autonómiai szintre képesek eljutni. A szenzorok egyre több és jobb minőségű információt képesek gyűjteni a környezetükről, melyre alapozva a drónok egyre kisebb mértékű emberi beavatkozás mellett értékelik ki a helyzetet és önállóan hoznak döntéseket a feladat végrehajtásával kapcsolatban [20][21].

Összefoglalás

A cikkben igyekeztünk bemutatni az UAV-k fedélzetén alkalmazott szenzorok fontosságát széleskörű alkalmazását. A repülésstabilitás és irányítás, illetve a feladatok pontos és gyors végrehajtása érdekében elengedhetetlen az érzékelők alkalmazása a légi eszközökön. Az iparág fejlődésével egyre kisebb UAV-k megépítése válik lehetővé, melyeknél fő problémaként a payloadra szánt teherbírás csökkenése jelenhet meg, ám a szintén fejlődő nanotechnológia minden bizonnyal képes lesz megoldást nyújtani erre a problémára.

Felhasznált irodalom:

1. Jürgen Altmann: Military Uses of Nanotechnology: Perspectives and Concerns http://wiki.phy.queensu.ca/shughes/images/5/55/Military_Nano.pdf (2016.02.26)
2. Paul Gerin Fahlstrom and Thomas James Gleason: Introduction to UAV Systems (Fourth Edition) (2016.02.26)
3. Szegedi Péter, Békési Bertold: Az UAV-on alkalmazható szenzorok, XIV. Természet-, Műszaki- és Gazdaságtudományok Alkalmazása Nemzetközi Konferencia, Nyugat-magyarországi Egyetem, Szombathely, 2015. pp. 175–182. (ISBN: 978-963-359-053-9)
4. Kolláth Gábor, Szegedi Péter: A pilóta nélküli repülőeszközökön alkalmazott szenzorok, Műszaki Tudomány az Észak-Kelet Magyarországi Régióban, Debrecen, 2015. pp. 331–338. (ISBN: 978-963-7064-32-6)
5. Békési Bertold, Koronváry Péter, Szegedi Péter: Terrorism and Airport Security Some Technological Possibilities to Reduce Exposure, Deterioration, Dependability, Diagnostics International conference, University of Defence, Brno, 2015. pp. 279–288. (ISBN: 978-80-7231-431-7)

6. Dr. Pődör Bálint: Mikroelektronikai érzékelők I. előadás; http://jano.digitaltrip.hu/data/sandorfalvi/11%20%C3%89rz%C3%A9kel%C5%91k/Forr%C3%A1sanyag/sensor_1.pdf (2016.03.16)
7. Szegedi Péter: A pilóta nélküli repüléshez kapcsolódva...: Tanulmány a pilóta nélküli légijárművek működésével és üzembentartásával kapcsolatban. (Békési Bertold, Szegedi Péter szerk.) Szerzői kiadás, Szolnok, 2016. 80 p. (ISBN: 978-963-12-5224-8), (online), url: https://ludita.uni-nke.hu/repozitorium/bitstream/handle/11410/10148/Tanulmany_Szegedi_P%C3%A9ter.pdf?sequence=2&isAllowed=y (2016.03.30)
8. Békési Bertold, Szegedi Péter: Preliminary Design of Controller of Longitudinal Motion of the Unmanned Aerial Vehicle Using LQR Design Method, Proceedings of the 10th International Conference: Transport Means 2006, Kaunas, Litvánia, 2006. pp. 324–327.
9. Szabolcsi Róbert, Szegedi Péter: Pilóta nélküli repülőgép számítógépes analízise, Szolnoki Tudományos Közlemények VI: CD. (2002).
10. Békési Bertold, Szegedi Péter: Napjainkban fejlesztett fegyverrendszerek megjelenése a jövő hadszínterein, tudás alkalmazás és fejlesztés szempontjából, Repüléstudományi Közlemények, Szolnok, 2015/3: pp. 105–116. (online) url: http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2015_3/2015-3-08-0223_Bekesi_B-Szegedi_P.pdf (2016.04.02)
11. Szegedi Péter, Békési Bertold: Sensors on Board of the Unmanned Aerial Vehicles, Proceedings of 19th International Scientific Conference Transport Means 2015. 781 p. Kaunas, Litvánia, 2015. pp. 219–222.
12. Békési Bertold, Szegedi Péter: Analysis of the Basic Signal Tracking Possibilities of an Altitude Stabilizing System, Transport Means 2008. Proceedings of the 12th International Conference. Kaunas, Litvánia, 2008. pp. 103–106.
13. Forgó Zoltán: Bevezetés a mechatronikába, Műszaki Tudományos Füzetek 6., ERDÉLYI MÚZEUM-EGYESÜLET, Kolozsvár, 2009, ISBN 978-973-8231-80-1; http://mek.oszk.hu/07300/07377/07377.pdf (2016.03.16)
14. Szegedi Péter: A Szojka–III nemirányított repülőgép analízise. Repüléstudományi Közlemények, Szolnok, 2005/1. pp. 55–68.
15. Szegedi Péter: Repülésszabályozó rendszerek szabályozóinak számítógépes analízise és szintézise, (PhD értekezés), Zrínyi Miklós nemzetvédelmi Egyetem, Katonai Műszaki Doktori Iskola, Budapest, 2005.
16. Szegedi Péter: Szojka–III pilóta nélküli repülőgép repülésszabályozójának tervezése LQR módszerrel. Repüléstudományi Közlemények, Szolnok, 2005/1. pp. 87–102.
17. Szegedi Péter: Pilóta nélküli repülő eszközök. Repüléstudományi Közlemények, Szolnok, 2004/1. pp. 63–77.
18. Békési László, Szegedi Péter: Pilóta nélküli repülőgép repülésszabályozó rendszerének frekvencia tartománybeli vizsgálata, Repüléstudományi Közlemények, Szolnok, 2006/2. pp. 1–14.
19. Veréb Nándor: Az UAV-k fedélzetén alkalmazott szenzorok és ezek működése. Repüléstudományi Közlemények, Szolnok, 2016/1. pp. 95-108
20. Pánya Nándor: A pilóta nélküli légi járművek vizsgálata autonómia szempontjából. Repüléstudományi Közlemények, Szolnok, 2016/1. pp. 81-94
21. Koronváry Péter: Az amerikai „military leadership” elmélet rendszertana (PhD értekezés) Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Hadtudományi Doktori Iskola, Budapest, 2008.
22. Békési Bertold, Szegedi Péter, Szabó Vivien, Tóth József: How Terrorism Can Affect Technologycal Aspects of the Airport Security. Proceedings of 19th International Scientific Conference Transport Means 2015. Kaunas, Technologija, 2015.10.22-23., pp. 112-115. (ISSN: 1822-296X)

23. Békési Bertold, Wührl Tibor: Redundancy for micro uavs – control and energy system redundancy. In: Jiří Stodola, Jiří Šťastný, David Vališ (szerk.) Deterioration, Dependability, Diagnostics 2012. Brno, University of Defence, 2012. pp. 123-130. (ISBN: 978-80-7231-886-5)
24. Békési Bertold: Redundancy on Board of UAVs – Energy Systems, In: Donatas Markšaitis, Rolandas Makaras, Ovidijus Putnynas (szerk.). Proceedings of the 16th International Conference: Transport Means 2012. Kaunas, Technologija, 2012. pp. 158-161.
25. Békési Bertold: Pilóta nélküli légijármű típusok sárkányszerkezeti megoldásai. In: Pokorádi László (szerk.), Műszaki Tudomány az Észak-kelet Magyarországi Régióban 2013. 518 p. Debrecen: Debreceni Akadémiai Bizottság Műszaki Szakbizottsága, Elektronikus Műszaki Füzetek 13, 2013. pp. 122-132. (ISBN:978-963-7064-30-2)
26. Békési Bertold, Papp István, Szegedi Péter: UAV-k légi és földi üzemeltetése, Economica (Szolnok), 2013/2. pp. 99–117.
27. Békési Bertold, Papp István: UAV future development. In: Jiří Stodola, Jiří Šťastný, David Vališ, Vlastimil Neumann (szerk.), Deterioration, Dependability, Diagnostics 2013. Brno: Univerzita Obrany, 2013. pp. 63-76. (ISBN:978-80-7231-939-8)
28. Békési Bertold: Az UAV-k jövőbeni fejlesztési irányai, XII. Természet-, Műszaki és Gazdaságtudományok Alkalmazása Nemzetközi Konferencia, Nyugat-magyarországi Egyetem, Természettudományi és Műszaki Kar Természetföldrajzi Tanszék, Szombathely, 2013. pp. 101–113.

Szerzői index:

1. Adonyi Dávid Attila – 216, 266, 267
2. Ágota Farsang – 217
3. Balázs Pál – 153
4. Balogh Máté – 218
5. Bartha Lajos – 18
6. Bartholy Judit – 57, 89
7. Beck Sándor – 82
8. Békési Bertold 120, 130
9. Bende Attila – 219
10. Bereczki Zsolt – 192, 193
11. Béres Csilla – 217, 227
12. Berthon William – 191, 192
13. Bolla Bence – 236
14. Borsos Éva – 182
15. Coqueugniot Hélène – 191
16. Czékus Géza – 182
17. Dani Magdolna – 167
18. Dezső Zsuzsanna – 57, 89
19. Dian Csenge – 57
20. Dutour Olivier – 191, 192
21. Emri Zsuzsanna – 160
22. Filinger Petra – 167
23. Finta Zsanett – 240
24. Fodor Éva – 194, 201
25. Füzesi István – 245
26. Gyulai Ferenc – 145
27. Hámori Dániel – 168
28. Hérincs Dávid – 49
29. Hoksa Attila – 236
30. Horák Rita – 182
31. Horváth Ákos – 218
32. Horváth Márton – 216
33. Horváthné Tobischka Katalin – 181
34. Iván Márk – 89, 250
35. Károssy Csaba – 82
36. Kecskeméti Anita – 193
37. Klicasz Szpirosz – 64
38. Kordos László – 181
39. Kovács Erik – 259
40. Kozma Katalin – 32
41. Kristóf Erzsébet – 74
42. Kúti Zsuzsanna – 40
43. László Richárd – 219
44. Marschall Mariann – 9
45. Matyasovszky István – 74
46. Mika János – 9, 103
47. Molnár Erika – 192, 193

48. Nagy Gábor – 181
49. Nagy Melinda – 176
50. Németh László – 266
51. Neparáczki Endre – 190
52. Nóra Kováts – 217
53. Ódor Noémi – 216, 266, 267
54. Pálfi György – 190, 191, 192, 193
55. Palkovits István – 112
56. Pánya Nándor – 268, 285
57. Péntek Kálmán – 95
58. Polgár András – 275
59. Pongrácz Rita – 57
60. Puskás János – 40, 82, 259
61. Révész László – 192, 194, 201
62. Rigóczki Csaba – 209
63. Skribanek Anna – 167
64. Somogyi Tímea – 40, 284
65. Spekker Olga – 193
66. Szalay Krisztina – 160
67. Szegedi Péter – 120, 130
68. Szekeres András – 193
69. Szőcs Huba László – 142
70. Tamás Rétfalvi – 217
71. Tasnádi Péter – 250
72. Thomann Aminte – 191
73. Tihanyi Balázs – 191, 192
74. Tóth Antal – 103
75. Tóth Gábor – 181
76. Török Tibor – 190
77. Utasi Zoltán – 103
78. Vágvölgyi Csaba – 193
79. Váradi Orsolya Anna – 193
80. Veréb Nándor – 268, 285